

DIN EN 15273-2



ICS 45.020; 45.060.01

Ersatz für
DIN EN 15273-2:2014-09

**Bahnanwendungen –
Begrenzungslinien –
Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien;
Deutsche Fassung EN 15273-2:2013+A1:2016**

Railway applications –
Gauges –
Part 2: Rolling stock gauge;
German version EN 15273-2:2013+A1:2016

Applications ferroviaires –
Gabarits –
Partie 2: Gabarit du matériel roulant;
Version allemande EN 15273-2:2013+A1:2016

Gesamtumfang 285 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15273-2:2013+A1:2016) wurde unter Federführung der WG 32 „Begrenzungslinien“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) innerhalb des CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet.

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

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer französischen Referenzfassung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15273-2:2014-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Korrektur wesentlicher Fehler mit Anpassungen in Formeln, Tabellen und Bildern;
- b) Aktualisierung des informativen Anhangs ZA.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15273-2: 2010-12, 2014-06, 2014-09

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 15. Dezember 2012 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 25. Juli 2016 vom CEN angenommen wurde.

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-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	9
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	11
4 Symbole und Abkürzungen	12
5 Gemeinsame Vorschriften	17
5.1 Statische und kinematische Begrenzungslinien	17
5.1.1 Beschreibung der Rechenmethode	17
5.1.2 Einteilung der Fahrzeuge	17
5.1.3 Anwendungsbereich für statische und kinematische Begrenzungslinien in Bezug auf die Laufwerkskomponenten der Fahrzeuge	18
5.1.4 Anwendungsbereich für statische Begrenzungslinien	19
5.1.5 Anwendungsvoraussetzungen für kinematische Begrenzungslinien	19
5.1.6 Toleranzen im Hinblick auf die Abmessungen der Fahrzeuge	20
5.2 Dynamische Methoden	20
5.2.1 Allgemeine Grundsätze	20
5.2.2 Dynamische Methode auf der Basis einer Bezugslinie	21
Anhang A (normativ) Begrenzungslinie G1	22
A.1 Allgemeines	22
A.1.1 Einteilung der Drehgestelle	22
A.1.2 Rad/Schiene-Haftreibungsbeiwert	22
A.1.3 Horizontaler Mindestgleisbogenradius	22
A.2 Statische Begrenzungslinie G1	23
A.2.1 Bezugslinie im seitlichen und oberen Bereich	23
A.2.2 Bezugslinien im unteren Bereich der statischen Begrenzungslinie G1	24
A.2.3 Zugehörige Regeln der statischen Begrenzungslinie G1	25
A.2.4 Einschränkungsgleichungen	26
A.3 Kinematische Begrenzungslinie G1	27
A.3.1 Allgemeines	27
A.3.2 Bezugslinie im oberen Bereich der Begrenzungslinie G1	27
A.3.3 Bezugslinien des unteren Bereichs der kinematischen Begrenzungslinie G1	28
A.3.4 Festlegung der Fahrzeughöhen	30
A.3.5 Krokodile	43
A.3.6 Einsatz von Rangiereinrichtungen in Gleisbögen	44
A.3.7 Bedingungen für das Auffahren auf Fährschiffe	45
A.3.8 Berücksichtigung der Querverschiebungen der Fahrzeuge	47
A.3.9 Gleichungen	48
A.3.10 Einschränkungsgleichungen für Güterwagen (Maße in m)	54
A.3.11 Gleichungen für Drehgestelle und die mit ihnen verbundenen Bauteile	56
A.3.12 Nachweis der Begrenzungslinie für Stromabnehmer und nicht isolierte Spannung führende Teile auf dem Dach	56
A.3.13 Überprüfung von Stromabnehmern auf dem Dach von Fahrzeugen mit Neigetechnik oder mit $I_p > I_c$	60
A.3.14 Besondere Regeln für geöffnete Einstiegstüren und bewegliche Trittstufen in	

ausgefahrener Stellung	64
A.3.15 Lage der Trittstufen.....	64
A.3.16 Fahrzeuge mit Neigetechnik.....	65
A.4 Einstellung der Fahrzeuge im Gleis: Schränkungskoeffizient (A)	75
Anhang B (normativ) Begrenzungslinien GA, GB und GC	79
B.1 Gemeinsamkeiten mit der Begrenzungslinie G1	79
B.2 Statische Begrenzungslinien GA, GB und GC (Lademaße)	79
B.2.1 Bezugslinien im oberen Bereich	80
B.2.2 Einschränkungsgleichungen für die statischen Begrenzungslinien GA und GB	80
B.2.3 Einschränkungsgleichungen für die statischen Begrenzungslinien GC	81
B.3 Kinematische Begrenzungslinien GA, GB und GC	81
B.3.1 Bezugslinien im oberen Bereich	82
B.3.2 Bezugslinien im unteren Bereich	82
B.3.3 Gleichungen für Triebfahrzeuge (ohne Triebwagen)	82
B.3.4 Gleichungen für Triebwagen.....	85
B.3.5 Gleichungen für Reisezug- und Gepäckwagen.....	86
B.3.6 Gleichungen für Güterwagen	89
Anhang C (normativ) Begrenzungslinien GB1, GB2.....	91
C.1 Statische Begrenzungslinien GB1 und GB2.....	91
C.1.1 Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie GB1	91
C.1.2 Kinematische Begrenzungslinien GB1 und GB2	93
Anhang D (normativ) Kinematische Begrenzungslinie GI3.....	95
D.1 Bezugslinie GI3.....	95
D.2 Einschränkungsgleichungen für die kinematische Bezugslinie zur Bestimmung des größten Raumbedarfs der Fahrzeuge.....	96
D.2.1 Triebfahrzeuge (ohne Triebwagen).....	96
D.2.2 Triebwagen.....	97
D.2.3 Reisezug- und Gepäckwagen.....	99
D.2.4 Güterwagen.....	100
Anhang E (normativ) Begrenzungslinie G2	102
E.1 Statische Begrenzungslinie G2	102
E.1.1 Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie G2.....	102
E.1.2 Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie G2.....	103
Anhang F (normativ) Finnische Begrenzungslinie FIN1	104
F.1 Allgemeines	104
F.2 Zugehörige Regeln	104
F.2.1 Vertikale Position des Fahrzeugs.....	104
F.2.2 Unterer Fahrzeugbereich	104
F.2.3 Fahrzeugkomponenten in der Nähe der Spurkränze.....	104
F.2.4 Fahrzeugbreite	105
F.2.5 Bewegliche Trittstufen und nach außen öffnende Türen von Reisezugwagen und Triebwagen.....	105
F.2.6 Stromabnehmer und nicht isolierte Bauteile auf dem Dach	105
F.2.7 Weitere Regeln und Vorschriften.....	105
F.3 Einschränkungsgleichungen	105
F.3.1 Allgemeine Vorschriften.....	105
F.3.2 Einschränkungsgleichungen	106
F.4 Bezugslinien der Begrenzungslinie FIN1.....	107
F.5 Anhebung der Mindesthöhe der Unterkante von Fahrzeugen, die zum Befahren von Ablaufbergen und Gleisbremsen geeignet sind	108
F.6 Anhebung der Mindesthöhe der Unterkante von Fahrzeugen, die zum Befahren von Ablaufbergen und Gleisbremsen nicht geeignet sind	109

	Seite
F.7 Befahren von Neigungswechseln und Ablaufbergen.....	110
F.7.1 Stellung der Gleisbremsen und sonstige Rangiereinrichtungen	110
F.7.2 Befahren der Umfahrgleise von Ablaufbergen.....	110
F.8 Begrenzungslinie der untersten Trittstufe der Fahrzeuge	110
F.8.1 Allgemeines	110
F.8.2 Vorschriften für den Abstand zwischen Trittstufe und Bahnsteig in Querrichtung.....	111
F.8.3 Überprüfung der Begrenzungslinie.....	111
F.9 Begrenzungslinie für nach außen öffnende Türen und heruntergeklappte Trittstufen bei Reisezugwagen oder Triebwagen.....	111
F.9.1 Allgemeines	111
F.9.2 Vorschriften in Bezug auf den Abstand zwischen Einstiegstür und festen Anlagen in Querrichtung.....	112
F.9.3 Überprüfung der Begrenzungslinie.....	112
F.10 Stromabnehmer und nicht isolierte Bauteile.....	113
Anhang G (normativ) Französische Begrenzungslinie FR3.3.....	114
G.1 Allgemeines	114
G.2 Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie FR3.3.....	114
G.3 Kinematische Bezugslinien des unteren Bereichs	115
G.4 Zugehörige Regeln für die kinematische Begrenzungslinie FR 3.3 zur Berechnung der kinematischen Fahrzeugbegrenzung	115
G.4.1 Vertikale Einschränkungen	115
G.4.2 Seitliche Einschränkungen im Höhenbereich $h > 3,250$ m	115
G.4.3 Nachprüfung für Begrenzungslinie der Stromabnehmer und für nicht isolierte Spannung führende Bauteile auf dem Fahrzeugdach	119
Anhang H (normativ) Belgische Begrenzungslinien BE1, BE2 und BE3	120
H.1 Allgemeines	120
H.2 Zugehörige Regeln.....	120
H.2.1 Regeln für den unteren Bereich	120
H.2.2 Vertikale Verschiebungen nach oben	120
H.2.3 Seitliche Außentüren in geöffneter Stellung	121
H.2.4 Regeln für bewegliche Trittstufen.....	121
H.2.5 Regeln für die Stromabnehmer	121
H.3 Kinematische Bezugslinien im oberen Bereich.....	121
H.4 Einschränkungsgleichungen	123
H.4.1 Einschränkungsgleichungen für Triebfahrzeuge	123
H.4.2 Einschränkungsgleichungen für in den Zugverband eingestellte Fahrzeuge	125
H.5 Kinematische Begrenzungslinie für 3-kV- und 25-kV-Stromabnehmer in Arbeitsstellung auf dem belgischen Netz.....	127
H.5.1 Allgemeine Grundsätze	127
H.5.2 Überprüfung für Stromabnehmer zwischen den Führungsquerschnitten (im Stillstand auf einem überhöhten Gleis)	127
H.5.3 Überprüfung für Stromabnehmer außerhalb der Führungsquerschnitte (Überprüfung während der Fahrt auf einer Strecke mit Überhöhungsfehlbetrag).....	128
H.5.4 Stromabnehmer in gesenkter Stellung.....	128
H.5.5 Weitere nicht isolierte Bauteile auf dem Dach	128
Anhang I (normativ) Portugiesische Begrenzungslinien PTb, PTb+ und PTc	129
I.1 Allgemeines	129
I.2 Kinematische Bezugslinien.....	131
I.3 Bezugslinien im unteren Bereich	132
I.4 Zugehörige Regeln der Begrenzungslinien PT.....	133
I.4.1 Vertikale Verschiebungen	133
I.4.2 Querverschiebungen	133
I.4.3 Zugehörige Regeln für die Bereiche in einer Höhe $h < 400$ mm über der Lauffläche.....	133

I.4.4	Einschränkungsungleichungen	134
I.5	Zugehörige Regeln für die Stromabnehmer und sonstige Bauteile auf dem Dach.....	138
I.5.1	Bezugslinie für die Stromabnehmer	138
I.5.2	Stromabnehmer in Arbeitsstellung	138
I.5.3	Stromabnehmer in gesenkter Stellung und sonstige Bauteile auf dem Dach	139
I.6	Zugehörige Regeln für Neigetechnik-Fahrzeuge	139
I.6.1	Quasistatische Verschiebungen (z_p)	139
I.6.2	Einschränkungsrechnung.....	140
I.6.3	Bedingung für die Neigungsregelung von Fahrzeugen mit aktiver Neigetechnik	141
I.6.4	Bedingung bezüglich der Geschwindigkeit der Neigetechnik-Fahrzeuge	142
Anhang J (normativ)	Schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc.....	143
J.1	Dynamische schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc: Allgemeines.....	143
J.2	Bezugslinien	144
J.3	Bezugslinie SEa.....	144
J.4	Bezugslinie des unteren Bereichs der Begrenzungslinien SEa und SEc.....	145
J.5	Bezugslinie für den Stromabnehmer der Begrenzungslinie SEa	145
J.6	Dynamische Bezugslinie SEc	146
J.6.1	Bezugslinie für den Bereich unterhalb von 0,15 m der Begrenzungslinie SEc.....	146
J.6.2	Bezugslinie für den Stromabnehmer der Begrenzungslinie SEc	147
J.7	Methode zur Berechnung der Bewegungen anhand geometrischer Gleichungen	147
J.7.1	Gleisbögen.....	148
J.7.2	Gerades Gleis.....	150
J.7.3	Vertikaler Bogen (Ausrundungsbogen), Berechnung des oberen Bereichs	151
J.7.4	Berechnung des unteren Bereichs	152
J.7.5	Ablaufberge	153
J.7.6	Auffahrampen für Eisenbahnfahrschiffe	153
J.7.7	Stromabnehmer	154
J.7.8	Hüllkurvengrenzlinie.....	155
J.8	Methode zur Berechnung der Bewegungen durch Simulation	155
J.8.1	Modellierungen und Simulationen	156
J.8.2	Bei den Simulationen zu beachtende Parameter.....	157
J.8.3	Simulationsfälle	157
J.8.4	Horizontale Gleisbögen.....	157
J.8.5	Gerades Gleis.....	158
J.8.6	Befahren von Weichen.....	158
J.8.7	Gleisparameter.....	158
J.8.8	Berechnete Werte	159
J.8.9	Statistische Auswertung	159
J.8.10	Geometrische Ausragung im horizontalen Gleisbogen	160
J.8.11	Vertikale geometrische Bewegung in Richtung des oberen Bereichs der Bezugslinie	160
J.8.12	Vertikale geometrische Bewegung in Richtung des unteren Bereichs der Bezugslinie.....	160
J.8.13	Ablaufberge	161
J.8.14	Auffahrampen für Eisenbahnfahrschiffe	162
J.8.15	Stromabnehmer	163
J.8.16	Hüllkurvengrenzlinie.....	163
J.9	Überprüfung im Hinblick auf die zulässige Bezugslinie	163
J.10	Dynamische Begrenzungslinie: Überprüfung.....	163
J.10.1	Überprüfung durch Simulation	164
J.10.2	Überprüfung durch Standversuche	164
J.10.3	Überprüfung durch Streckenversuche.....	165
J.10.4	Dynamische Begrenzungslinie: Gleisfehler (informativ)	165
J.11	Nachträgliche zweidimensionale statistische Auswertung (informativ)	166
J.12	Liste der Eingabedaten (informativ)	167

Anhang K (normativ) Statische Begrenzungslinien OSShD.....	169
K.1 Statische Bezugslinien im oberen Bereich (für Fahrzeuge).....	169
K.2 Zugehörige Regeln.....	171
K.2.1 Ausladungen bei $h \geq 3,220$ m.....	171
K.2.2 Einschränkungsgleichungen	171
K.3 Festlegung der zulässigen vertikalen Maße	173
K.4 Statische Bezugslinien der unteren Bereiche	174
Anhang L (normativ) Deutsche Begrenzungslinien DE1, DE2, DE3	176
L.1 Begrenzungslinie DE1	176
L.1.1 Kinematische Bezugslinie	176
L.1.2 Zugehörige Regeln.....	176
L.2 Kinematische Begrenzungslinie DE2	178
L.2.1 Kinematische Bezugslinie	178
L.2.2 Zugehörige Regeln.....	179
L.3 Kinematische Begrenzungslinie DE3	180
L.3.1 Kinematische Bezugslinie	180
L.3.2 Zugehörige Regeln.....	180
L.4 Absolute Methode für die Überprüfung der Stromabnehmer.....	181
L.4.1 Allgemeines	181
L.4.2 Zugehörige Regeln.....	181
L.4.3 Fahrdracht.....	183
L.4.4 Zuständigkeit für die Eingabedaten	184
Anhang M (normativ) Niederländische Begrenzungslinien NL1 und NL2.....	186
M.1 Bezugslinien der kinematischen Begrenzungslinien NL1 und NL2	186
M.2 Zugehörige Regeln.....	187
Anhang N (informativ) Berechnungsmethode für die Begrenzungslinien UK.....	188
N.1 Allgemeines	188
N.1.1 Zweck.....	188
N.1.2 Instandhaltung	188
N.1.3 Toleranzen	188
N.1.4 Zugverbände.....	188
N.1.5 Konfiguration.....	188
N.1.6 Bezugsachsen	189
N.1.7 Fahrzeugdaten.....	189
N.2 Statische Methode	189
N.2.1 Grundsätze	189
N.2.2 Fahrzeugabmessungen.....	189
N.2.3 Bewegungen der Federung	191
N.3 Dynamische Methode.....	192
N.3.1 Grundsätze	192
N.3.2 Geometrische Methode.....	192
N.3.3 Absolute Methode.....	194
N.3.4 Vergleichende Methode.....	196
N.3.5 Form und Abmessungen des Fahrzeugs.....	199
N.3.6 Feld der Betriebsbedingungen	200
N.3.7 Bewegung der Federung	203
N.3.8 Berechnung der Hüllkurvengrenzlinien	203
N.3.9 Dynamische Bezugslinien.....	210
N.3.10 Fahrzeugbewertung.....	213
N.4 Geometrische Begrenzungslinien des Vereinigten Königreichs.....	213
Anhang O (informativ) Grundsätzliche Empfehlungen für die Berechnung der dynamischen Begrenzungslinie	214

	Seite
0.1 Abbildung des Fahrzeugs im Modell.....	214
0.1.1 Grundsätzliches.....	214
0.1.2 Fahrzeug-Bedingungen	214
0.1.3 Massen	214
0.1.4 Abbildung der Federung im Modell	215
0.1.5 Elastizität.....	215
0.1.6 Dämpfer	215
0.1.7 Luftfedern.....	215
0.1.8 Wankstützen	216
0.1.9 Reibung	216
0.1.10 Aktive Komponenten	216
0.1.11 Verbindungen zwischen den Fahrzeugen (Kupplungen)	216
0.1.12 Toleranz für die Federungskomponenten	217
0.1.13 Instandhaltung der Federung	217
0.1.14 Störungsarten der Federung	217
0.1.15 Genauigkeit des Fahrzeugmodells	217
0.2 Validierung des Fahrzeugmodells.....	217
0.2.1 Allgemeine Anmerkungen zu den Validierungsversuchen.....	217
0.2.2 Simulationsmodell	219
0.2.3 Simulationsgenauigkeit	220
0.2.4 Wiegebrückenversuch.....	220
0.2.5 Ausdrehversuch des Drehgestells.....	221
0.2.6 Wankversuch	222
0.2.7 Fahrversuch auf der Strecke	223
0.3 Simulationsmethode	224
0.3.1 Grundsätzliches.....	224
0.3.2 Dynamische Untersuchung	224
0.3.3 Oberbaudaten.....	224
0.3.4 Überhöhung, Geschwindigkeit und Gleisbogenradius: Allgemeine Fälle.....	225
0.3.5 Überhöhung, Geschwindigkeit und Gleisbogenradius: Sonderfälle	226
0.3.6 Anwendungen mit Überhöhung und Gleisbogenradius.....	226
0.3.7 Seitenwindkräfte	226
0.3.8 Temporäre Ergebnisse	226
0.3.9 Verhalten des Fahrzeugs im Gleisbogen	228
0.4 Beispiel für eine virtuelle Strecke.....	229
0.5 Beispiel für eine Zeichnung mit den Maßen und der Form eines Fahrzeugs.....	232
0.6 Darstellung der Hüllkurvengrenzliniendaten.....	232
0.6.1 Darstellung der Ergebnisse	233
0.6.2 Format der Tabellenköpfe	233
0.6.3 Matrix der Zwischenergebnisse.....	234
0.6.4 Ergebnismatrix für das Verhalten im Gleisbogen	235
Anhang P (normativ) Spanische Begrenzungslinien GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GEC14, GEE10 und GED10	236
P.1 Allgemeines	236
P.2 Statische Begrenzungslinien GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GEE10 und GED10	237
P.2.1 Bezugslinien der statischen Begrenzungslinien	237
P.2.2 Zugehörige Regeln	245
P.3 Kinematische Begrenzungslinien GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GEC14, GEE10 und GED10	247
P.3.1 Bezugslinien der kinematischen Begrenzungslinie	247
P.3.2 Zugehörige Regeln	257
Anhang Q (normativ) Fahrzeugerweiterung entsprechend den gebotenen Möglichkeiten der Infrastruktur	272

Anhang R (normativ) Statische und kinematische Begrenzungslinie: Dokumente zur Überprüfung der Konformität der Fahrzeuge mit einer gegebenen Begrenzungslinie	273
R.1 Allgemeines	273
R.2 Liste der beizubringenden Unterlagen für die Überprüfung des Entwurfs	273
R.3 Liste der beizubringenden Unterlagen für die Überprüfung der Übereinstimmung mit einer Begrenzungslinie	273
Anhang S (informativ) A-Abweichung.....	275
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.....	277
Literaturhinweise.....	282

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 15273-2:2013+A1:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2017 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument enthält Änderung 1, die durch CEN am 25. Juli 2016 angenommen wurde.

Dieses Dokument ersetzt  EN 15273-2:2013. 

Beginn und Ende des Textes, der durch die Änderung eingeführt oder geändert wurde, ist im Text durch die Symbole   gekennzeichnet.

 Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG. 

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2008/57/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

 *Text gestrichen* 

Es gelten die gemeinsamen Vorschriften für Infrastruktur und Fahrzeuge nach EN 15273-1.

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

Einleitung

Die Reihe EN 15273 besteht aus folgenden drei Teilen:

- EN 15273-1 enthält allgemeine Definitionen und Regeln für die Begrenzungslinien der Fahrzeuge und festen Anlagen;
- EN 15273-2 enthält Rechenregeln zur Ermittlung der Fahrzeugbegrenzungslinien und die zugehörigen Regeln für die verschiedenen Bezugslinien;
- EN 15273-3 enthält Definitionen für die Lichtraumprofile. Die betroffenen Parameter werden erläutert und die Methodik der Festlegung für Lichtraumprofile und Gleisabstände aufgezeigt.

Die in diesen Normen aufgeführten Begrenzungslinien sind im Rahmen einer europäischen Anwendung für Bahnen entwickelt worden. Andere Bahnsysteme wie Regional- und Lokalbahnen, städtische oder Vorortbahnen können die in dieser Norm aufgeführten Regeln für Begrenzungslinien ebenfalls anwenden. In diesem Fall können die Regeln vor allem zur Nutzung spezifischer Berechnungen herangezogen werden:

- für besondere Schienenfahrzeuge (zum Beispiel U-Bahnen, Straßenbahnen usw., die auf zwei Schienen fahren);
- für andere Gleisbogenradien;
- und Anderes...

Der in dieser Europäischen Norm enthaltene Katalog enthält nur eine Auswahl an Begrenzungslinien, die nicht erschöpfend ist. Jedes Bahnnetz hat die Freiheit, diese nach seinen eigenen Bedürfnissen festzulegen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für Behörden, 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.

Diese Europäische Norm beinhaltet:

- die Fahrzeuge betreffenden zugehörigen Regeln zu den hier aufgeführten Bezugslinien (Begrenzungslinien);
- 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 während der gesamten betrieblichen Lebensdauer des Fahrzeugs Einfluss auf die Begrenzungslinie haben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 14363:2005, *Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche*

EN 15273-1:2013+A1:2016, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 1: Allgemeines — Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und Fahrzeuge*

EN 15273-3:2013+A1:2016, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 3: Lichtraumprofile*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

gestrichener Text

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden, für den Teil 2 spezifischen Begriffe.

3.1

Leerfahrzeug

Beladungszustand der Fahrzeuge, Definition nach EN 15663

3.2

[.....]_{>0}

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

3.3

|.....|

Absolutwert

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in Tabelle 1 angegebenen Symbole und Abkürzungen.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen (Auszug von Teil 1)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
a	Abstand zwischen den Endradsätzen der Fahrzeuge bzw. zwischen den Drehzapfen (Abstand zwischen den Führungsquerschnitten)	m
A	Schränkungskoeffizient	
b	halbe Breite oder Abstand von der Gleis- oder Fahrzeugachse parallel zur Laufebene	m
b_1	halber Abstand der Federn der Primärfederung	m
b_2	halber Abstand der Federn der Sekundärfederung	m
b_G	halbe Breite (halber Abstand) der Gleitstücke	m
$b_{lac\ 0}$	vereinbarte Spaltbreite zwischen Bahnsteigkante und Trittstufe	m
b_{lac}	horizontale Spaltbreite zwischen Bahnsteigkante und Trittstufe	m
$b_{obstacle}$	parallel zur Laufebene gemessener Abstand zwischen einem gleisnahen ortsfesten Gegenstand und der Gleisachse	m
b_q	halbe Breite für die Anordnung der Bahnsteigkanten	m
b_{q0}	halbe vereinbarte Breite für die Anordnung der Bahnsteigkanten	m
b_{q0a}	halbe vereinbarte Breite für die Anordnung bogenaußenseitiger Bahnsteigkanten	m
b_{q0i}	halbe vereinbarte Breite für die Anordnung bogeninnenseitiger Bahnsteigkanten	m
b_w	halbe Breite der Stromabnehmerwippe	m
C	Wankpol	
CR	Bezugslinie	
d	Spurmaß	m
dg_a	bogenaußenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m
$dg_{a\ max}$	maximal zulässige geometrische Ausragung auf der Bogenaußenseite	m
dg_{av}	vertikale geometrische Verschiebung der Fahrzeugteile außerhalb der Führungsquerschnitte	m
dg_i	bogeninnenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m
$dg_{i\ max}$	maximal zulässige geometrische Ausragung auf der Bogeninnenseite	m
dg_{iv}	vertikale geometrische Verschiebung der Fahrzeugteile innerhalb der Führungsquerschnitte	m
D	Überhöhung	m
Dpl	Querverschiebung	m
e_a	bogenaußenseitige vertikale Einschränkung	m
e_i	bogeninnenseitige vertikale Einschränkung	m

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
e_p	durch die Fahrzeugmerkmale bedingte Außermittigkeit des Stromabnehmers	m
e_{po}	Außermittigkeit des Stromabnehmers im oberen Prüfpunkt	m
e_{pu}	Außermittigkeit des Stromabnehmers im unteren Prüfpunkt	m
e_v	Absenkung von Bauteilen des Gleises	m
E	Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung	m
E_a	Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die außerhalb der Endradsätze oder Drehzapfen gelegenen Abschnitte	m
E_i	Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung für die zwischen den Endradsätzen oder Drehzapfen gelegenen Abschnitte	m
E_{fra}	bogenaußenseitig freizuhaltende Breite zum Auswurf von Hemmschuhen	m
E_{fri}	bogeninnenseitig freizuhaltende Breite zum Auswurf von Hemmschuhen	m
h	Höhe über der Lauffebene	m
h_c	Wankpolhöhe	m
h_o	Höhe des Drehpols bei Neigetechnik	m
$h_{o \min}$	Mindesthöhe für die vertikalen geometrischen Verschiebungen der Fahrzeuge oberhalb der Bezugslinie, in Abhängigkeit von der vertikalen Krümmung des Gleises (Ausrundungsradius)	m
h_p	Höhe des Drehpols bei Neigetechnik des Stromabnehmers	m
h_q	Bahnsteighöhe	m
h_t	Höhe des unteren Stromabnehmergelenks über der Lauffebene	m
$h_{u \min}$	Mindesthöhe für die vertikalen geometrischen Verschiebungen der Fahrzeuge unterhalb der Bezugslinie, in Abhängigkeit von der vertikalen Krümmung des Gleises (Ausrundungsradius)	m
I	Überhöhungsfehlbetrag	m
I_c	vom Infrastrukturverantwortlichen für seine Strecken festgelegter maximaler Überhöhungsfehlbetrag (für Fahrzeuge ohne Neigetechnik)	m
I'_c	Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrages (zwischen 0 und I_c)	m
$I_{\max}$	maximal zulässiger Überhöhungsfehlbetrag	m
I_p	Überhöhungsfehlbetrag der Fahrzeuge mit Neigetechnik	m
I'_p	Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrags für Fahrzeuge mit Neigetechnik	m
j	Referenzwert für das vertikale Mindestgleitstückspiel	m
j'_a	zusätzliche Querspiele zu denen des Referenzfahrzeugs in Richtung Bogenaußenseite	m
j'_i	zusätzliche Querspiele zu denen des Referenzfahrzeugs in Richtung Bogeninnenseite	m
J	tatsächliches vertikales Gleitstückspiel	m
l	Spurweite, Abstand zwischen den Fahrkanten der beiden Schienen eines Gleises	m

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
l_N	Nennspurweite (vormals mit l_{nom} bezeichnet)	m
l_{max}	maximale Spurweite	m
L	vereinbarter Abstand der Mittellinien beider Schienenstränge eines Gleises	m
m_P	zulässige seitliche Überschreitung der Begrenzungslinie für offene Türen	m
m_E	zulässige seitliche Überschreitung der Begrenzungslinie für ausgefahrene Trittstufen	m
n	Abstand des betrachteten Abschnitts vom nächsten Führungsquerschnitt (Endradsatz oder Drehzapfen)	m
n_a	n für die außerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Abschnitte	m
n_i	n für die zwischen den Führungsquerschnitten gelegenen Abschnitte	m
n_μ	Abstand des betrachteten Querschnitts vom Führungsquerschnitt des Triebdrehgestells bei Triebwagen	m
p	Radsatzabstand im Drehgestell	m
p'	Radsatzabstand im Laufdrehgestell bei Triebwagen	m
P_o	Einschränkung im oberen Prüfpunkt der Stromabnehmer	m
P_{oa}	Einschränkung im oberen Prüfpunkt der außerhalb der Drehzapfen (der Führungsquerschnitte) gelegenen Stromabnehmer	m
P_{oi}	Einschränkung im oberen Prüfpunkt der zwischen den Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m
P_u	Einschränkung im unteren Prüfpunkt der Stromabnehmer	m
P_{ua}	Einschränkung im unteren Prüfpunkt der außerhalb der Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m
P_{ui}	Einschränkung im unteren Prüfpunkt der zwischen den Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m
q	Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder zwischen Radsatz und Wagenkasten bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen	m
qs	Verschiebung außerhalb der Bezugslinie aus quasistatischer Neigung, die vom Infrastrukturverantwortlichen berücksichtigt wird	m
R_{min}	minimaler Gleisbogenradius	m
R_p	Gleisbogenradius bei größter Neigung von Fahrzeugen mit Neigetechnik	m
R_v	vertikaler Ausrundungsradius	m
s	Neigungskoeffizient	
s_o	zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen vereinbarter Neigungskoeffizient	
s_n	Neigungskoeffizient der Tragstruktur des Stromabnehmers	
s_o'	zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen für die Begrenzungslinie von Stromabnehmern vereinbarter Neigungskoeffizient	
s_{lim}	Grenzwert des Neigungskoeffizienten	
S	zulässige Ausladung	m

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
S_0	vereinbarter Wert für die Ausladung im Zusammenhang mit der Bezugslinie	m
t	Querverschiebung der auf 6,50 m angehobenen Schleifleiste des Stromabnehmers bei 300 N Seitenkraft	m
v	Geschwindigkeit des Fahrzeugs	m/s
V	Geschwindigkeit des Fahrzeugs	km/h
V'_c	Zwischenwert der Geschwindigkeit eines Zuges ohne Neigetechnik	km/h
V'_p	Zwischenwert der Geschwindigkeit eines Zuges mit Neigetechnik	km/h
w	Wiegen-Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m
w_∞	Wiegen-Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten im geraden Gleis	m
$w_{a(R)}$	vom Gleisbogenradius abhängiges bogenaußenseitiges Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m
$w_{i(R)}$	vom Gleisbogenradius abhängiges bogeninnenseitiges Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m
w'_∞	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten im geraden Gleis bei Laufdrehgestellen von Triebwagen	m
$w'_{a(R)}$	vom Gleisbogenradius abhängiges bogenaußenseitiges Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten bei Laufdrehgestellen von Triebwagen	m
$w'_{i(R)}$	vom Gleisbogenradius abhängiges bogeninnenseitiges Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten bei Laufdrehgestellen von Triebwagen	m
x	bei der Berechnung von e_v berücksichtigter Abstand vom Ursprungspunkt O	m
x_a	zusätzliche Einschränkung außerhalb der Führungsquerschnitte für lange Fahrzeuge	m
x_i	zusätzliche Einschränkung zwischen den Führungsquerschnitten für lange Fahrzeuge	m
y	Abstand des fiktiven Führungsquerschnittes vom geometrischen Mittelpunkt des Drehgestells	m
z	Querverschiebung aufgrund der quasistatischen Neigung	m
z'	Unterschied zwischen rechnerischer und tatsächlicher Querverschiebung auf Grund der quasistatischen Neigung, im oberen Prüfpunkt des Stromabnehmers	m
z''	Unterschied zwischen rechnerischer und tatsächlicher Querverschiebung auf Grund der quasistatischen Neigung, im unteren Prüfpunkt des Stromabnehmers	m
z'_p	Unterschied zwischen rechnerischer und tatsächlicher Querverschiebung auf Grund der quasistatischen Neigung, im oberen Prüfpunkt des Stromabnehmers auf einem Neigetechnikfahrzeug oder wenn $I_p > I_c$ gilt	m
z''_p	Unterschied zwischen rechnerischer und tatsächlicher Querverschiebung auf Grund der quasistatischen Neigung, im unteren Prüfpunkt des Stromabnehmers auf einem Neigetechnikfahrzeug, oder wenn $I_p > I_c$ gilt	m

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
z_{cin}	Querverschiebung aufgrund quasistatischer Neigung des Fahrzeugs bei der kinematischen Begrenzungslinie	m
α	zusätzlicher Neigungswinkel des Wagenkastens aufgrund des Gleitstückspiels	Grad
α''	Fährknickwinkel	Grad
γ	Fliehbeschleunigung	m/s ²
Δ_a	pauschaler Ausdruck für: $n_a(a + n_a) - \frac{p^2}{4}$	m ²
Δ_i	pauschaler Ausdruck für: $n_i(a - n_i) + \frac{p^2}{4}$	m ²
δ	Neigungswinkel des überhöhten Gleises	Grad
λ	Winkel, den die durch den Schwerpunkt und den Wankpol führende Gerade mit der Senkrechten bildet	Grad
μ	Haftreibungsbeiwert zwischen Rad und Schiene	
η	Neigungswinkel des Fahrzeugs gegenüber der Normalen zur Laufebene	Grad
η_0	Unsymmetriewinkel eines Fahrzeugs, bedingt durch Fertigungstoleranzen, die Einstellung der Federungen und Ladungsverschiebungen	Grad
η'_0	Unsymmetriewinkel eines Fahrzeugs, dessen Gleitstückspiel den Wert j nicht überschreitet	Grad
θ	Winkel der Einstelltoleranz der Stromabnehmerfederung	Radian
τ	Fertigungs- und Einbautoleranz des Stromabnehmers (zwischen der Fahrzeuglängsachse und der Mitte der auf 6,50 m angehobenen Schleifleiste; bei nicht vorhandenen Seitenkräften)	m

5 Gemeinsame Vorschriften

- a) Bei jeder Begrenzungslinie ist das Zusammenwirken von Bezugslinie und zugehörigen Regeln zu beachten.
- b) Auch wenn das betrachtete Fahrzeug die Vorschriften dieser Norm 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 dieser Begrenzungslinie freigehalten werden. Betrifft dies Profile, die in der TSI aufgeführt sind, erfüllt das Fahrzeug aus Sicht der Begrenzungslinie möglicherweise nicht mehr die Interoperabilitätsbedingungen.
- c) Soll das Fahrzeug als Einzelfahrzeug oder im Zugverband eingesetzt werden, hat es die Vorschriften dieser Norm sowohl als Einzelfahrzeug als auch als Teil des Zuges zu erfüllen. Kann das Fahrzeug dauerhaft gekuppelt werden, hat diese Fahrzeuggruppe ebenfalls die Vorschriften dieser Norm zu erfüllen.
- d) 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).
- e) Die Verschleißgrenzen und Toleranzen für alle Bauteile, Einrichtungen und Systeme, die sich auf die dynamischen Fahrzeugbewegungen auswirken, sind in den Herstelldokumenten für die Betriebszulassung des Fahrzeugs anzugeben (siehe Anhang R).

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 dieser Europäischen Norm ermittelten Werte für E_i oder E_a abzuziehen sind.

Die Einschränkungen E_i und E_a müssen mit ihrem positiven Wert oder mit 0 angesetzt werden, falls sie negativ sind.

5.1.2 Einteilung der Fahrzeuge

Um für jeden Fahrzeugtyp die korrekte Gleichung anwenden zu können, werden sie in die nachfolgenden Gruppen eingeteilt:

- Lokomotive: Angetriebenes Fahrzeug mit Triebdrehgestellen. Diese Fahrzeuge sind nicht dafür vorgesehen, Reisende oder Güter zu befördern.

ANMERKUNG 1 Die mit angetriebenen Einzelachsen ausgerüsteten Lokomotiven werden aus Sicht der Begrenzungslinie wie ein Güterwagen mit Einzelradsätzen betrachtet.

- Reisezugwagen: Nicht angetriebenes Fahrzeug, welches Fahrgäste befördert, mit Drehgestellen oder Einzelradsätzen ausgerüstet.

ANMERKUNG 2 Reisezugwagen mit Einzelradsätzen werden aus Sicht der Begrenzungslinie wie Güterwagen mit Einzelradsätzen betrachtet.

- Gepäckwagen: Nicht angetriebenes Fahrzeug für Waren und Gepäck, dazu bestimmt, in Personenzug-Verbänden eingesetzt zu werden.

ANMERKUNG 3 Gepäckwagen mit Einzelradsätzen werden aus Sicht der Begrenzungslinie wie Güterwagen mit Einzelradsätzen betrachtet.

- Güterwagen: Fahrzeug ohne Antrieb, vorgesehen für den Transport von Gütern. Die Güterwagen mit Drehgestellen betreffenden Gleichungen in dieser Norm beziehen sich auf die Verbindung Wagenkasten-Drehgestell über Drehzapfen oder Drehpfannen und seitliche Gleitstücke.
- Spezialgüterwagen: Güterwagen mit verringerter Ladehöhe, um maximale Höhen der Ladungen zu ermöglichen, so zum Beispiel Niederflurwagen, Taschenwagen, Wagen für die „Rollende Landstraße“ und ähnliche Güterwagen. Diese Spezialgüterwagen können nicht alle Vorschriften einhalten, die für die Mehrheit der Güterwagen gelten, und in diesem Fall sind sie verschiedenen Restriktionen unterworfen, von denen einige die Begrenzungslinie betreffen, wie das Verbot des Befahrens bestimmter Ablaufberge, bestimmter Gleisneigungen oder Fährschiff-Rampen.
- Triebwagen: Angetriebenes Fahrzeug für Personen- oder Gütertransport, das ein oder zwei Triebdrehgestelle hat.

ANMERKUNG 4 Triebwagen mit Einzelradsätzen werden aus Sicht der Begrenzungslinie wie Güterwagen mit Einzelradsätzen betrachtet.

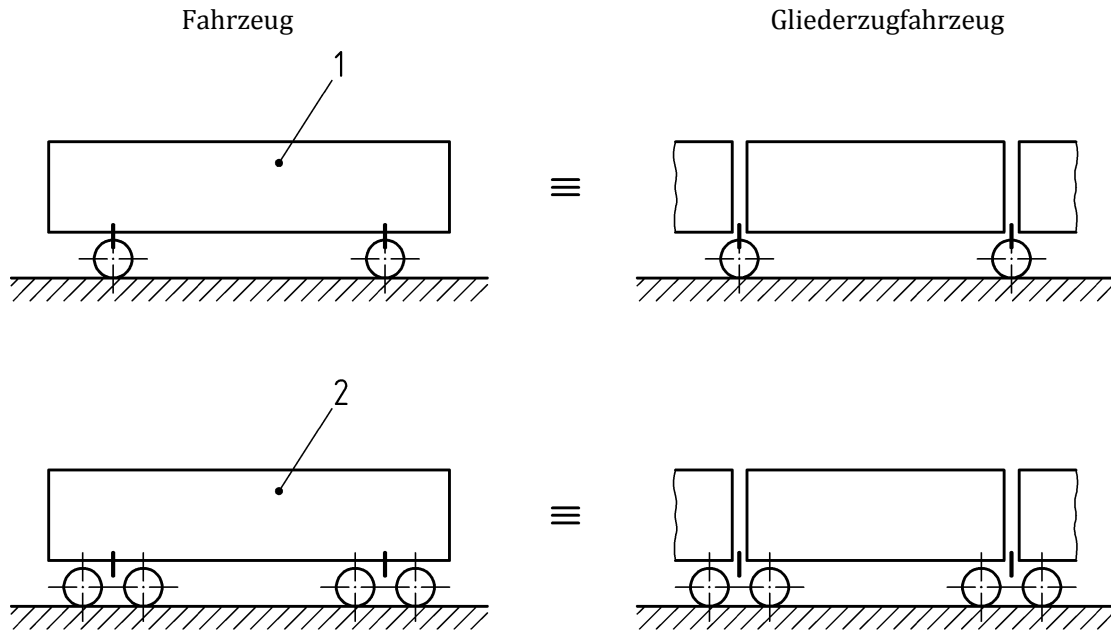
- Fahrzeuge ohne feste Führungsquerschnitte.

Für die Fahrzeuge ohne feste Führungsquerschnitte nimmt man als scheinbaren Führungsquerschnitt für die Festlegung der Werte a und n den auf grafischem Wege ermittelten Schnittpunkt der Längsachse des Drehgestells mit dem Wagenkasten an, wenn das Fahrzeug in einem Gleisbogen mit 150 m Radius steht, die Spiele alle auf Null zurückgegangen sind und die Radsätze in Gleisachse stehen. Da y der Abstand dieses scheinbaren Führungsquerschnittes zum geometrischen Mittelpunkt des Drehgestells ist (dort, wo der Abstand von den äußeren Radsätzen gleich ist), ersetze man in den Gleichungen p^2 durch $(p^2 - y^2)$ und p'^2 durch $(p'^2 - y^2)$.

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

Die in dieser Europäischen Norm beschriebenen statischen und kinematischen Begrenzungslinien gelten im Allgemeinen nur für Fahrzeuge mit folgenden Laufwerkskomponenten (siehe Bild 1):

- a) Fahrzeuge mit Einzelradsätzen, deren Wagenkasten auf zwei Radsätzen gelagert ist. Bei Fahrzeugen, deren Wagenkasten auf einer anderen Anzahl von Radsätzen ruht, sind die Gleichungen den tatsächlichen geometrischen Gegebenheiten anzupassen.
- b) Drehgestellfahrzeuge, deren Wagenkasten auf zwei zweiachsigen Drehgestellen gelagert ist. Bei Fahrzeugen mit mehr als zwei Drehgestellen, bei Fahrzeugen, deren Drehgestelle über mehr als zwei Radsätze verfügen, oder bei solchen, die ein Drehgestell und einen Radsatz haben, sind die Gleichungen den tatsächlichen geometrischen Gegebenheiten anzupassen.
- c) Gliederzugfahrzeuge: Bild 1 zeigt, dass die Berechnungen für Fahrzeuge mit Einzelradsätzen und mit Drehgestellen denen für symmetrische Gliederzugfahrzeuge entsprechen.



Legende

- 1 mit 2 Radsätzen
- 2 mit 2 Drehgestellen

Bild 1 — Gegenüberstellung von Einzelfahrzeugen und Gliederzugfahrzeugen

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

5.1.4 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.

5.1.5 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.), wobei man stets realistische Kombinationen der Parameter berücksichtigt.
- b) Wird hingegen bei der Fahrzeugkonzeption für einen oder mehrere Parameter der optimierte Wert zugrunde gelegt (berechneter oder aus dem Betrieb ermittelter Wert), 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 den gleichnamigen Lichtraum freihalten. Hält das betrachtete

Fahrzeug die Vorschriften dieser Europäischen Norm 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) Zur vorstehenden 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 dieser Europäischen Norm zu genügen.

5.1.6 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 dieser Europäischen Norm darf ein Teil der Toleranzen bei der Berechnung pauschal vernachlässigt werden, und zwar bis zu:

- 0,01 m bei den Höhen im oberen und unteren Bereich;
- 0,002 5 m bei den halben Breiten b .

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 R).

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.

Diese Europäische Norm 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 dieser Europäischen Norm 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 Überhöhungsüberschüssen 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 Einteilung der Drehgestelle

Drehgestelle werden wie folgt unterschieden:

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

Bezüglich des Reibungsbeiwerts siehe nächster Abschnitt.

A.1.2 Rad/Schiene-Haftreibungsbeiwert

Der Haftreibungsbeiwert wird festgelegt zu:

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

Dabei ist

- g die Erdbeschleunigung (9,81 m/s²);
- F_w die größte Zugkraft am Radumfang, in N;
- M_e die Radsatzlast, in kg;

bei $\mu < 0,2$ wird das Drehgestell als Laufdrehgestell angesehen;

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

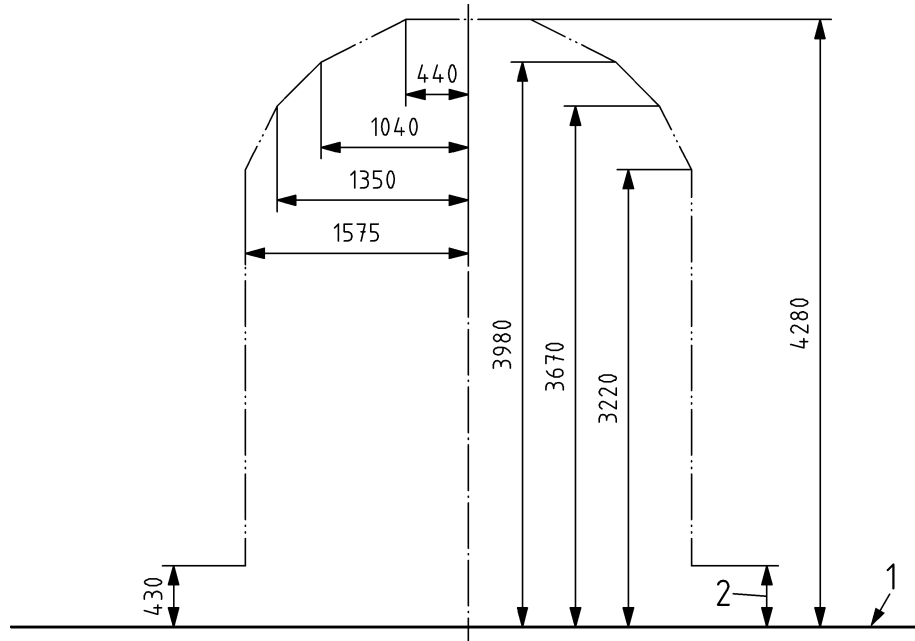
A.1.3 Horizontaler Mindestgleisbogenradius

Die Begrenzungslinie G1 berücksichtigt einen Mindestgleisbogenradius von 150 m, auch wenn das betreffende Fahrzeug auf engeren Gleisbögen fahren kann.

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

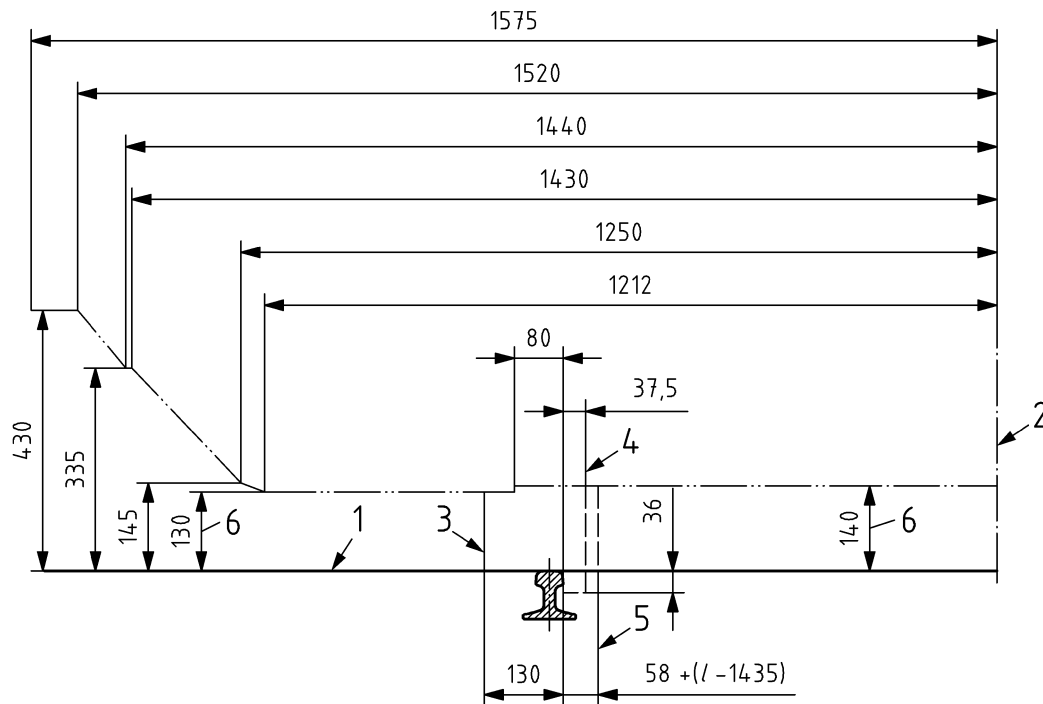
Bild A.1 — Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie G1

A.2.2 Bezugslinien im unteren Bereich der statischen Begrenzungslinie G1

A.2.2.1 Statische Bezugslinie GI1 des unteren Bereichs

Die Bezugslinie GI1 betrifft Fahrzeuge, die Ablaufberge, Gleisbremsen und sonstige Rangier- oder Bremsanlagen befahren (siehe Bild A.2).

Maße in Millimeter



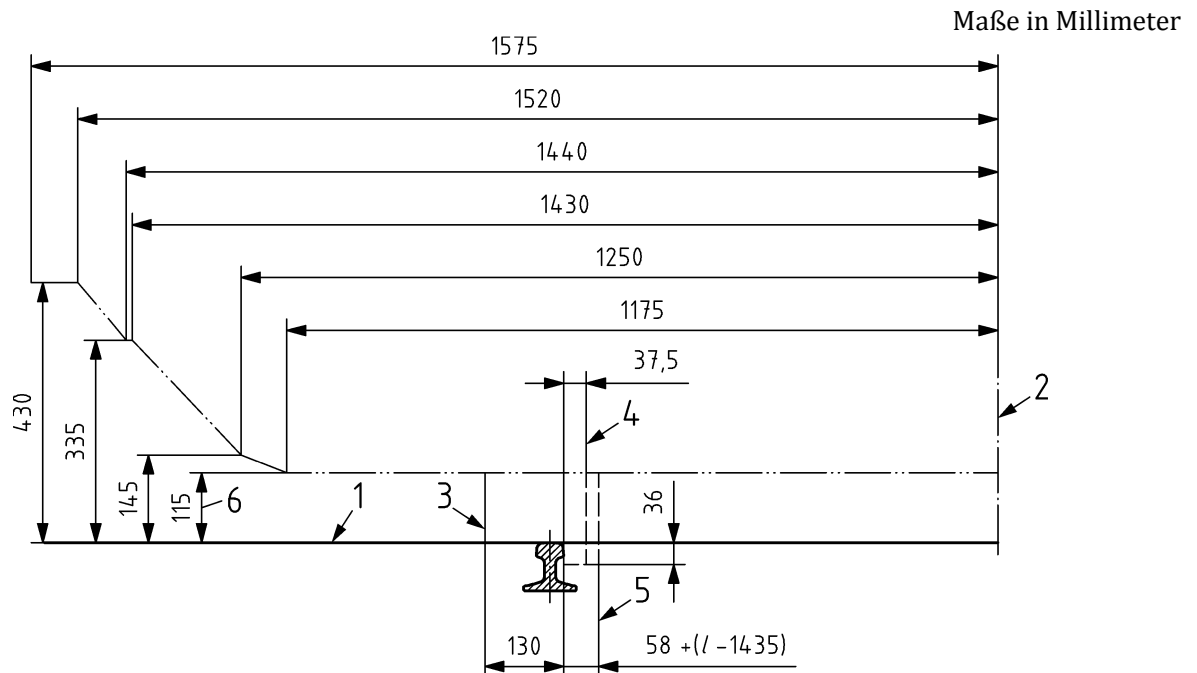
Legende

- 1 Laufebene
- 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
- 6 Es wird daran erinnert, dass diese Werte für nicht abgefederte Fahrzeugteile um 15 mm verringert werden dürfen. Diese Teile dürfen im Abstand von bis zu 950 mm von Fahrzeuglängsachse in den Auswurfbereich von Einheits-Hemmschuhen hineinragen (siehe Bereich C der kinematischen Bezugslinie GI1)

Bild A.2 — Bezugslinie im unteren Bereich der statischen Begrenzungslinie GI1

A.2.2.2 Statische Bezugslinie GI2 des unteren Bereichs

Die Bezugslinie GI2 betrifft Fahrzeuge, die weder Ablaufberge noch Gleisbremsen in Bremsstellung befahren (siehe Bild A.3).



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
- 6 Werte dürfen für nicht abgefederte Teile um 15 mm verringert werden

Bild A.3 — Bezugslinie des unteren Bereichs der statischen Begrenzungslinie GI2

A.2.3 Zugehörige Regeln der statischen Begrenzungslinie G1

A.2.3.1 Anwendungsbereich der statischen Begrenzungslinie G1

Die statische Begrenzungslinie darf unter folgenden Bedingungen verwendet werden:

- Für alle Fahrzeuge:
 - wenn der Neigungskoeffizient nicht größer als $s_{lim} = 0,2$ ist;
 - wenn die dynamischen Verschiebungen nach unten bei gefederten Teilen 30 mm für Teile oberhalb von 0,430 m und 15 mm für Teile unterhalb dieser Höhe nicht überschreiten;
- Zusätzliche Bedingungen für Güterwagen:
 - wenn das Gleisstückspiel nicht größer als 5 mm ist;
 - wenn nur eine Federungsstufe vorhanden ist;
 - wenn der Fahrzeugrahmen nicht besonders biegsam ist.

Im gegenteiligen Fall muss man kinematische oder dynamische Begrenzungslinien 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;
- Einfederung unter Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung.

Die nicht abgefederten Teile oder solche, die nach vollständigem Einfedern keinen Schwingungen oder Durchbiegungen unterliegen, dürfen die Bezugslinie um 15 mm nach unten überschreiten.

Alle Fahrzeuge mit der Bezugslinie Gl2 müssen Kuppen oder Wannen mit dem Radius $R_v \geq 500$ m befahren können, wobei kein Bauteil außer den Spurkränzen unter die Lauffebene geraten darf.

Der Fahrzeugbau muss seine Höhe gegenüber der Lauffebene um e_i oder e_a anheben, mit den Werten:

- Für den Bereich zwischen den Führungsquerschnitten (Regelwerte in Meter):

$$e_i = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{1000} - 0,115 \right]_{>0} \quad (\text{A.2})$$

- Für den Bereich außerhalb der Führungsquerschnitte (Regelwerte in Meter):

$$e_a = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{1000} - 0,115 \right]_{>0} \quad (\text{A.3})$$

A.2.4 Einschränkungsgleichungen

Im vorliegenden Absatz sind die in den Gleichungen auftretenden Punkte (1) und (2) wie folgt anzuwenden:

- (1) Dieser Wert ist für Bauteile anzuwenden, deren Höhe über Lauffebene 0,430 m nicht überschreitet und für diejenigen Bauteile, die aufgrund von Verschleiß und vertikalen Verschiebungen noch tiefer kommen können (ermittelt nach Absatz A.2.3.2);
- (2) Dieser Wert ist für Bauteile anzuwenden, deren Höhe über Lauffebene 0,430 m überschreitet, außer denjenigen, die unter (1) aufgeführt sind.

A.2.4.1 Querschnitte zwischen den Führungsquerschnitten (Endradsätze bzw. Führungsquerschnitte)

$$E_i = \left[\frac{\Delta_i}{500} + \frac{1,465-d}{2} + q + w + [x_i]_{>0} - \left| \begin{smallmatrix} 0,025 (1) \\ 0,075 (2) \end{smallmatrix} \right|_{>0} \right]_{>0} \quad (\text{A.4})$$

$$\text{mit} \quad \Delta_i = \text{Max} \left[\left(a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} \right); \left| \begin{smallmatrix} 5 (1) \\ 7,5 (2) \end{smallmatrix} \right| \right] \quad (\text{A.5})$$

$$\text{und} \quad x_i = \frac{1}{750} \left(a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) \quad (\text{A.6})$$

A.2.4.2 Querschnitte außerhalb der Führungsquerschnitte

$$E_a = \left[\frac{\Delta_a}{500} + \left(\frac{1,465-d}{2} + q + w \right) \frac{2n_a+a}{a} + [x_a]_{>0} - \left| \begin{smallmatrix} 0,025 (1) \\ 0,075 (2) \end{smallmatrix} \right|_{>0} \right]_{>0} \quad (\text{A.7})$$

$$\text{mit} \quad \Delta_a = \text{Max} \left[\left(a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \right); \left| \begin{smallmatrix} 5 (1) \\ 7,5 (2) \end{smallmatrix} \right| \right] \quad (\text{A.8})$$

$$\text{und} \quad x_a = \frac{1}{750} \left(a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) \quad (\text{A.9})$$

A.3 Kinematische Begrenzungslinie G1

A.3.1 Allgemeines

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

Sie besteht aus zwei Bereichen:

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

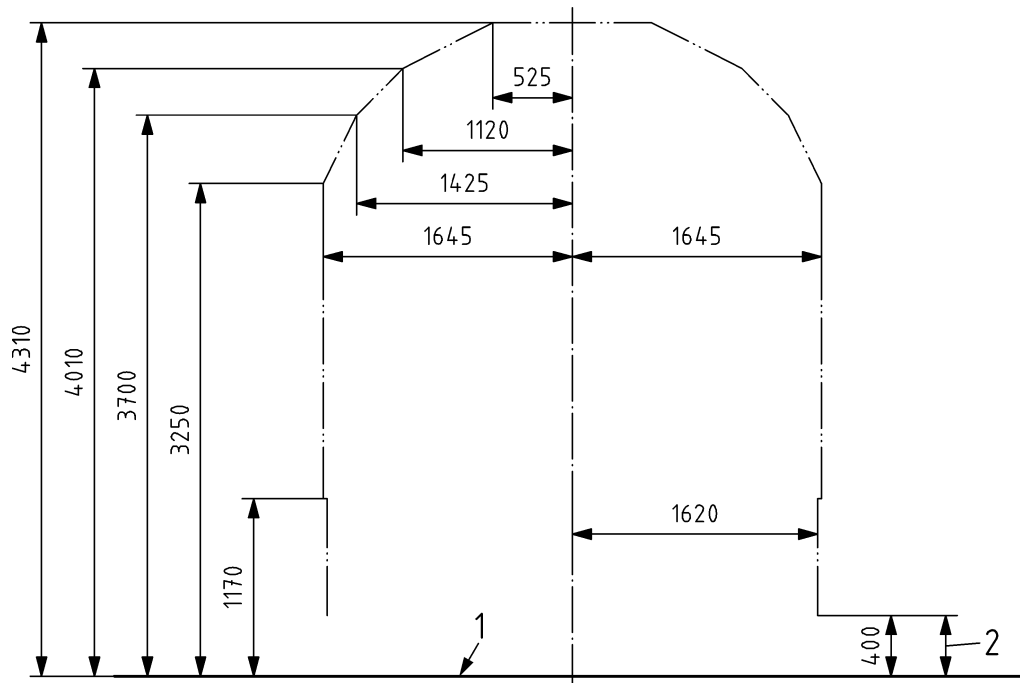
Besetzte Reisezugwagen müssen die Regeln der Bezugslinie GI2 einhalten, wenn sie sich auf einem vertikal nicht gekrümmten Gleis befinden.

Gepäckwagen und Güterwagen, leer und beladen, müssen die Regeln der Bezugslinie GI1 erfüllen.

ANMERKUNG Für den unteren Bereich ist die kinematische Begrenzungslinie GI3 nach Anhang D ebenfalls anwendbar, falls die Fahrweg- Infrastruktur dafür freigemacht ist.

A.3.2 Bezugslinie im oberen Bereich der Begrenzungslinie G1

Maße in Millimeter



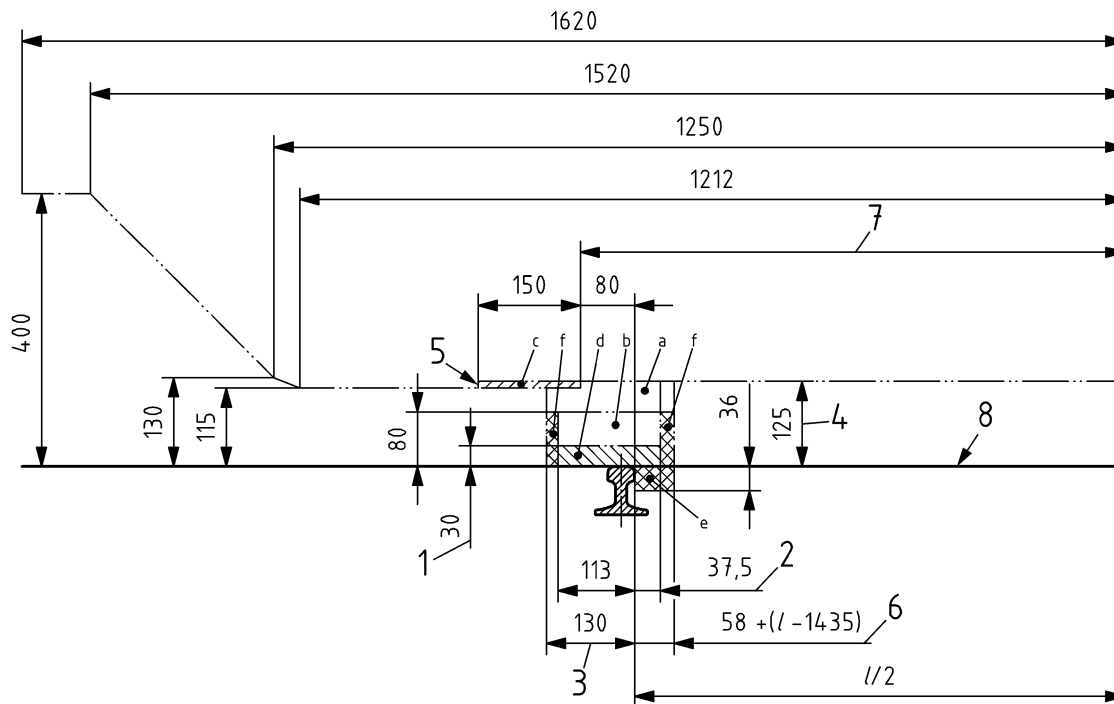
Legende

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

Bild A.4 — Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie G1

A.3.3.1 Kinematische Bezugslinie GI1

Maße in Millimeter



- 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 vorbehalten 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 lichte Weite für Spurkränze im Fall der Führung 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 zum Abbremsen oder Verkeilen 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 (E_{fri} und E_{fra} siehe Bild A.13)

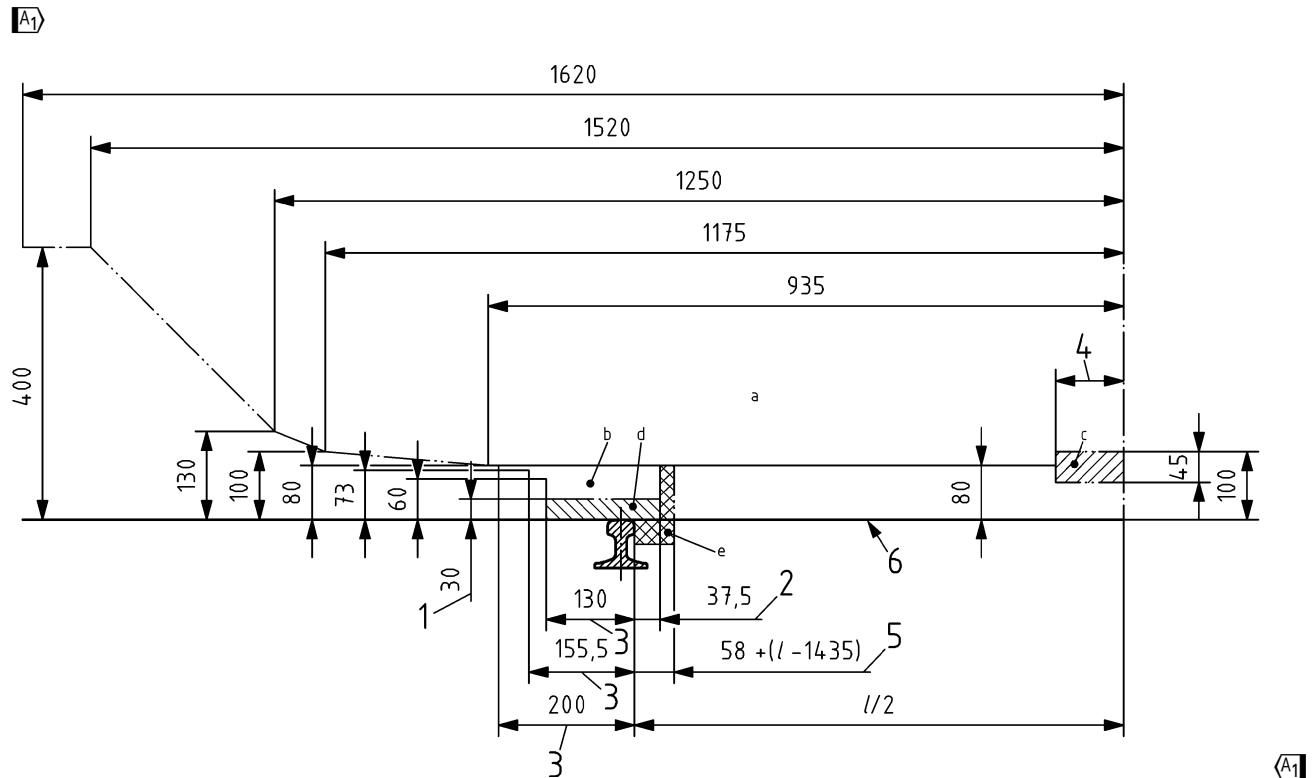
8 Laufebene

Bild A.5 — Bezugslinie des unteren Bereichs der kinematische Begrenzungslinie GI1

A.3.3.2 Kinematische Bezugslinie GI2

GI2: 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 lichte Weite für Spurkränze im Fall der Führung 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 (siehe Erklärungen unter Bild A.12). Bei Drehgestellbauteilen beträgt dieses Maß pauschal 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 des unteren Bereichs der kinematische Begrenzungslinie GI2

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)

Die Mindesthöhen über Lauffebene von Bauteilen in der Nähe des Absatzes der Bezugslinie in Höhe von 1 170 mm und darunter werden unter Berücksichtigung der in den folgenden Abschnitten beschriebenen vertikalen Verschiebungen ermittelt.

A.3.4.1.1 Verschleißbedingte Absenkungen

Diese Absenkungen betreffen folgende Bauteile:

- Räder: Größte Abnutzung für alle Fahrzeugarten oder, wenn eine Nachstellung im Rahmen der Instandhaltung vorgesehen ist: Abnutzungsspielraum zwischen zwei Nachregelungen;
- verschiedene Bauteile: Größte Abnutzungen — Beispiele: Gleitstücke, Bremsgestänge usw. bei allen Fahrzeugarten;
- Radsatzlager: Abnutzung vernachlässigt.

A.3.4.1.2 Absenkungen durch Strukturverformungen

- Radsätze: Durchbiegungen vernachlässigt;
- Drehgestellrahmen: Durchbiegungen vernachlässigt;
- Wagenkasten:
 - a) Torsion: vernachlässigt;
 - b) Querdurchbiegungen: vernachlässigt;
 - c) 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 Absenkungen aus Einfederungen

Die Absenkungen der folgenden Primär- und Sekundärfederungen sind zu betrachten:

- a) Stahlfeder und Gummifeder:
 - 1) Einfederung unter statischer Last;
 - 2) zusätzliche Einfederung aus dynamischen Anregungen;
 - 3) Einfederung aufgrund von Steifigkeitstoleranzen;

b) Luftfeder:

- 1) Vollständige Einfederung — Luftfederbalg entleert (einschließlich Notfederung, sofern vorhanden).

Für Stahl- oder Gummifedern sind bei den Einfederungen in Abhängigkeit von der Fahrzeuggattung folgende Bedingungen zu betrachten:

- Lokomotiven: Einfederung bei einer Überlast von 30 % der abgefederten Masse;
- Güterwagen: vollständige Einfederung (Durchfedern bis zum Aufsetzen);
- Reisezugwagen und Gepäckwagen, Spezialgüterwagen und Triebwagen: Einfederung bei einer Überlast von 30 % des abgefederten Gewichts (bei maximaler Last).

⌈A1 Es darf auch mit vollständiger Einfederung gerechnet werden. ⌋A1

A.3.4.1.4 Gesamtabenkungen, die bei der Bestimmung der Mindesthöhen über SO zu berücksichtigen sind

Zur Untersuchung der Absenkungszustände der Wagenkästen wird das in Bild A.7 dargestellte Abstützungsvieleck — Bereich A — herangezogen.

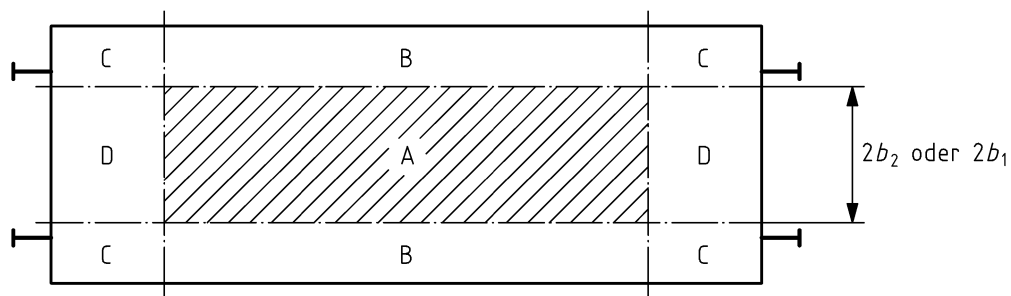


Bild A.7 — Wagenkastenbereiche für die Untersuchung des Einflusses der Absenkungen

Für jeden in Bild A.7 als Beispiel dargestellten Bereich A, B, C, D, sind die bei den Berechnungen zu berücksichtigenden Absenkungswerte in Tabelle A.1 angegeben und müssen entsprechend der untersuchten Struktur angepasst werden.

Tabelle A.1 — Absenkungswerte

		Lokomotiven, Reisezugwagen, Triebwagen	Güterwagen mit einstufiger Federung
Bereich A	Einfederung	Aff	Aff
	Gleitstückspiel	–	$J \frac{b}{b_G}$
	Radverschleiß	Usr	Usr
	Durchbiegung des Wagenkastens	0	Flc
	Neigungswechsel	siehe A.3.4.1.5	
Bereich B	Einfederung	$Aff + 0,1 \cdot s \cdot (b - b_2)$ siehe Anmerkung	$Aff + \Delta Aff \frac{(b - b_1)}{2b_1}$
	Gleitstückspiel	–	$J \frac{b}{b_G}$
	Radverschleiß	Usr	Usr
	Durchbiegung des Wagenkastens	0	Flc
	Neigungswechsel	siehe A.3.4.1.5	
Bereich C	Einfederung	$Max \left(\begin{array}{l} Aff + \Delta Aff \cdot \frac{n_a}{a} \\ Aff + 0,1 \cdot s \cdot (b - b_2) \end{array} \right)$	$Aff + \Delta Aff \frac{\sqrt{n_a^2 + (b - b_1)^2}}{\sqrt{a^2 + 4b_1^2}}$
	Gleitstückspiel	–	$J \frac{b}{b_G}$
	Radverschleiß	$Usr + \Delta Usr \cdot \frac{n_a}{a}$	$Usr + \Delta Usr \cdot \frac{n_a}{a}$
	Durchbiegung des Wagenkastens	0	Flc
	Neigungswechsel	siehe A.3.4.1.5	

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

		Lokomotiven, Reisezug- wagen, Triebwagen	Güterwagen
Bereich D	Einfederung	$Aff + \Delta Aff \cdot \frac{n_a}{a}$	$Aff + \Delta Aff \cdot \frac{n_a}{a}$
	Gleitstückspiel	–	$J \frac{b}{b_G}$
	Radverschleiß	$U_{sr} + \Delta U_{sr} \cdot \frac{n_a}{a}$	$U_{sr} + \Delta U_{sr} \cdot \frac{n_a}{a}$
	Durchbiegung des Wagenkastens	0	Flc
	Neigungswechsel	siehe A.3.4.1.5	

ANMERKUNG 1 Der für den Neigungskoeffizienten s berücksichtigte Wert ist abhängig von der möglichen Resteinfederung. Wenn Aff beispielsweise einer Absenkung bis zum Anschlag entspricht, darf s als null angesehen werden.

ANMERKUNG 2 Je nach Bauweise der Federung kann in den obigen Ausdrücken die Größe b_1 durch b_2 ersetzt werden.

Folgende Formelzeichen werden in der Tabelle verwendet:

Aff : Einfederungswert, einschließlich der Federtoleranzen nach 3.4.1.3;

ΔAff : Einfederungsdifferenz in Längsrichtung (Bereiche C und D) oder in Querrichtung (Bereiche B und C).

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;

ΔU_{sr} : Aufgrund der Instandhaltungsvorschriften maximal zulässige Differenz zwischen dem mittleren Radradius 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 Hemmeinrichtungen

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

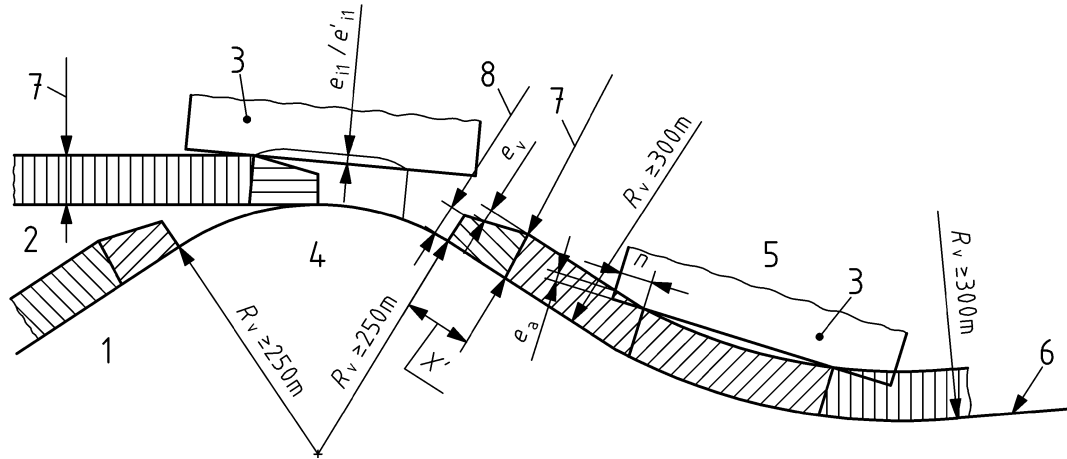
Regelwerte der vertikalen Einschränkungen e_i oder e_a , die bei unbesetzten Reisezugwagen, Gepäckwagen und unbeladenen oder beladenen Güterwagen zu berücksichtigen sind.

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

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

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

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



Legende

- X' Normalfall X' = 3 m ; reduzierter Fall X' = 5 m
 1 herkömmlicher Ablaufberg
 2 Ablauframpe
 3 Fahrzeug
 4 Kuppe
 5 Wanne
 6 Laufebene
 7 (0,115 m oder 0,125 m) oder 0,080 m
 8 im Normalfall: (0,075 m oder 0,085 m) oder 0,040 m ;
 im reduzierten Fall: (0,065 m oder 0,075 m) oder 0,030 m.

Bild A.8 — Höheneinschränkungen e_i oder e_a im Bereich von Kuppen und Wannen

e_i oder e_a : Vergrößerung der Höhe 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 Bereiche zwischen den Führungsquerschnitten gilt (Maße in m):

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

Im Normalfall: 1)

$$e_{i1} = \frac{n_i}{a} \cdot \frac{(a-n_i-3)^2}{500} \quad \text{wenn } a \leq 17,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i < \left(\frac{a-3}{3}\right) \quad (\text{A.10})$$

$$e_{i1} = \frac{(a-3)^3}{3 \cdot 375 \cdot a} \quad \text{wenn } a \leq 17,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \left(\frac{a-3}{3}\right) 1) \quad (\text{A.11})$$

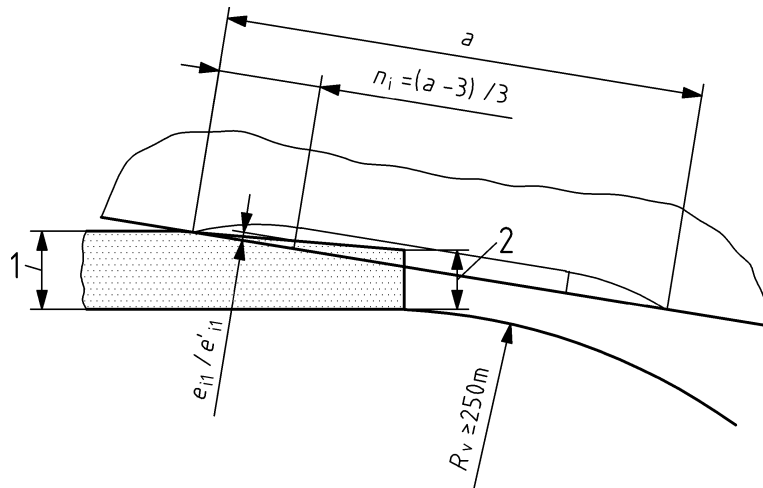
$$e'_{i1} = \left(\frac{27}{4} \cdot \frac{n_i}{a-3}\right) \cdot \left(1 - \frac{n_i}{a-3}\right)^2 \cdot \left(\frac{a^2}{3 \cdot 375} - 0,04\right) \quad \text{wenn } a > 17,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i < \left(\frac{a-3}{3}\right) \quad (\text{A.12})$$

$$e'_{i1} = \frac{a^2}{3 \cdot 375} - 0,04 \quad \text{wenn } a > 17,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \left(\frac{a-3}{3}\right) 1) \quad (\text{A.13})$$

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

Unbesetzte Reisezugwagen und unbeladene oder beladene Gepäck- und Güterwagen müssen, wenn sie ablaufen können, 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.



Legende

- 1 0,115 m/0,125 m oder 0,080 m
- 2 Im Normalfall: 0,075 m/0,085 m oder 0,040 m
Im reduzierten Fall: 0,065 m/0,075 m oder 0,030 m

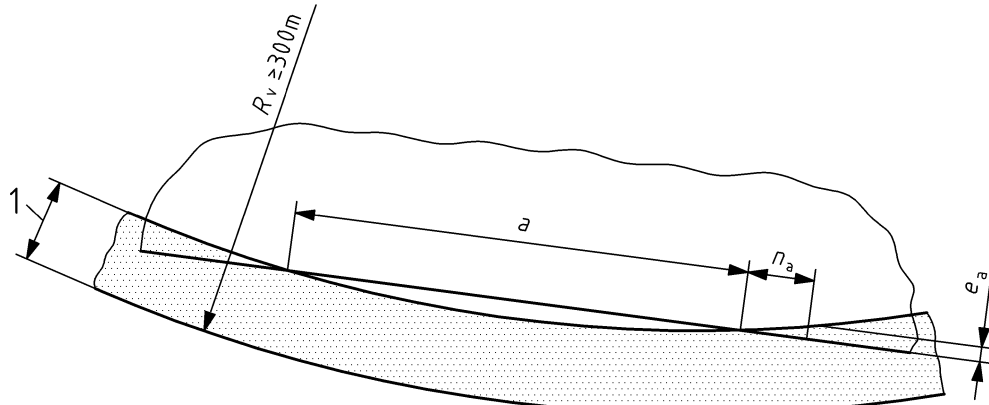
Bild A.9 — Höhereinschränkungen e_{i1} oder e'_{i1} für den Bereich zwischen den Führungsquerschnitten

$$e_i = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{500} - h_{u \min} \right]_{>0} \quad (A.14)$$

mit $h_{u \min} = 0,115 \text{ m}/0,125 \text{ m}$ oder $0,080 \text{ m}$

Für Querschnitte außerhalb der Führungsquerschnitte (Werte in m), siehe Bild A.10. Der Einfluss des Radsatzabstands im Drehgestell wird in diesem Fall vernachlässigt.

$$e_a = \frac{a \cdot n_a + n_a^2}{600} \quad (A.15)$$



Legende

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

Bild A.10 — Höheneinschränkung e_a für die Bereiche außerhalb der Führungsquerschnitte

Reduzierter Fall:

Verringerte Werte der Höhenvergrößerung e_i für Bereiche zwischen den Führungsquerschnitten, die bei bestimmten Fahrzeugen für das Befahren von Neigungswechseln einschließlich Ablaufbergen zu berücksichtigen sind, siehe Bild A.9.

Diese verringerten Werte sind nur bei gewissen Güterwagenbauarten in dem Maße zugelassen, wie sie einen größeren Raum in Anspruch nehmen müssen 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. ²⁾

$$e_{i2} = \frac{n_i}{a} \cdot \frac{(a-n_i-5)^2}{500} \quad \text{wenn} \quad a \leq 15,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i < \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.16})$$

$$e_{i2} = \frac{(a-5)^3}{3\,375 \cdot a} \quad \text{wenn} \quad a \leq 15,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \frac{(a-5)}{3} \quad 2) \quad (\text{A.17})$$

$$e'_{i2} = \left(\frac{27}{4} \cdot \frac{n_i}{a-5} \right) \cdot \left(1 - \frac{n_i}{a-5} \right)^2 \cdot \left(\frac{a^2}{3\,375} - 0,05 \right) \quad \text{wenn} \quad a > 15,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i < \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.18})$$

$$e'_{i2} = \frac{a^2}{3\,375} - 0,05 \quad \text{wenn} \quad a > 15,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \frac{(a-5)}{3} \quad 2) \quad (\text{A.19})$$

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

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 Bereich der Wagen betrifft, kommt zu den Bedingungen hinzu, die aus den Formeln für e_i für lange Wagen abzuleiten sind (siehe Bild A.9).

$$e_i = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{500} - h_{u \min} \right]_{>0} \quad (\text{A.20})$$

mit $h_{u \min} = 0,115/0,125 \text{ m}$ oder $0,080 \text{ m}$

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

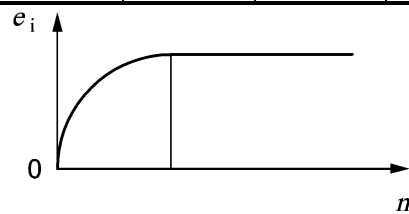
$a \backslash n$	> 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
20	79 69	78 69	78 69	76 68	73 66	69 63	63 59	57 54	49 46	39 37	28 27	15 14	0 0
19,5	73 63	73 63	72 63	71 62	68 61	65 59	60 55	54 50	46 43	37 35	26 25	14 14	0 0
19	67 57	67 57	67 57	66 57	64 56	60 54	56 51	50 46	43 40	35 33	25 24	13 13	0 0
18,5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

Tabelle A.2 (fortgesetzt)

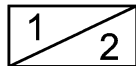
a \ n	> 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
13,5	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	24 13	21 13	18 11	13 8	7 5	0 0
13	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	22 12	20 11	17 10	12 8	7 4	0 0
12,5	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	18 10	15 9	12 7	7 4	0 0
12	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	16 8	14 8	11 6	6 4	0 0
11,5		16 7	16 7	16 7	16 7	16 7	16 7	16 7	15 7	13 7	10 5	6 3	0 0
11		14 6	14 6	14 6	14 6	14 6	14 6	14 6	13 6	12 6	9 5	5 3	0 0
10,5			12 5	12 5	12 5	12 5	12 5	12 5	12 5	10 5	8 4	5 2	0 0
10			10 4	10 4	10 4	10 4	10 4	10 4	10 4	9 4	7 3	4 2	0 0
9,5				9 3	9 3	9 3	9 3	9 3	9 3	8 3	6 3	4 2	0 0
9				7 2	7 2	7 2	7 2	7 2	7 2	7 2	6 2	3 1	0 0
8,5					6 1	6 1	6 1	6 1	6 1	6 1	5 1	3 1	0 0
8					5 1	5 1	5 1	5 1	5 1	5 1	4 1	3 1	0 0
7,5						4 1	4 1	4 1	4 1	4 1	3 1	2 1	0 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										$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$



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



- 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 GI1 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 GI2 einhalten.

A.3.4.1.6 Alle Fahrzeuge

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

In seitlich außerhalb der Räder gelegenen Bereichen muss der Fahrzeugbau die Höhe über der Lauffläche um e_i oder e_a erhöhen:

— Zwischen den Führungsquerschnitten gilt (in m ausgedrückte Regelwerte):

$$e_i = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{1\,000} - h_{u\min} \right]_{>0} \quad (\text{A.21})$$

mit $h_{u\min} = 0,08$ m für $h < 0,1$ m

und $h_{u\min} = 0,1$ m für $h \geq 0,1$ m

— Außerhalb der Führungsquerschnitte gilt (in m ausgedrückte Regelwerte):

$$e_a = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{1\,000} - h_{u\min} \right]_{>0} \quad (\text{A.22})$$

mit $h_{u\min} = 0,08$ m für $h < 0,1$ m

und $h_{u\min} = 0,1$ m für $h \geq 0,1$ m

A.3.4.2 Ermittlung der größten Höhen über Lauffläche

Die größten Höhen über Lauffläche 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 Abschnitten 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.

A.3.4.2.2 Ausdehnung der Federn/dynamisches Hochfedern

Bewegungen in den Federungen nach oben werden in Form einer pauschalen Verschiebung von 10 mm je Federstufe berücksichtigt.

Ⓐ Die vertikale Komponente der quasistatischen Verschiebungen wird nicht berücksichtigt, mit Ausnahme von Begrenzungslinien, deren obere Horizontale eine halbe Breite von mehr als 1 m hat. Ⓐ

A.3.4.2.3 Neigungswechsel

Der Fahrzeugbau muss die Höhen über Laufebene um folgende Werte reduzieren:

— zwischen den Führungsquerschnitten gilt (in m ausgedrückte Regelwerte):

$$e_i = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{1000} - h_{o \min} \right]_{>0} \quad (\text{A.23})$$

mit $h_{o \min} = 0,100 \text{ m}$

— außerhalb der Führungsquerschnitte gilt (in m ausgedrückte Regelwerte):

$$e_a = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{1000} - h_{o \min} \right]_{>0} \quad (\text{A.24})$$

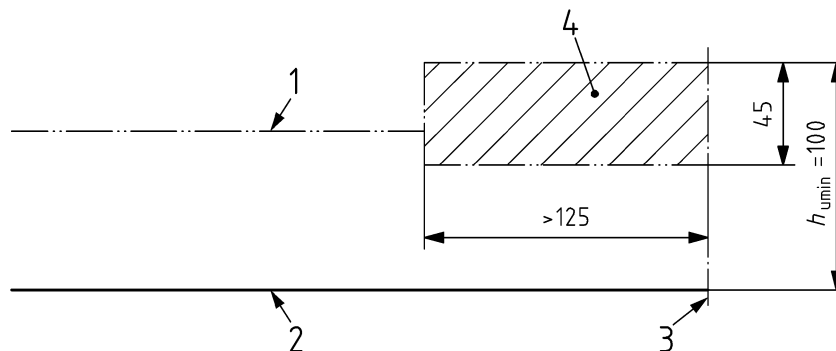
mit $h_{o \min} = 0,100 \text{ m}$.

A.3.5 Krokodile

Für Fahrzeuge, die auf Gleisen mit Krokodilen eingesetzt werden sollen, ist im unteren Bereich der Horizontalen der Bezugslinie in einer Höhe $h_{u \min} = 0,100 \text{ m}$ eine bogenförmige Aussparung vorzusehen.

Innerhalb dieser Aussparung dürfen sich nur die Kontaktbürsten für die Krokodile befinden.

Maße in Millimeter



Legende

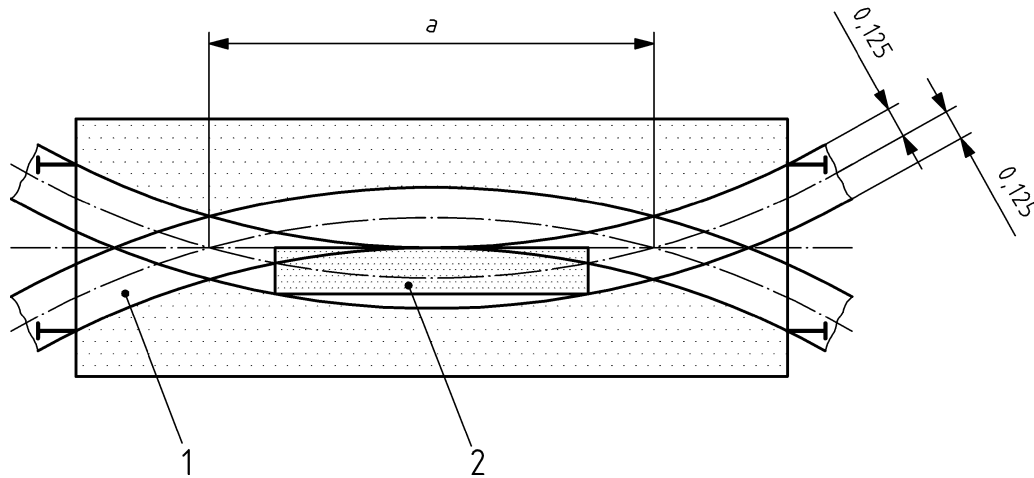
- 1 Bezugslinie
- 2 Laufebene
- 3 Gleisachse
- 4 Bereich der Krokodile

Bild A.11 — Bereich der Krokodile

Die Kontaktbürste darf bis zu 45 mm in den für die Anordnung der Krokodile vorgesehenen Bereich hinabreichen. Aufgrund der elastischen und deformierbaren Eigenschaften der Krokodilkontaktbürsten kann diese auch tiefer geraten.

Wenn sich das Fahrzeug in einem Gleisbogen mit $R = 250 \text{ m}$ und einer Spurweite $l_{\max}$ befindet, darf sich keine Fahrzeugkomponente, die tiefer als $h_{\min} = 0,100 \text{ m}$ (Abstand zur Laufebene) hinabreichen kann, in einem geringeren Abstand als 0,125 m von der Gleisachse befinden.

Die bogenförmige Aussparung von 0,125 m beidseits der Gleisachse ist für eine Krokodilkontaktbürstenbreite von 0,128 m vorgesehen.



Legende

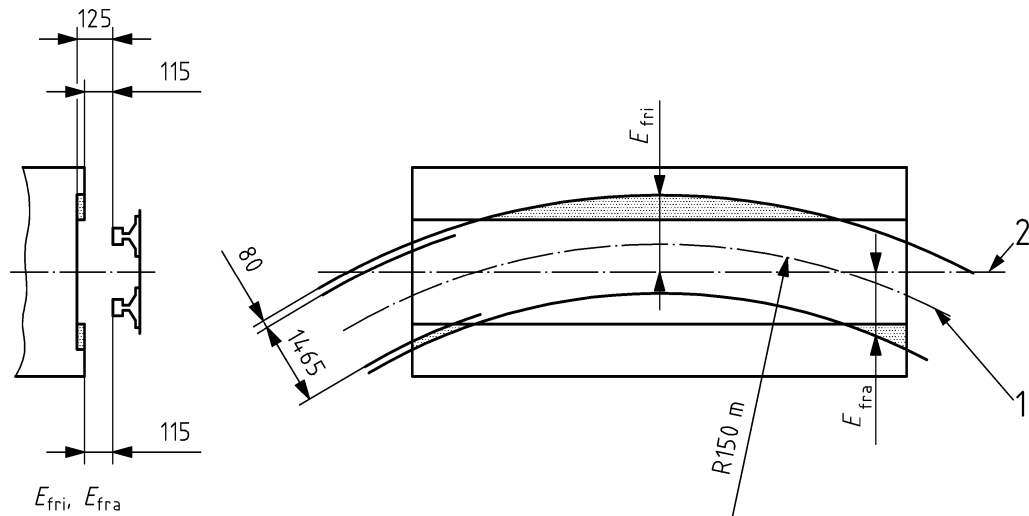
- 1 Bereich des Fahrzeugs, der nicht tiefer hinabreichen darf als 100 mm zur Lauffläche
- 2 Krokodil

Bild A.12 — Raum unter den Fahrzeugen für die Krokodile

Die halbe Breite des Bereichs, der innerhalb des Krokodilbereichs frei bleiben muss für Teile, die am Drehgestell angebracht sind, beträgt pauschal 150 mm.

A.3.6 Einsatz von Rangiereinrichtungen in Gleisbögen

Gleisbremsen und andere Rangier- oder Hemmeinrichtungen, die in Arbeitsstellung die Maße 0,115 m bzw. 0,125 m erreichen können, insbesondere Hemmschuhe von 0,125 m Höhe, dürfen in Gleisbögen mit einem Halbmesser $R \geq 150$ m angebracht werden (siehe Bild A.13).



Legende

- 1 Gleisachse
- 2 Fahrzeugachse

Bild A.13 — Abstände E_{fri} und E_{fra}

Hieraus folgt, dass die Grenze für die Anwendung der Höhenmaße 0,115 m oder 0,125 m, die sich in einem gleich bleibenden Abstand (0,080 m) von der Schieneninnenkante befindet, in einer veränderlichen Entfernung E_{fri} oder E_{fra} von der Wagenlängsachse liegt, siehe obiges Bild.

Man nimmt ³⁾

$$E_{fri} = 0,080 + 1,465 - \frac{1,410}{2} + \frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{300} = 0,840 + \frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{300} \quad (A.25)$$

$$E_{fra} = 0,080 + 1,465 - \frac{1,410}{2} + \frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{300} = 0,840 + \frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{300} \quad (A.26)$$

A.3.7 Bedingungen für das Auffahren auf Fährschiffe

Die Überprüfung für das Auffahren auf Fährschiffe erfolgt zusammen mit der Bestimmung der zulässigen Mindesthöhe für das Fahrzeug h_{min} .

Der Fährknickwinkel benötigt eine Übereinkunft zwischen Infrastruktur- und Verkehrsunternehmen. Er ist aufgrund der bestehenden Fährschiffsrampen auf 3°30' beschränkt.

3) Im Sonderfall von Rangiereinrichtungen kann der Einfluss der Spiele $q + w$ vernachlässigt werden.

In der Gleichung wird berücksichtigt:

- ein fester Zuschlag M_{fb} :
 $M_{fb} = 0,06$ für Reisezugwagen;
 $M_{fb} = 0,02$ für Güterwagen.
- Der Knickwinkel der Auffahrrampe α'' . Die durch diesen Winkel α'' bedingte geometrische Ausragung ist zu berücksichtigen.
- Der Verschleiß der Bauteile des Wagenkastens (Teil von Δh_1).
- Bei Stahl- und Gummifedern (Teil von Δh_1 und Δh_2):
 - die Einfederung bei maximaler statischer Last;
 - die durch die Elastizitätstoleranzen bedingte Einfederung (Instandhaltungsgrenzwerte);
 - die Einfederung aufgrund des Kriechens.
- Bei Luftfedern ist zu beachten (Teil von Δh_2):
 - die vollständige Entleerung der Luftfederbälge (einschließlich Notfederung, sofern vorhanden);
 - Vorrichtungen zum Ausgleich der Messkreisdurchmesseränderungen, des Kriechens der Federn und des Verschleißes können berücksichtigt werden.

Vertikalverschiebung (dg_{iv}) im Bereich zwischen den Führungsquerschnitten:

Bei allen Radsätzen ist vom Mindestmesskreisradius des Rades oder Radsatzes auszugehen, Abnutzung Δr_w .

Zu berücksichtigen ist die vertikale Durchbiegung f aufgrund der Ladung

Der untere Fahrzeugbereich muss oberhalb verbleiben von:

$$h_{\min} = \Delta r_w + \Delta h_1 + \Delta h_2 + f + \frac{n_i \cdot (a - n_i)}{a} \cdot \tan \alpha'' + M_{fb} \quad (A.27)$$

Vertikalverschiebung (dg_{av}) im Bereich außerhalb der Führungsquerschnitte:

Bei einem Drehgestell ist der Mindestmesskreisradius des Rades oder Radsatzes zu berücksichtigen, Abnutzung Δr_w , beim anderen Drehgestell die größte zulässige Differenz zwischen den Drehgestellen (oder den Radsätzen), Abnutzung Δr_{wb} .

An einem Ende ist die Einfederung in Kombination mit dem Mindestmesskreisradius der Räder zu berücksichtigen, am anderen Ende die normal aufgeblasenen Luftfedern.

Der untere Fahrzeugbereich muss somit oberhalb der folgenden Höhe verbleiben:

$$h_{\min} = \Delta r_w + \Delta h_1 + \Delta h_2 + f + n_a \cdot \tan \alpha'' + M_{fb} \quad (A.28)$$

A.3.8 Berücksichtigung der Querverschiebungen der Fahrzeuge

Diese Verschiebungen sind die Summe folgender Verschiebungen:

- 1) geometrische Verschiebungen aufgrund der Einstellung des Fahrzeugs im Gleisbogen und im geraden Gleis (Ausladungen, Querspiele usw.), wobei davon ausgegangen wird, dass die Fahrzeugachse senkrecht zur Lauffläche steht;
- 2) quasistatische Verschiebungen, die auf die Neigung der gefederten Bauteile unter Einwirkung der Schwerkraft (Gleisüberhöhung) und/oder der Fliehbeschleunigung (Überhöhungsfehlbetrag) zurückzuführen sind;
- 3) Querdurchbiegungen des Wagenkastens, die im Allgemeinen vernachlässigt werden, ausgenommen bei schwer beladenen Spezial-Güterwagen, bei denen diese Durchbiegungen hohe Werte annehmen.

A.3.8.1 Quasistatische Verschiebungen (Formelglied für Wanken des Fahrzeugs und die Unsymmetrie, wenn Letztere 1° überschreitet)

Der Ausdruck z_{cin} ist die Abweichung von der Mittellage im Gleis. Diese Abweichung entspricht der Summe von zwei Formelgliedern:

$$\frac{s}{30} (h - h_c)_{>0}$$

Formelglied für das Wanken (Querverschiebung aufgrund der Federelastizität unter Einwirkung eines Überhöhungsüberschusses oder eines Überhöhungsfehlbetrages von 0,05 m);

$$\tan(\eta_0 - 1^\circ)_{>0} \cdot |h - h_c|$$

Formelglied für die Unsymmetrie (Querverschiebung aufgrund des über 1° hinausgehenden Anteils der Unsymmetrie).

Es muss zu dieser Summe ein Formelglied addiert werden, das dem Überhöhungsfehlbetrag oder dem Überhöhungsüberschuss von 0,2 m Rechnung trägt, wenn die Werte von s und h_c eine Überschreitung dessen zur Folge haben, was infrastrukturseitig berücksichtigt wird:

$$\left[\frac{s}{10} (h - h_c)_{>0} - 0,04 \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0}$$

Bei gefederten Bauteilen in einer Höhe h ergibt sich aus den oben stehenden Formelgliedern folgende Gleichung:

$$z_{\text{cin}} = \frac{s}{30} \cdot (h - h_c)_{>0} + \tan(\eta_0 - 1^\circ)_{>0} \cdot |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} \cdot (h - h_c)_{>0} - 0,04 \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0} \quad (\text{A.29})$$

A.3.8.1.1 Sonderfälle

$$\text{— wenn —} \left\{ \begin{array}{l} h > h_c \text{ und } 0,5 \text{ m} \\ s \leq 0,4 \\ \eta_0 \leq 1^\circ \end{array} \right\} z_{\text{cin}} = \frac{s}{30} \cdot (h - h_c)$$

$$\text{— wenn —} \left\{ \begin{array}{l} h < 0,5 \text{ m} \\ \eta_0 \leq 1^\circ \\ \text{und allen Werten von } h_c \text{ und } s \end{array} \right\} z_{\text{cin}} = 0$$

$$\text{— wenn } h = h_c, \text{ dann ist} \quad z_{\text{cin}} = 0$$

$$\text{— bei nicht gefederten Fahrzeugbauteilen ist} \quad z_{\text{cin}} = 0.$$

A.3.8.1.2 Einfluss des Gleitstückspiels bei Drehgestellgüterwagen

- Bei Drehgestellgüterwagen mit einem Gleitstückspiel kleiner oder gleich 5 mm wird davon ausgegangen, dass dieses Spiel im Unsymmetriewinkel von 1° enthalten ist, und laut Vereinbarung wird $\eta_0 = 1^\circ$ gesetzt.

Der Ausdruck z_{cin} , der ein Gleitstückspiel kleiner oder gleich 5 mm berücksichtigt, errechnet sich wie folgt:

$$z_{\text{cin}} = \frac{s}{30} (h - h_c)_{>0} + \left[\frac{s}{10} (h - h_c)_{>0} - 0,04 \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0} \quad (\text{A.30})$$

Außerdem sind die im vorstehenden Abschnitt aufgeführten Sonderfälle zu beachten.

- Bei Güterwagen mit Drehgestellen mit einem Gleitstückspiel von mehr als 5 mm ist die zusätzliche Neigung α des Wagenkastens zu berücksichtigen, die wie folgt ausgedrückt wird:

$$\alpha = \arctan \frac{(J - 0,005)_{>0}}{b_G}$$

Diese zusätzliche Neigung α hat eine Einfederung zur Folge, die sich, multipliziert mit dem Neigungskoeffizienten s , durch eine Drehung des Wagenkastens äußert: αs (mit s : Neigungskoeffizient)

Die vollständige zusätzliche Neigung wird dann zu:

$$\alpha \cdot (1 + s)$$

Der Ausdruck z_{cin} , bei dem ein Gleitstückspiel J von mehr als 5 mm berücksichtigt wird, wird zu:

$$z_{\text{cin}} = \frac{s}{30} (h - h_c)_{>0} + \left\{ \tan \left[\eta'_0 + \left(\arctan \frac{(J - 0,005)_{>0}}{b_G} \right) (1 + s) - 1^\circ \right]_{>0} \right\} \cdot |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} (h - h_c)_{>0} - 0,04 \cdot (h - 0,5)_{>0} \right]_{>0} \quad (\text{A.31})$$

mit η'_0 = Unsymmetrie im Fall eines Gleitstückspiels von 5 mm.

A.3.9 Gleichungen

Im vorliegenden Absatz sind die in den Gleichungen auftretenden Punkte (1) und (2) wie folgt anzuwenden:

(1) Dieser Wert ist für Bauteile anzuwenden, deren Höhe über Lafebene 0,400 m nicht überschreitet und für diejenigen Bauteile, die aufgrund von Verschleiß und vertikalen Verschiebungen noch tiefer kommen können (ermittelt nach Absatz A.3.4);

(2) Dieser Wert ist für Bauteile anzuwenden, deren Höhe über Lafebene 0,400 m überschreitet, außer denjenigen, die unter (1) aufgeführt sind.