

DIN EN 15273-2

ICS 45.020; 45.060.01

Einsprüche bis 2012-10-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15273-2:2010-12**Entwurf****Bahnanwendungen –
Begrenzungslinien –
Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien;
Deutsche Fassung FprEN 15273-2:2012**

Railway applications –
Gauges –
Part 2: Rolling stock gauge;
German version FprEN 15273-2:2012

Applications ferroviaires –
Gabarits –
Partie 2: Gabarit du matériel roulant;
Version allemande FprEN 15273-2: 2012

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-08-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an fsf@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN (Hausanschrift: Panoramaweg 1, 34131 Kassel).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 303 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 15273-2:2012) wurde unter Federführung der WG 32 „Begrenzungslinien“ (Vorsitz: AFNOR, Frankreich) des CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ (Sekretariat: DIN, 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.

Weitere Anpassungen sind für die bereits in Bearbeitung befindliche Revision der Normenreihe EN 15273 vorgesehen. Angestrebt wird damit eine klarere und weniger detaillierte Normenreihe mit allen relevanten Inhalten.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15273-2:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Diskrepanzen und Unkorrektheiten wurden weitestgehend ausgemerzt, Formelzeichen und Definitionen, Gleichungen, Einheiten sowie Text, Tabellen und Bilder korrigiert, harmonisiert und entsprechend CEN- und DIN-Regeln ausgeführt.

Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien

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

Railway applications — Gauges — Part 2: Rolling stock gauge

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: einstufiges Annahmeverfahren
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.4e - RC2

Inhalt

Seite

Vorwort	8
Einleitung.....	14
1 Anwendungsbereich	15
2 Normative Verweisungen.....	15
3 Begriffe	15
4 Symbole und Abkürzungen	16
5 Gemeinsame Vorschriften	21
5.1 Statische und kinematische Begrenzungslinien	21
5.1.1 Beschreibung der Rechenmethode	21
5.1.2 Einteilung der Fahrzeuge	21
5.1.3 Anwendungsbereich für statische und kinematische Begrenzungslinien in Bezug auf die Laufwerkskomponenten der Fahrzeuge.....	22
5.1.4 Anwendungsbereich für statische Begrenzungslinien.....	23
5.1.5 Anwendungsvoraussetzungen für kinematische Begrenzungslinien	23
5.1.6 Toleranzen im Hinblick auf die Abmessungen der Fahrzeuge	24
5.2 Dynamische Methoden.....	24
5.2.1 Allgemeine Grundsätze	24
5.2.2 Dynamische Methode auf der Basis einer Bezugslinie	25
Anhang A (normativ) Begrenzungslinie G1	26
A.1 Allgemeines	26
A.1.1 Einteilung der Drehgestelle	26
A.1.2 Rad/Schiene-Haftreibungsbeiwert	26
A.1.3 Horizontaler Mindestgleisbogenradius	26
A.2 Statische Begrenzungslinie G1	26
A.2.1 Bezugslinie im seitlichen und oberen Bereich	26
A.2.2 Bezugslinien im unteren Bereich der statischen Begrenzungslinie G1	28
A.2.3 Zugehörige Regeln der statischen Begrenzungslinie G1.....	29
A.2.4 Einschränkungsgleichungen.....	30
A.3 Kinematische Begrenzungslinie G1.....	31
A.3.1 Allgemeines	31
A.3.2 Bezugslinie im seitlichen und oberen Bereich der Begrenzungslinie G1	32
A.3.3 Bezugslinien des unteren Bereichs der kinematischen Begrenzungslinie G1	32
A.3.4 Festlegung der Fahrzeughöhen	35
A.3.5 Krokodile	48
A.3.6 Einsatz von Rangiereinrichtungen in Gleisbögen.....	49
A.3.7 Bedingungen für das Auffahren auf Fährschiffe.....	50
A.3.8 Berücksichtigung der Querverschiebungen der Fahrzeuge	52
A.3.9 Gleichungen	54
A.3.10 Einschränkungsgleichungen für Güterwagen (Maße in m).....	60
A.3.11 Gleichungen für Drehgestelle und die mit ihnen verbundenen Bauteile.....	62
A.3.12 Nachweis der Begrenzungslinie für Stromabnehmer und der nicht isolierten spannungsführenden Teile auf dem Dach	63
A.3.13 Überprüfung von Stromabnehmern auf dem Dach von Fahrzeugen mit Neigetechnik oder mit $I_p > I_c$	67
A.3.14 Besondere Regeln für geöffnete Einstiegstüren und Trittstufen in ausgefahrener Stellung	71
A.3.15 Lage der Trittstufen	72
A.3.16 Fahrzeuge mit Neigetechnik	73
A.4 Einstellung der Fahrzeuge im Gleis: Schränkungskoeffizient (A).....	82

Anhang B (normativ) Begrenzungslinien GA, GB und GC	86
B.1 Gemeinsamkeiten mit der Begrenzungslinie G1.....	86
B.2 Statische Begrenzungslinie GA, GB und GC (Lademaße)	86
B.2.1 Bezugslinien im oberen Bereich	87
B.2.2 Einschränkungsgleichungen für die statischen Begrenzungslinien GA und GB	87
B.2.3 Einschränkungsgleichungen für die statischen Begrenzungslinien GC	88
B.3 Kinematische Begrenzungslinien GA, GB und GC	88
B.3.1 Bezugslinien im oberen Bereich	89
B.3.2 Bezugslinien im unteren Bereich	89
B.3.3 Gleichungen für Triebfahrzeuge (ohne Triebwagen)	89
B.3.4 Gleichungen für Triebwagen	92
B.3.5 Gleichungen für Reisezug- und Gepäckwagen	94
B.3.6 Gleichungen für Güterwagen	96
Anhang C (normativ) Begrenzungslinien GB1, GB2	99
C.1 Statische Begrenzungslinien GB1 und GB2	99
C.1.1 Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie GB1	99
C.1.2 Kinematische Begrenzungslinien GB1 und GB2	101
Anhang D (normativ) Kinematische Begrenzungslinie GI3	103
D.1 Bezugslinie GI3	103
D.2 Einschränkungsgleichungen für die kinematischen Begrenzungslinie	104
D.2.1 Triebfahrzeuge (ohne Triebwagen)	104
D.2.2 Triebwagen	106
D.2.3 Reisezug- und Gepäckwagen	107
D.2.4 Güterwagen	109
Anhang E (normativ) Begrenzungslinie G2	111
E.1 Statische Begrenzungslinie G2	111
E.1.1 Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie G2	111
E.1.2 Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie G2	112
Anhang F (normativ) Finnische Begrenzungslinie FIN1	113
F.1 Allgemeines	113
F.2 Zugehörige Regeln	113
F.2.1 Vertikale Position des Fahrzeugs	113
F.2.2 Unterer Fahrzeugbereich	113
F.2.3 Fahrzeugkomponenten in der Nähe der Spurkränze	113
F.2.4 Fahrzeugbreite	114
F.2.5 Bewegliche Trittstufen und nach außen öffnende Türen von Reisezugwagen und Triebwagen	114
F.2.6 Stromabnehmer und nicht isolierte Bauteile auf dem Dach	114
F.2.7 Weitere Regeln und Vorschriften	114
F.3 Einschränkungsgleichungen	114
F.3.1 Allgemeine Vorschriften	114
F.3.2 Einschränkungsgleichungen	115
F.4 Bezugslinien der Begrenzungslinie FIN1	116
F.5 Anhebung der Mindesthöhe der Unterkante von Fahrzeugen, die zum Befahren von Ablaufbergen und Gleisbremsen geeignet sind	117
F.6 Anhebung der Mindesthöhe der Unterkante von Fahrzeugen, die zum Befahren von Ablaufbergen und Gleisbremsen nicht geeignet sind	118
F.7 Befahren von Neigungswechseln und Ablaufbergen	119
F.7.1 Stellung der Gleisbremsen und sonstige Rangiereinrichtungen	119
F.7.2 Befahren der Umfahrgleise von Ablaufbergen	119
F.8 Begrenzungslinie der untersten Trittstufe der Fahrzeuge	119
F.8.1 Allgemeines	119
F.8.2 Vorschriften für den Abstand zwischen Trittstufe und Bahnsteig in Querrichtung	120
F.8.3 Überprüfung der Begrenzungslinie	120
F.9 Begrenzungslinie für nach außen öffnenden Türen und heruntergeklappte Trittstufen bei Reisezugwagen oder Triebwagen	121
F.9.1 Allgemeines	121

F.9.2	Vorschriften in Bezug auf den Abstand zwischen Einstiegstür und festen Anlagen in Querrichtung	122
F.9.3	Überprüfung der Begrenzungslinie	122
F.10	Stromabnehmer und nicht isolierte Bauteile	123
Anhang G (normativ)	Französische Begrenzungslinie FR3.3	124
G.1	Allgemeines	124
G.2	Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie FR3.3	125
G.3	Kinematische Bezugslinien des unteren Bereichs	125
G.4	Zugehörige Regeln zur kinematischen Bezugslinie FR 3.3 zur Berechnung der kinematischen Fahrzeugbegrenzung	125
G.4.1	Vertikale Einschränkungen.....	125
G.4.2	Seitliche Einschränkungen im Höhenbereich $h > 3,250$ m	126
G.4.3	Nachprüfung der Begrenzungslinie der Stromabnehmer und der nicht isolierten spannungsführenden Bauteile auf dem Fahrzeugdach	131
Anhang H (normativ)	Belgische Begrenzungslinien BE1, BE2 und BE3	132
H.1	Allgemeines	132
H.2	Zugehörige Regeln	132
H.2.1	Regeln für den unteren Bereich	132
H.2.2	Vertikale Verschiebungen nach oben.....	132
H.2.3	Seitliche Außentüren in geöffneter Stellung.....	133
H.2.4	Regeln für bewegliche Trittstufen	133
H.2.5	Regeln für die Stromabnehmer	133
H.3	Kinematische Bezugslinien im oberen Bereich.....	134
H.4	Einschränkungsgleichungen.....	136
H.4.1	Einschränkungsgleichungen für Triebfahrzeuge.....	136
H.4.2	Einschränkungsgleichungen für in den Zugverband eingestellte Fahrzeuge	138
H.5	Kinematische Begrenzungslinie für 3-kV- und 25-kV-Stromabnehmer in Arbeitsstellung auf dem belgischen Netz.....	141
H.5.1	Allgemeine Grundsätze	141
H.5.2	Überprüfung für Stromabnehmer zwischen den Führungsquerschnitten (im Stillstand auf einem überhöhten Gleis).....	141
H.5.3	Überprüfung für Stromabnehmer außerhalb der Führungsquerschnitte (Überprüfung während der Fahrt auf einer Strecke mit Überhöhungsfehlbetrag)	142
H.5.4	Stromabnehmer in gesenkter Stellung.....	142
H.5.5	Weitere nicht isolierte Bauteile auf dem Dach.....	142
Anhang I (normativ)	Portugiesische Begrenzungslinien PTb, PTb+ und PTc	144
I.1	Allgemeines	144
I.2	Kinematische Bezugslinien	145
I.3	Bezugslinien im unteren Bereich	147
I.4	Zugehörige Regeln der Begrenzungslinien PT.....	148
I.4.1	Vertikale Verschiebungen	148
I.4.2	Querverschiebungen	148
I.4.3	Zugehörige Regeln für die Bereiche in einer Höhe $h < 400$ mm über der Lauffläche	148
I.4.4	Einschränkungsgleichungen.....	149
I.5	Zugehörige Regeln für die Stromabnehmer und sonstigen Bauteile auf dem Dach	153
I.5.1	Bezugslinie für die Stromabnehmer	153
I.5.2	Stromabnehmer in Arbeitsstellung	154
I.5.3	Stromabnehmer in gesenkter Stellung und sonstige Bauteile auf dem Dach	155
I.6	Zugehörige Regeln für Neigetechnik-Fahrzeuge.....	155
I.6.1	Quasistatische Verschiebungen (z_p).....	155
I.6.2	Einschränkungsberechnung	156
I.6.3	Bedingung für die Neigungsregelung von Fahrzeugen mit aktiver Neigetechnik.....	157
I.6.4	Bedingung bezüglich der Geschwindigkeit der Neigetechnik-Fahrzeuge	158
Anhang J (normativ)	Schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc.....	159
J.1	Dynamische schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc: Allgemeines	159
J.2	Bezugslinien.....	160
J.3	Bezugslinie SEa	160

J.4	Bezugslinie des unteren Bereichs der Begrenzungslinien SEa und SEc	161
J.5	Bezugslinie für den Stromabnehmer der Begrenzungslinie SEa	161
J.6	Dynamische Bezugslinie SEc	162
J.6.1	Bezugslinie für den Bereich unterhalb von 0,15 m der Begrenzungslinie SEc	162
J.6.2	Bezugslinie für den Stromabnehmer der Begrenzungslinie SEc	163
J.7	Methode zur Berechnung der Bewegungen anhand geometrischer Gleichungen	163
J.7.1	Gleisbögen	164
J.7.2	Gerades Gleis	166
J.7.3	Vertikaler Bogen (Ausrundungsbogen), Berechnung des oberen Bereichs	167
J.7.4	Berechnung des unteren Bereichs	168
J.7.5	Ablaufberge	169
J.7.6	Auffahrrampen für Eisenbahnfährschiffe	169
J.7.7	Stromabnehmer	170
J.7.8	Hüllkurvengrenzlinie	171
J.8	Methode zur Berechnung der Bewegungen durch Simulation	171
J.8.1	Modellierungen und Simulationen	173
J.8.2	Bei den Simulationen zu beachtende Parameter	173
J.8.3	Simulationsfälle	174
J.8.4	Horizontale Gleisbögen	174
J.8.5	Gerades Gleis	175
J.8.6	Befahren von Weichen	175
J.8.7	Gleisparameter	175
J.8.8	Berechnete Werte	176
J.8.9	Statistische Auswertung	176
J.8.10	Geometrische Ausragung im horizontalen Gleisbogen	177
J.8.11	Vertikale geometrische Bewegung in Richtung des oberen Bereichs der Bezugslinie	177
J.8.12	Vertikale geometrische Bewegung in Richtung des unteren Bereichs der Bezugslinie	177
J.8.13	Ablaufberge	178
J.8.14	Auffahrrampen für Eisenbahnfährschiffe	179
J.8.15	Stromabnehmer	180
J.8.16	Hüllkurvengrenzlinie	180
J.9	Überprüfung im Hinblick auf die zulässige Bezugslinie	180
J.10	Dynamische Begrenzungslinie: Überprüfung	181
J.10.1	Überprüfung durch Simulation	181
J.10.2	Überprüfung durch Standversuche	182
J.10.3	Überprüfung durch Streckenversuche	182
J.10.4	Dynamische Begrenzungslinie: Gleisfehler	183
J.11	Nachträgliche zweidimensionale statistische Auswertung	183
J.12	Liste der Eingabedaten	184
Anhang K (normativ)	Statische Begrenzungslinien OSShD	187
K.1	Statische Bezugslinien im oberen Bereich (für Fahrzeuge)	187
K.2	Zugehörige Regeln	189
K.2.1	Ausladungen bei $h \geq 3,220$ m	189
K.2.2	Einschränkungsgleichungen	189
K.3	Festlegung der zulässigen vertikalen Maße	191
K.4	Statische Bezugslinien der unteren Bereiche	192
Anhang L (normativ)	Deutsche Begrenzungslinien DE1, DE2, DE3	194
L.1	Begrenzungslinie DE1	194
L.1.1	Kinematische Bezugslinie	194
L.1.2	Zugehörige Regeln	194
L.2	Kinematische Begrenzungslinie DE2	196
L.2.1	Kinematische Bezugslinie	196
L.2.2	Zugehörige Regeln	197
L.3	Kinematische Begrenzungslinie DE3	198
L.3.1	Kinematische Bezugslinie	198
L.3.2	Zugehörige Regeln	198
L.4	Absolute Methode für die Überprüfung der Stromabnehmer	199
L.4.1	Allgemeines	199

L.4.2	Zugehörige Regeln	199
L.4.3	Fahrdraht	201
L.4.4	Zuständigkeit für die Eingabedaten	202
Anhang M (normativ) Niederländische Begrenzungslinien NL1 und NL2		204
M.1	Bezugslinien der kinematischen Begrenzungslinien NL1 und NL2	204
M.2	Zugehörige Regeln	205
Anhang N (informativ) Berechnungsmethode für die Begrenzungslinien UK		206
N.1	Allgemeines	206
N.1.1	Zweck	206
N.1.2	Instandhaltung	206
N.1.3	Toleranzen	206
N.1.4	Zugverbände	206
N.1.5	Konfiguration	206
N.1.6	Bezugsachsen	207
N.1.7	Vorhaltung der Fahrzeugdaten	207
N.2	Statische Methode	207
N.2.1	Grundsätze	207
N.2.2	Fahrzeugabmessungen	207
N.2.3	Fahrzeugaufhängungsbewegungen (Suspension Movements)	209
N.3	Dynamische Methode	210
N.3.1	Grundsätzliches	210
N.3.2	Geometrische Methode	211
N.3.3	Absolute Methode	212
N.3.4	Vergleichende Methode	214
N.3.5	Form und Abmessungen des Fahrzeugs	217
N.3.6	Feld der Betriebsbedingungen	218
N.3.7	Aufhängungsbewegungen	221
N.3.8	Berechnung der Hüllkurvengrenzlinien	221
N.3.9	Dynamische Bezugslinien	229
N.3.10	Fahrzeugbewertung	231
N.4	Geometrische Begrenzungslinien des Vereinigten Königreichs UK	232
Anhang O (informativ) Grundsätzliche Empfehlungen für die Berechnung der dynamischen Begrenzungslinie		233
O.1	Abbildung des Fahrzeugs im Modell	233
O.1.1	Grundsätzliches	233
O.1.2	Fahrzeug-Bedingungen	233
O.1.3	Gewichte	233
O.1.4	Abbildung der Federung im Modell	234
O.1.5	Elastizität	234
O.1.6	Dämpfer	234
O.1.7	Luftfedern	234
O.1.8	Wankstützen	235
O.1.9	Reibung	235
O.1.10	Aktive Komponenten	235
O.1.11	Verbindungen zwischen den Fahrzeugen (Kupplungen)	235
O.1.12	Toleranz für die Aufhängungskomponenten	236
O.1.13	Instandhaltung der Aufhängung	236
O.1.14	Störungsarten der Federung	236
O.1.15	Genauigkeit des Fahrzeugmodells	236
O.2	Validierung des Fahrzeugmodells	236
O.2.1	Allgemeine Anmerkungen zu den Validierungsversuchen	236
O.2.2	Simulationsmodell	238
O.2.3	Simulationsgenauigkeit	239
O.2.4	Wiegebrückenversuch	239
O.2.5	Ausdrehversuch des Drehgestells	240
O.2.6	Wankversuch	241
O.2.7	Fahrversuch auf der Strecke	242

O.3	Simulationsmethode	243
O.3.1	Grundsätzliches	243
O.3.2	Dynamische Untersuchung	243
O.3.3	Oberbaudaten	243
O.3.4	Überhöhung, Geschwindigkeit und Gleisbogenradius: Allgemeine Fälle	244
O.3.5	Überhöhung, Geschwindigkeit und Gleisbogenradius: Sonderfälle	245
O.3.6	Anwendungen mit Überhöhung und Gleisbogenradius	245
O.3.7	Seitenwindkräfte	245
O.3.8	Temporäre Ergebnisse	245
O.3.9	Verhalten des Fahrzeugs im Gleisbogen	247
O.4	Beispiel für eine virtuelle Strecke	248
O.5	Beispiel für eine Zeichnung mit den Maßen und der Form eines Fahrzeugs	250
O.6	Darstellung der Hüllkurvengrenzliniendaten	251
O.6.1	Darstellung der Ergebnisse	251
O.6.2	Format der Tabellenköpfe	252
O.6.3	Matrix der Zwischenergebnisse	253
O.6.4	Ergebnismatrix für das Verhalten im Gleisbogen	254
Anhang P (normativ)	Spanische Begrenzungslinien GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GEC14, GEE10 und GED10	255
P.1	Allgemeines	255
P.2	Statische Begrenzungslinien GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GEE10 und GED10	256
P.2.1	Bezugslinien	256
P.2.2	Zugehörige Regeln	264
P.3	Kinematische Begrenzungslinien GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GEC14, GEE10 und GED10	266
P.3.1	Kinematische Bezugslinien	266
P.3.2	Zugehörige Rechenregeln	274
Anhang Q (normativ)	Fahrzeugerweiterung entsprechend den gebotenen Möglichkeiten der Infrastruktur	292
Anhang R (normativ)	Statische und kinematische Begrenzungslinie: Dokumente zur Überprüfung der Konformität der Fahrzeuge mit einer gegebenen Begrenzungslinie	293
R.1	Liste der beizubringenden Unterlagen für die Überprüfung des Entwurfs	293
R.2	Liste der beizubringenden Unterlagen für die Überprüfung der Übereinstimmung mit einer Begrenzungslinie	293
Anhang S (informativ)	A-Abweichung	295
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG	297
Literaturhinweise		300

Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 15273-2:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

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

Dieses Dokument ersetzt das Dokument EN 15273-2:2009 aufgrund von Inhalten Nationaler Vorworte diverser Mitgliedsländer bezüglich Formelzeichen, Gleichungen und anderer Unkorrektheiten im Dokument von 2009.

Vorgenommene Änderungen gegenüber der EN 15273-2:2009:

- Einleitung: Textänderung
- Anwendungsbereich: Streichung des 4.Satzes;
- 2: Neue normative Verweisung (EN 15663);
- 3: Neuer einleitender Absatz;
- 3.2: Neue Definition;
- 4: Neue Tabelle 1 (Ausgabe FprEN 15273-1:2011);
- 5: Letzter Satz, neue Verweisung zu Anhang R;
- 5.1.1: Textänderung;
- 5.1.2: Neuer Text;
- 5.1.3: Änderungen zu Punkt b);
- 5.1.4: Textänderung;
- 5.1.5: Änderungen zu den Punkten a) und b);
- 5.1.6: Änderung zum 2.Anstrich, im letzten Satz neue Verweisung auf Anhang R;
- A.1.2: Neuer Text und Änderung zu Gleichung A.1;
- A.1.3: neue Symbole;
- A.2.2.1: Neuer Titel, Änderung zu Text und Bild A.2;
- A.2.2.2: Neuer Titel, Änderung zu Text und Bild A.3;

- A.2.3.1: Neuer Text;
- A.2.3.2: Neuer Text und Änderung zu den Gleichungen A.2 und A.3;
- A.2.4.1: Änderungen zu den Gleichungen A.4, A.5 und A.6 ;
- A.2.4.2: Änderungen zu den Gleichungen A.7, A.8 und A.9 ;
- A.3.1: Neuer Text und neue Anmerkung;
- A.3.3.1: Neuer Titel und Änderung im Text und neues Bild A.5;
- A.3.3.2: Neuer Titel, Änderung im Text und neues Bild A.6;
- A.3.4.1: Textänderung;
- A.3.4.1.1: Textänderung;
- A.3.4.1.3: Textänderung;
- A.3.4.1.4: Änderung zu Text, Bild A.7, Tabelle A.1, und neue Symbole;
- A.3.4.1.5: Neue Symbole;
- A.3.4.1.5.1: Neue Bilder A.8 und A.9, neue Anmerkungen 1) und 2) am Seitenende, neue Gleichungen A.10, A.11, A.12, A.13, A.14, A.15, A.16, A.17, A.18, A.19, A.20, sowie Textänderung;
- A.3.4.1.5.2: Textänderung;
- A.3.4.1.6: Neue Gleichungen A.21 und A.22;
- A.3.4.2.2: Textänderung;
- A.3.4.2.3: Textänderung und Änderungen zu den Gleichungen A.23 und A.24;
- A.3.5: Textänderung und Änderungen zu den Bildern A.11, A.12;
- A.3.6: Textänderung, sowie Änderungen zum Bild A.13 und zu den Gleichungen A.25 und A.26;
- A.3.7: Textänderung, neue Symbole und Gleichungen A.27 und A.28;
- A.3.8.1: Neue Gleichung im Text; Änderungen zu Gleichung A.29;
- A.3.8.1.1: Änderungen zu Gleichungen;
- A.3.8.1.2: Neue Symbole, Änderungen zu den Gleichungen A.30 und A.31 sowie zu Gleichungen im Text;
- A.3.9: Neuer Text;
- A.3.9.1.1.1: Änderungen zu den Gleichungen A.32, A.33, A.34;
- A.3.9.1.1.2: Änderungen zu den Gleichungen A.35, A.36, A.37;
- A.3.9.1.2: Änderungen zu Titel und Verweisen (Neubenummerung der nachfolgenden Gleichungen);
- A.3.9.1.2.1: Änderungen von Gleichungen A.38 und A.39;

- A.3.9.1.2.2: Änderungen zu den Gleichungen A.40 und A.41 sowie der am Seitenende stehenden Anmerkung;
- A.3.9.2: Änderungen zur Tabelle A.3, neuer letzter Absatz mit Verweisen auf bezügliche Gleichungen;
- A.3.9.2.1: Änderungen von Gleichungen A.42, A.43, A.44 ;
- A.3.9.2.2: Änderungen von Gleichungen A.45, A.46, A.47 ;
- A.3.9.2.3: Änderungen von Gleichungen A.48, A.49, A.50 ;
- A.3.9.3.1.1: Änderungen von Gleichungen A.51, A.52, A.53 ;
- A.3.9.3.1.2: Änderungen von Gleichungen A.54, A.55, A.56 ;
- A.3.9.3.2: Änderungen zu Verweisungen;
- A.3.9.3.2.1/2: Änderungen zu den Gleichungen A.57, A.58, A.59;
- A.3.10: Änderungen zu Verweisungen, zur am Seitenende stehenden Anmerkung , zu Symbolen im Text sowie Änderungen der Gleichungen A.61, A.62, A.63, A.64, A.65, A.66, A.67, A.68, A.69, A.70;
- A.3.11: Neue Verweisungen;
- A.3.12: Neuer Titel;
- A.3.12.1: Neues Bild A14, neuer letzter Absatz;
- A.3.12.2: Neue Verweisungen;
- A.3.12.3: Neuer Titel und neuer Text;
- A.3.12.4: Streichung von bisherigen mit Ersatz durch neuen Text, neue Gleichungen A.71, A.72, A.73, A.74, A.75, A.76, A.77, A.78, A.79, A.81;
- A.3.12.5.1/2: Neue Gleichungen A.85, A.86, A.87, A.88, A.89, A.90;
- A.3.12.8: Neuer Titel und neue Verweisungen im Text;
- A.3.13: Neue Symbole, neuer Text, neue Gleichungen A.91, A.92, A.93, A.94, A.95, A.96, A.97, A.98, A.99, A.100; Streichung vorheriger Gleichungen A.89 und A.90 sowie A.96 und A.98;
- A.3.13.2.1: Neues Bild A.15, neue Gleichungen A.101, A.102, A.103, A.104, neuer Text, neue Verweisungen;
- A.3.13.2.2: Neue Verweisungen, neues Symbol und neue Gleichung A.105;
- A.3.14: Neue Symbole, neuer Text, neue Gleichungen A.106 und A.107;
- A.3.15: Neuer Titel und neue Untertitel, neuer Text, neue Gleichungen A.108, A.109, A.110, A.111;
- A.3.16.1: Streichung des 2.Satzes;
- A.3.16.3: Neue Bilder A.16a/A.16b und A.17a/A.17b;
- A.3.16.5: Neuer Punkt b);

- A.3.16.7: Neue Gleichung A.112 und neue Symbole im Text;
- A.3.16.7.1: Neue Bilder A.18a und A.18b, neue Verweise im Text, neue Gleichungen A.113 und A.114;
- A.3.16.7.2: Neue Bilder A.19a und A.19b, neue Verweisungen im Text, neue Gleichungen A.115 und A.116;
- A.3.16.9: Berichtigungen im Text, neue Gleichungen A.117, A.118, A.119 und A.120;
- A.4: Neues Symbol im Text, Änderung in der Tabelle A.4;
- B.2.2.2: Neue Gleichungen B.3 und B.4;
- B.3.2: Neue Einleitung;
- B.3.3: Neue Werte, neuer Text, neue Gleichungen B.6, B.8, B.9, B.10, B.13, B.14, B.15;
- B.3.4: Neuer Text, neue Gleichungen B.16, B.17, B.18, B.19, B.20, B.21, B.22, B.23, B.24;
- B.3.5: Neuer Text, neue Verweisungen, neue Gleichungen B.25, B.26, B.27, B.28, B.29, B.30, B.31, B.32, B.33, B.34, B.35;
- B.3.6: Neue Gleichungen B.36, B.37, B.38, B.39, B.40, B.41, B.42, B.43, B.44, B.45, B.46;
- C.1.2.3: Neuer Titel, neuer Text, neue Verweisung auf Anhang D;
- Annexe D: Neuer Titel;
- D.1: Neuer Titel, neues Bild D.1;
- D.2: Neuer Abschnitt (8 Seiten);
- E.1.2.2: Neuer Titel, neuer Text, neue Verweisung auf Anhang D;
- F.2.3: Neuer Text;
- F.2.6: Neuer Text;
- F.2.7: Neuer Text;
- F.3.1: Neue Symbole;
- F.3.2.1: Streichung des vorherigen Abschnitts, Ersatz durch neuen Text, neue Gleichungen F.1, F.2, F.3 und F.4, neue Tabelle F.1;
- F.4: Neue Legende zu Bild F.1;
- F.5: Neue Symbole, neuer Text, neue Gleichungen F.5, F.6 und F.7;
- F.6: Neue Symbole, neuer Text, neue Gleichungen F.8, F.9;
- F.7.2: Neuer Verweis auf RAMO2;
- F.8.1/8.2/8.3: Neuer Text, neue Verweisung und neue Symbole, neue Gleichungen F.10, F.11, F.12;
- F.8.4: Streichung des Abschnitts;

- F.9.1/9.2/9.3: Neuer Text, neue Verweisung und neue Symbole, neue Gleichungen F.13, F.14, F.15;
- F.9.4: Streichung des Abschnitts;
- G.1: Neuer Text;
- G.3: Neuer Titel, neuer Text, neue Verweisung zu Anhang D;
- G.4 und dessen Unterabschnitte: Gesamte Neufassung dieses Abschnitts, neue Gleichungen G.1, G.2, G.3, G.4, G.5, G.6, G.7, G.8, G.9, G.10, G.11, G.12, G.13, G.14, G.15, G.16, G.17, G.18, G.19, G.20, G.21, G.22, G.23, G.24, G.25, G.26, G.27, G.28, G.29;
- H.2.3: Textänderung;
- H.2.4: Textänderung;
- H.4 und dessen Unterabschnitte: Neue Gleichungen H.1, H.2, H.3, H.4, H.5, H.6, H.7, H.8, H.9, H.10, H.11, H.12, H.13, H.14, H.15, H.16, H.17, H.18, H.19, H.20, H.21, H.22, H.23, H.24, H.25, H.26, H.27, H.28, H.29, H.30;
- H.5 und dessen Unterabschnitte: Neue Gleichungen H.31, H.32, H.33, H.34, H.35, H.36, H.37, H.38, H.39;
- I.1: Neue Einleitung;
- I.4 und dessen Unterabschnitte: Neuer Text, neue Symbole und neue Gleichungen I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.9, I.10, I.11, I.12, I.13, I.14, I.15, I.16, I.17, I.18, I.19, I.20, I.21;
- I.5 und dessen Unterabschnitte: Neue Gleichungen I.24, I.25, I.26, I.27, I.28, I.29, I.30, I.31, I.34, I.35;
- I.6 und dessen Unterabschnitte: Neue Gleichungen I.40, I.41, I.42, I.43, I.44, I.45, I.47, I.50, I.51;
- J.1: Neue Tabelle J.1;
- J.3: Neues Bild J.1;
- J.4: Neuer Titel;
- J.6: Neues Bild J.4;
- J.7 und dessen Unterabschnitte: Textänderung, neue Gleichungen J.1, J.2, J.3, J.4, J.5, J.6, J.7, J.8, J.9, J.10, J.11, J.12, J.13 und neue Tabellen J.3, J.5;
- J.8.10: Neuer Text;
- J.8.11: Neue Gleichungen J.14 und J.15 ;
- J.8.12: Neue Gleichungen J.16 und J.17 ;
- J.8.13: Neue Gleichungen J.18 und J.19 ;
- J.8.14: Neue Gleichungen J.20 und J.21 ;
- J.8.15: Neuer Text;
- J.10.4: Neue Gleichungen im Text;

- Anhang K: Neuer Titel, neue Einleitung;
- K.2.2: Neue Gleichungen K.1, K.2, K.3, Neue Gleichungen im Text;
- L.1.2.2: Änderungen von Gleichungen im Text;
- L.2.2: Änderungen von Gleichungen im Text;
- L.3.2: Neues Symbol mit neuen Werten;
- L.4.1: Änderung des letzten Satzes;
- L.4.2.1: Änderungen von Gleichungen und Daten im Text;
- L.4.2.2: Änderungen von Gleichungen im Text;
- L.4.3: Änderungen von Gleichungen im Text;
- L.4.4: Neue Tabelle L.2;
- M.2: Textänderung;
- Annexe N: Änderung zu informativem Anhang;
- N.2.2: Änderungen von Gleichungen N.1, N.2, N.3, N.4, N.5;
- N.2.3: Änderungen von Gleichungen N.6, N.7, N.8;
- N.3.2.1: Textänderung;
- N.3.8.2: Änderungen von Gleichungen N.9, N.10, N.11, Änderungen von Gleichungen im Text;
- N.3.8.3: Änderungen von Symbolen im Text, Änderungen von Gleichungen N.12, N.13, N.14, N.15, N.16, N.17, N.18, N.19, N.20, N.21, N.22, N.23, N.24, N.25, N.26, N.27, N.28, N.29, N.30, N.31, N.32, N.33, N.34, N.35, N.36, N.37, N.38, N.39, N.40, N.41;
- N.3.8.4: Textänderung;
- N.3.9: Änderungen von Gleichungen N.42, N.43, N.44, N.45, N.46, N.47, N.48, N.49, N.50, N.51;
- N.3.10: Neue Tabelle N.4;
- N.4: Streichung dieses Abschnitts (25 Seiten);
- O.2.3: Textänderung;
- O.5: Neue Legende zu Bild O.2 ;
- Anhang P: Erzeugung eines neuen Anhangs zu spanischen Begrenzungslinien (42 Seiten);
- Anhang Q: Neuer Verweis auf EN 15273-1:2009;
- Anhang R: Neue Einleitung;
- R.2: Textänderung zu den Punkten 8), 9) und 11);
- Anhang S: Änderung des letzten Satzes;
- Literaturhinweise: Änderung zur Anzahl der Literaturhinweise.

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 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

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.

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

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

EN 15663, *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung der vorliegenden Europäischen Norm gelten die folgenden, für den Teil 2 spezifischen Begriffe.

3.1

Leerfahrzeug

Beladungszustand der Fahrzeuge, Definition nach EN 15663

3.2

$[\dots]_0$

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

3.3

$|\dots|$

Absolutwert

4 Symbole und Abkürzungen

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

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

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
a	Abstand zwischen den Führungsquerschnitten	m
A	Schränkungskoeffizient	
b	halbe Breite oder Abstand parallel zur Lafebene von der Gleis- oder Fahrzeugachse	m
b_1	halber Abstand der Federn der Primäraufhängung	m
b_2	halber Abstand der Federn der Sekundäraufhängung	m
b_G	halbe Breite der Gleitstücke	m
b_{lac0}	vereinbarte Spaltbreite zwischen Bahnsteigkante und Trittstufe	m
b_{lac}	horizontale Spaltbreite zwischen Bahnsteigkante und Trittstufe	m
$b_{obstacle}$	parallel zur Lafebene 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 Wippe des Stromabnehmers	m
C	Wankpol	
CR	Bezugslinie	
d	Spurmaß	m
dg_a	geometrische Ausragung des Fahrzeugs nach bogenaußen	m
dg_{amax}	zulässiges Höchstmaß der geometrischen Ausragung nach bogenaußen	m
dg_{av}	vertikale Verschiebung der Fahrzeugteile, die außerhalb der Führungsquerschnitte liegen	m
dg_i	Geometrische Ausragung des Fahrzeugs nach bogeninnen	m
dg_{imax}	zulässiges Höchstmaß der geometrischen Ausragung nach bogeninnen	m
dg_{iv}	vertikale Verschiebung der Fahrzeugteile, die innerhalb der Führungsquerschnitte liegen	m
D	Überhöhung	m
Dpl	Querverschiebung	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
e_a	bogenaußenseitige vertikale Einschränkung	m
e_i	bogeninnenseitige vertikale Einschränkung	m
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 im Fahrzeugbereich außerhalb der Führungsquerschnitte	m
E_i	Einschränkung gegenüber der Bezugslinie in Querrichtung im Fahrzeugbereich innerhalb der Führungsquerschnitte	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 Laufebene	m
h_c	Wankpolhöhe	m
h_o	Höhe des Drehpols bei Neigetechnik	m
$h_{o\min}$	für die geometrischen Vertikalverschiebungen der Fahrzeuge vorgesehener Höhenwert oberhalb der Bezugslinie, in Abhängigkeit vom vertikalen Ausrundungsradius	m
h_p	Höhe des Drehpols bei Neigetechnik des Stromabnehmers	m
h_q	Bahnsteighöhe	m
h_t	Höhe des unteren Stromabnehmergelenks über der Laufebene	m
$h_{u\min}$	für die geometrischen Vertikalverschiebungen der Fahrzeuge vorgesehener Höhenwert unterhalb der Bezugslinie, in Abhängigkeit vom vertikalen Ausrundungsradius	m
I	Überhöhungsfehlbetrag	m
I'_c	Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrages zwischen 0 und I_c	m
I'_p	Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrages, der bei Fahrzeugen mit Neigetechnik berücksichtigt wird	m
I_c	vom Infrastrukturverantwortlichen für seine Strecken festgelegter maximaler Überhöhungsfehlbetrag	m
$I_{\max}$	maximal zulässiger Überhöhungsfehlbetrag	m
I_p	Überhöhungsfehlbetrag der Fahrzeuge mit Neigetechnik	m
j	vereinbarter Wert für das vertikale Mindestgleitstückspiel	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
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	m
l_{nom}	Nennspurweite	m
l_{max}	maximale Spurweite	m
L	Abstand der Schienenmitten in Höhe der Lafebene	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 Querschnitts vom nächsten Führungsquerschnitt	m
n_a	n für die außerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Querschnitte	m
n_i	n für die zwischen den Führungsquerschnitten gelegenen Querschnitte	m
n_μ	Abstand des betrachteten Querschnitts vom Drehzapfen 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 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 (5,0 m) der zwischen den Drehzapfen gelegenen Stromabnehmer	m
q	Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder zwischen Radsatz und Wagenkasten bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen	m
q^s	Verschiebung aus quasistatischer Neigung, berücksichtigt durch die Infrastruktur	m
R_{min}	minimaler Gleisbogenradius	m
R_p	Gleisbogenradius bei größter Neigung von Fahrzeugen mit Neigetechnik	m
R_v	Vertikaler Ausrundungsradius bei Längsprofilen	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
s	Neigungskoeffizient (Wankbeiwert)	
s_0	in der Vereinbarung zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen berücksichtigter Wert des Neigungskoeffizienten	
s_n	Wankkoeffizient der Tragstruktur des Stromabnehmers	
s'_0	in der Vereinbarung zwischen Fahrzeug- und Infrastrukturverantwortlichen bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie berücksichtigter Wert des Neigungskoeffizienten	
s_{lim}	Grenzwert des Wankkoeffizienten	
S	zulässige Ausladung	m
S_0	vereinbarter Wert für die Ausladung bei der Bezugslinie	m
t	Index für die Beschreibung der Nachgiebigkeit 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 herkömmlichen Zuges	km/h
V'_p	Zwischenwert der Geschwindigkeit eines Neigetechnikzuges	km/h
w	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m
w_∞	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten im geraden Gleis	m
$w_{a(R)}$	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten auf der Bogenaußenseite bei einem Gleisbogenradius R	m
$w_{i(R)}$	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten auf der Bogeninnenseite bei einem Gleisbogenradius R	m
w'_∞	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten im geraden Gleis bei Laufdrehgestellen von Triebwagen	m
$w'_{a(R)}$	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten nach bogenaußen bei einem Gleisbogenradius R bei Laufdrehgestellen von Triebwagen	m
$w'_{i(R)}$	Wiegenquerspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten nach bogeninnen bei einem Gleisbogenradius R bei Laufdrehgestellen von Triebwagen	m
x	Abstand vom Ursprungspunkt O bei der Berechnung von e_v	m
x_a	zusätzliche Einschränkung außerhalb der Drehzapfen für lange Fahrzeuge	m
x_i	zusätzliche Einschränkung zwischen den Drehzapfen für lange Fahrzeuge	m
y	Abstand des fiktiven Drehzapfens vom geometrischen Mittelpunkt des Drehgestells	m
z	beim Fahrzeug berücksichtigter Teil der quasistatischen Neigung	m
z'	Unterschied zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Neigung im oberen Prüfpunkt des Stromabnehmers	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
z''	Unterschied zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Neigung im unteren Prüfpunkt des Stromabnehmers	m
z'_P	Unterschied zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Neigung im oberen Prüfpunkt des Stromabnehmers auf einem Neigetechnikfahrzeug oder wenn $I_P > I_C$ gilt	m
z''_P	Unterschied zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Neigung im unteren Prüfpunkt des Stromabnehmers auf einem Neigetechnikfahrzeug, oder wenn $I_P > I_C$ gilt	m
z_{cin}	quasistatische 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 Lafebene	Grad
η_0	Unsymmetriewinkel eines Fahrzeugs, bedingt durch Fertigungstoleranzen, die Einstellung der Federungen und Ladungsverschiebungen	Grad
η'_0	Unsymmetriewinkel eines Fahrzeugs, dessen Gleitstückspiel nicht j 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; erlaubte Weite 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 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 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. Bei TSI-Bezugslinien gilt das sinngemäß für die Einhaltung der Interoperabilitätsrichtlinien.
- c) 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.
- 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 Herstellerdokumenten 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 dieses Teils von EN 15273 ermittelten Werte für E_i oder E_a abzuziehen sind.

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

5.1.2 Einteilung der Fahrzeuge

Die Eisenbahnfahrzeuge werden in die nachfolgenden Gruppen eingeteilt, damit die Gleichungen korrekt und für jeden Fahrzeugtyp zutreffend angewandt werden können.

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

ANMERKUNG 1 Die mit Treibachsen ausgerüsteten Lokomotiven werden aus Sicht der Begrenzungslinie wie ein Güterwagen mit Radsätzen betrachtet.

- Wagen: Nicht angetriebenes Fahrzeug, welches geeignet ist, Fahrgäste zu befördern, ausgerüstet mit Drehgestellen oder einzelnen Laufachsen ;

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

- Gepäckwagen: Nicht angetriebenes Fahrzeug für Handelswaren, dazu bestimmt, in Personenzugverbänden 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 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.

ANMERKUNG 4 Diese Einteilung beeinflusst den Wert der Verschiebung nach unten, der in der Berechnung der Begrenzungslinie zu berücksichtigen ist. Die 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: Motorisiertes Fahrzeug für Personen- oder Gütertransport, das ein oder zwei Triebdrehgestelle hat;

ANMERKUNG 5 Triebwagen mit Einzelradsätzen werden aus Sicht der Begrenzungslinie wie Einzelradsatzgüterwagen betrachtet.

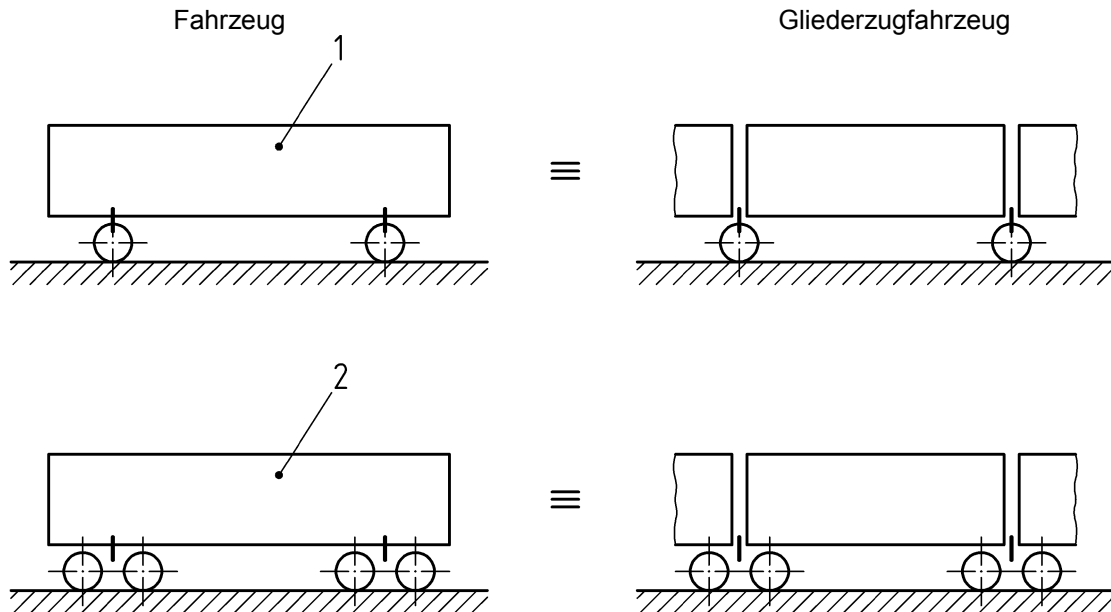
- Fahrzeuge ohne feste Drehzapfen.

ANMERKUNG 6 Für die Fahrzeuge ohne feste Drehzapfen nimmt man als scheinbaren Drehzapfen 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 Drehzapfens 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 diesem Teil von EN 15273 beschriebenen statischen und kinematischen Begrenzungslinien gelten im Allgemeinen nur für Fahrzeuge mit folgenden Laufwerkskomponenten (siehe Bild 1):

- 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.
- 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.
- 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 dieses Teils von EN 15273 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 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.

5.1.6 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 dieses Teils von EN 15273 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;
- 0,0025 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 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.

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 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 (9,81m/s²)

F_w die größte Zugkraft am Radumfang;

M_e die Radsatzlast;

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

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

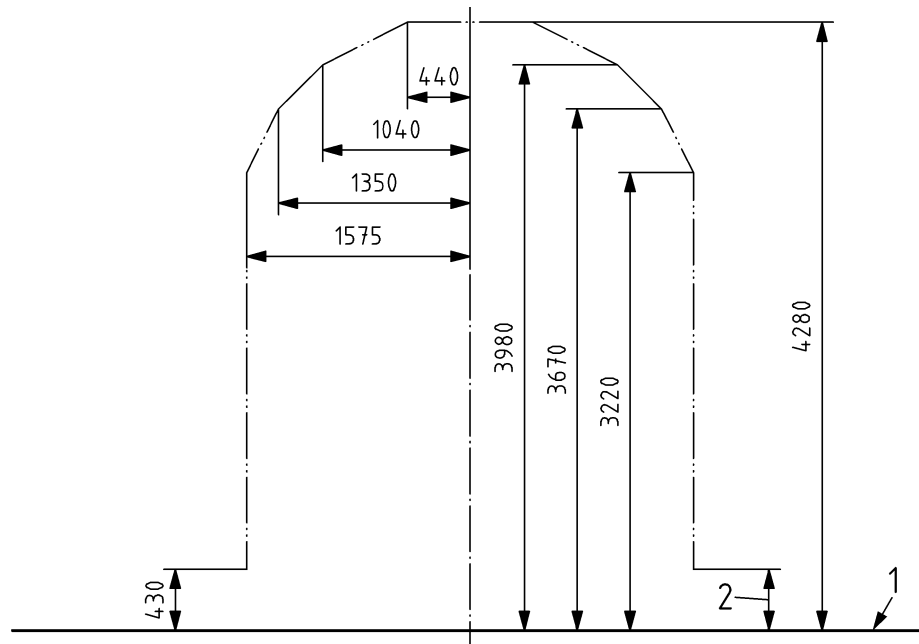
A.1.3 Horizontaler Mindestgleisbogenradius

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 Lauebene
- 2 unterer Bereich nach A.2.2

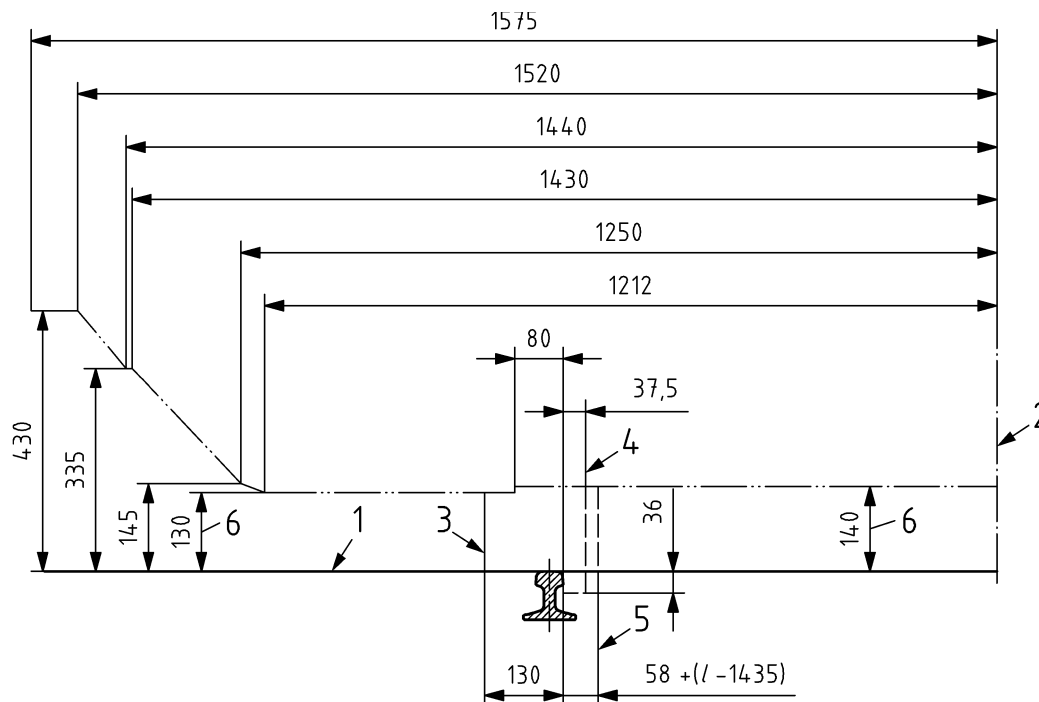
Bild A.1 — Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie G1

A.2.2 Bezugslinien im unteren Bereich der statischen Begrenzungslinie G1

A.2.2.1 Statische Bezugslinie G11 des unteren Bereichs

Die Bezugslinie G11 betrifft Fahrzeuge, die Ablaufberge, Gleisbremsen und sonstige Rangier- oder Bremsrichtungen befahren dürfen (siehe Bild A.2).

Maße in Millimeter



Legende

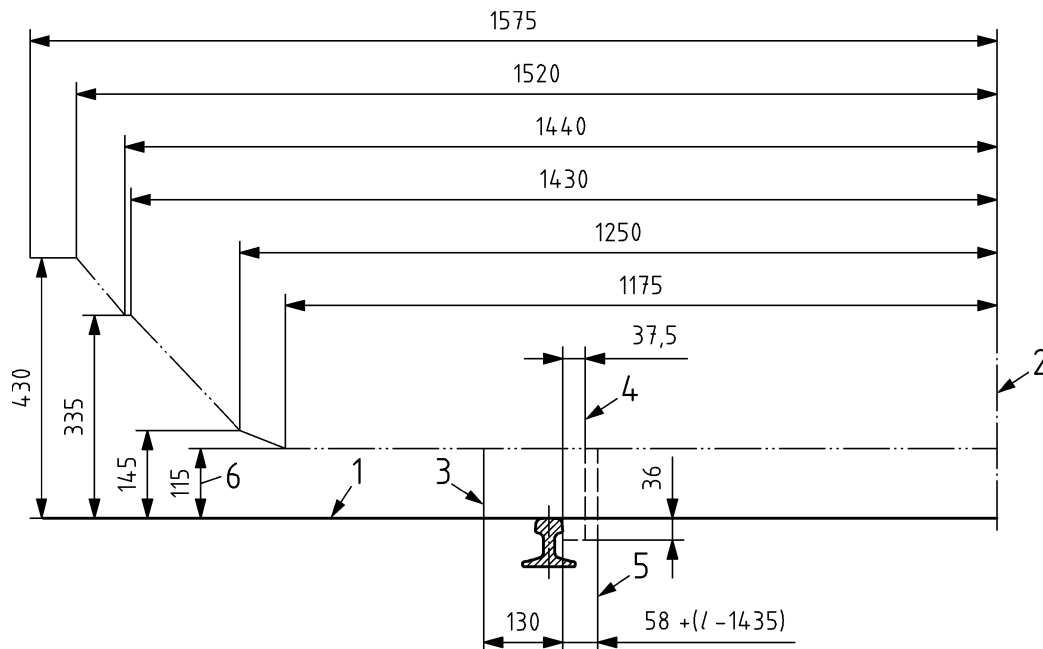
- 1 Laufebene
- 2 Achse der Bezugslinie
- 3 Grenzlage der äußeren Radstirnfläche
- 4 unterstellte größte Breite der Spurkränze unter Beachtung der möglichen Schrägstellung der Radsätze im Gleis
- 5 tatsächliche Lage der inneren Radstirnfläche, wenn der Radsatz an der gegenüberliegenden Schiene anliegt
- 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 G11)

Bild A.2 — Statische Bezugslinie des unteren Bereichs G11

A.2.2.2 Statische Bezugslinie GI2 des unteren Bereichs

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

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Lafebene
- 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 — Statische Bezugslinie GI2 des unteren Bereichs

A.2.3 Zugehörige Regeln der statischen Begrenzungslinie G1

A.2.3.1 Anwendungsbereich der statischen Begrenzungslinie G1

Die statische Begrenzungslinie kann unter folgenden Bedingungen verwendet werden:

- Für alle Fahrzeuge:
 - wenn der Wankkoeffizient 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 voller Beladung im statischen Zustand.

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

Alle Fahrzeuge mit der Bezugslinie G12 dürfen Kuppen oder Wannen mit dem Radius $R_v \geq 500$ m befahren, wobei kein Bauteil außer den Spurkränzen unter die Laufebene geraten darf.

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

- Für den Bereich zwischen den Führungsquerschnitten (Regelwerte in Metern)

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

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

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

A.2.4 Einschränkungsgleichungen

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

- (1) Dieser Wert ist für Bauteile anzuwenden, deren Höhe über Laufebene 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 Laufebene 0,430 m überschreitet, außer denjenigen, die unter (1) aufgeführt sind.

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

$$E_i = \left[\frac{\Delta_i}{500} + \frac{1465 - d}{2} + q + w + [x_i]_{>0} - \begin{matrix} 0,025(1) \\ 0,075(2) \end{matrix} \right]_{>0} \quad (\text{A.4})$$

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

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

A.2.4.2 Querschnitte außerhalb der Führungsquerschnitte

$$E_a = \left[\frac{\Delta_a}{500} + \left(\frac{1465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n_a + a}{a} + [x_a]_{>0} - \begin{matrix} 0,025(1) \\ 0,075(2) \end{matrix} \right]_{>0} \quad (\text{A.7})$$

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

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

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 Bremsenrichtungen in Arbeitsstellung befahren dürfen oder nicht (Bereich unterhalb von 130 mm).

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

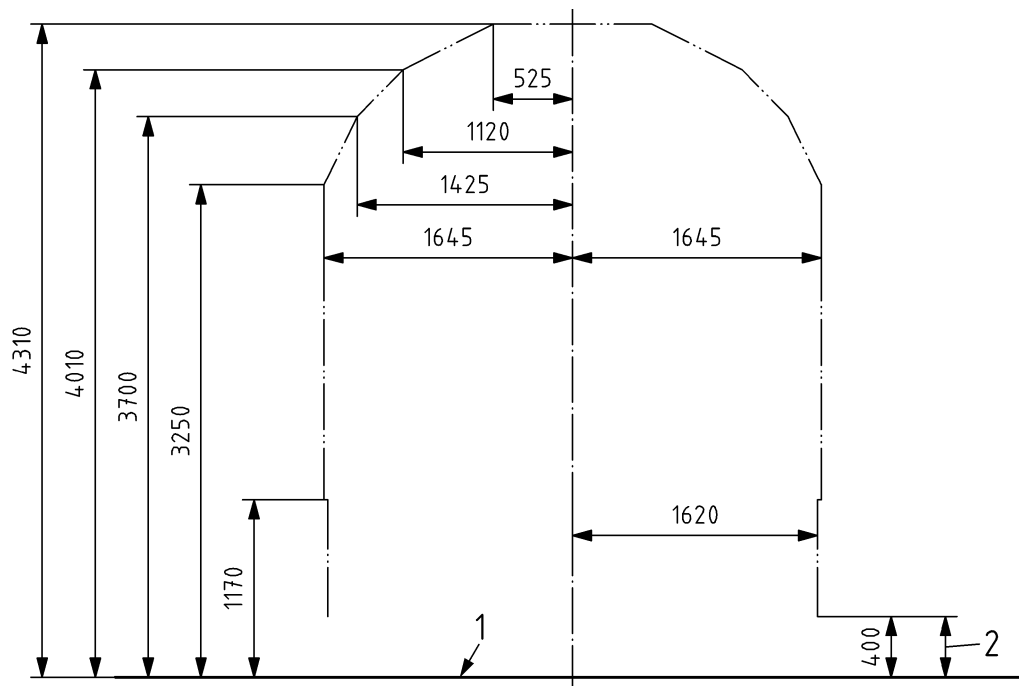
Besetzte Reisezugwagen müssen die Regeln der Bezugslinie G12 einhalten, wenn sie sich auf einem vertikal nicht gekrümmten Gleis befinden.

Gepäckwagen und Güterwagen, leer und beladen, müssen die Regeln der Bezugslinie G11 erfüllen.

ANMERKUNG Für den unteren Bereich ist die kinematische Begrenzungslinie G13 nach Anhang D ebenfalls anwendbar, falls die Fahrweg-Infrastruktur dafür freigemacht ist.

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

Maße in Millimeter



Legende

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

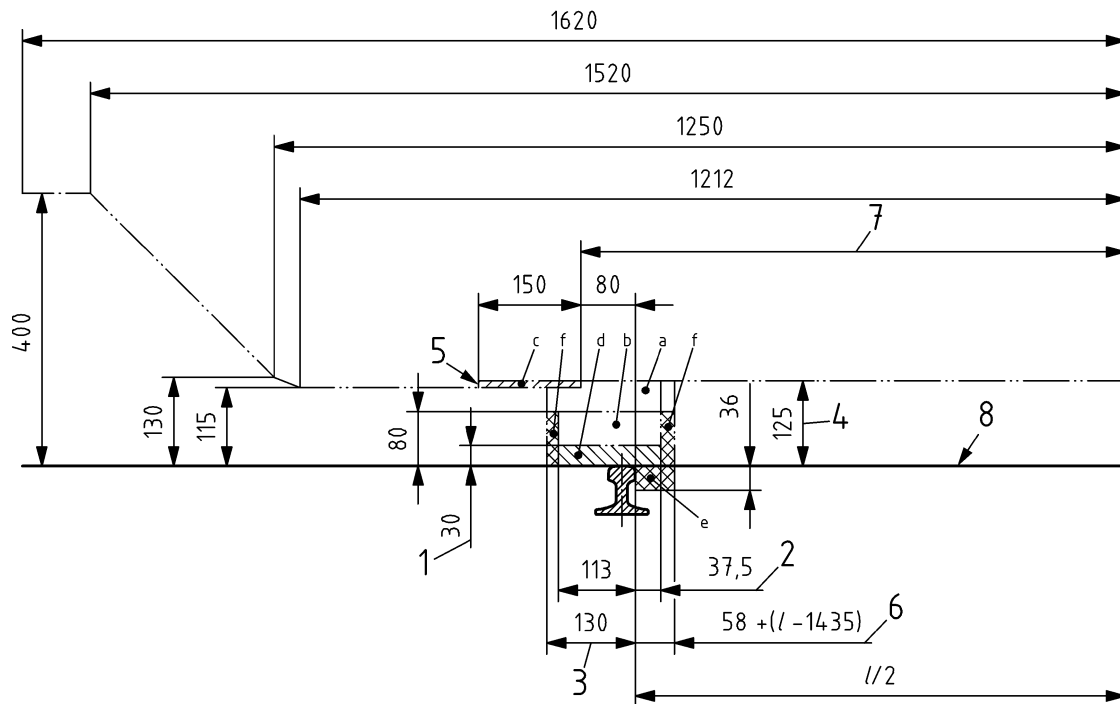
Bild A.4 — Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie G1

A.3.3 Bezugslinien des unteren Bereichs der kinematischen Begrenzungslinie G1

A.3.3.1 Kinematische Bezugslinie G11

G11: 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

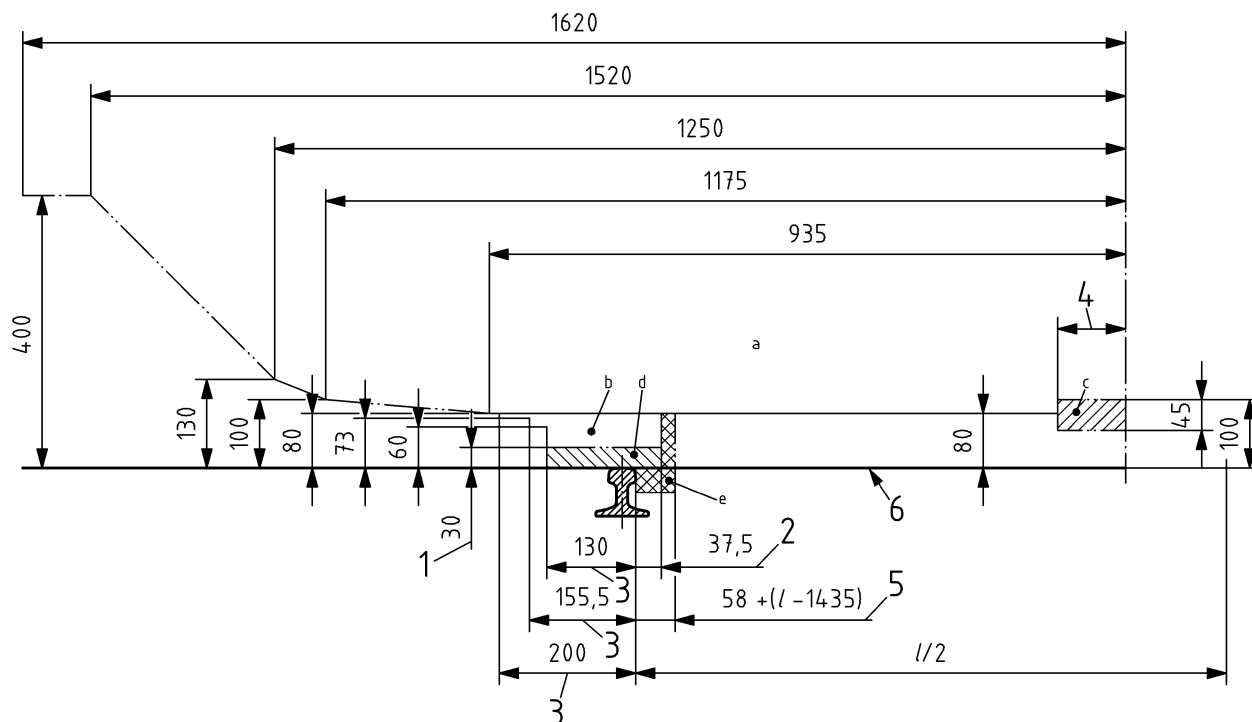
- a Bereich für Komponenten, die sich nicht in der Nähe der Räder befinden
- b Bereich für Komponenten, die sich in unmittelbarer Nähe der Räder befinden
- c Auswurfbereich für Einheits-Hemmschuhe
- d Bereich für die Räder und Komponenten, die mit den Schienen in Berührung kommen
- e ausschließlich den 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 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 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 Lauffebene

Bild A.5 — Kinematische Bezugslinie GI1 für den unteren Bereich

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; bei Drehgestellbauteilen beträgt dieses Maß pauschal 0,150 m (siehe Erklärungen unter Bild A.12)
- 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 — Kinematische Bezugslinie GI2 für den unteren Bereich

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 Laufebene (Schienenoberkante SO)

Die Mindesthöhen über Laufebene 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 und für jede Konstruktion besonders;
- 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:

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

A.3.4.1.4 Gesamtablenkungen, 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.

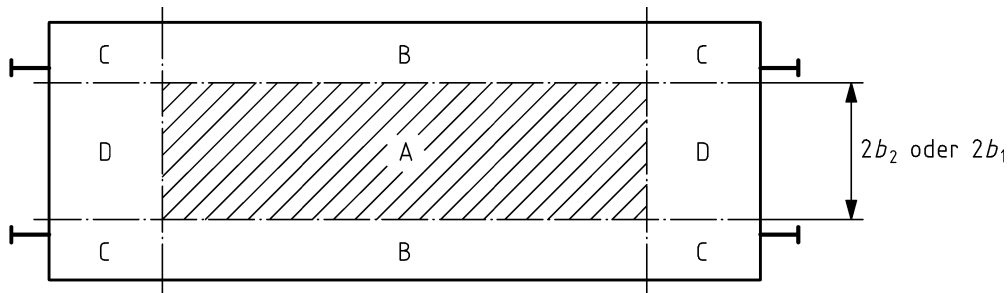


Bild A.7 — Wagenkastenbereiche für die Untersuchung des Einflusses der Absenkungen

Für jeden 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, Triebwagen	Güterwagen mit einstufiger Federung
	Einfederung	Aff	Aff
Bereich A	Gleitstückspiel	—	$J \frac{b}{b_G}$
	Radverschleiß	Usr	Usr
	Durchbiegung des Wagenkastens	0	Flc
	Neigungswechsel	siehe A.3.4.1.5	
	Einfederung	$Aff + 0,1 \cdot s \cdot (b - b_2)$ siehe Anmerkung	$Aff + \Delta Aff \frac{(b - b_1)}{2b_1}$
Bereich B	Gleitstückspiel	—	$J \frac{b}{b_G}$
	Radverschleiß	Usr	Usr
	Durchbiegung des Wagenkastens	0	Flc
	Neigungswechsel	siehe A.3.4.1.5	
	Einfederung	$Max \left(\begin{array}{l} Aff + \Delta Aff \cdot \frac{n_a}{a} \\ Aff + 0,1 \cdot s \cdot (b - b_2) \end{array} \right)$	$Aff + \Delta Aff \frac{\sqrt{n_a^2 + (b - b_1)^2}}{\sqrt{a^2 + 4b_1^2}}$
Bereich C	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
	Einfederung	$Aff + \Delta Aff \cdot \frac{n_a}{a}$	$Aff + \Delta Aff \cdot \frac{n_a}{a}$
Bereich D	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, kann 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 A.1 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 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 $h_{\text{umin}} = 0,125 \text{ m}$ 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 $h_{\text{umin}} = 0,080 \text{ m}$) 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 $h_{\text{umin}} = 0,080 \text{ m}$) oder die Bezugslinie nach Bild A.5 (mit $h_{\text{umin}} = 0,125 \text{ m}$ 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

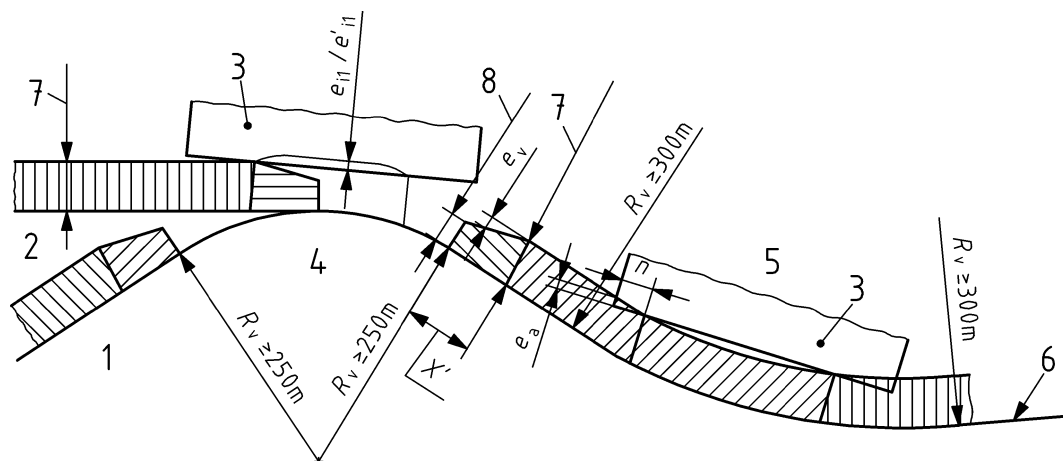
Regelwerte der vertikalen Einschränkungen e_i oder e_a , die bei unbesetzten Reisezugwagen, Gepäckwagen und unbeladenen oder beladenen Güterwagen zu berücksichtigen sind.

Fahrzeuge, die ablaufen dürfen, müssen auf vertikal nicht gekrümmten Gleisabschnitten Gleisbremsen in Bremsstellung und andere Rangier oder Halteeinrichtungen mit einer Höhe bis zu $0,115 \text{ m}/0,125 \text{ m}$ über Lafebene 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 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 $0,115 \text{ m}/0,125 \text{ m}$ auf $0,080 \text{ m}$ über Lafebene 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 Lafebene 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:

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

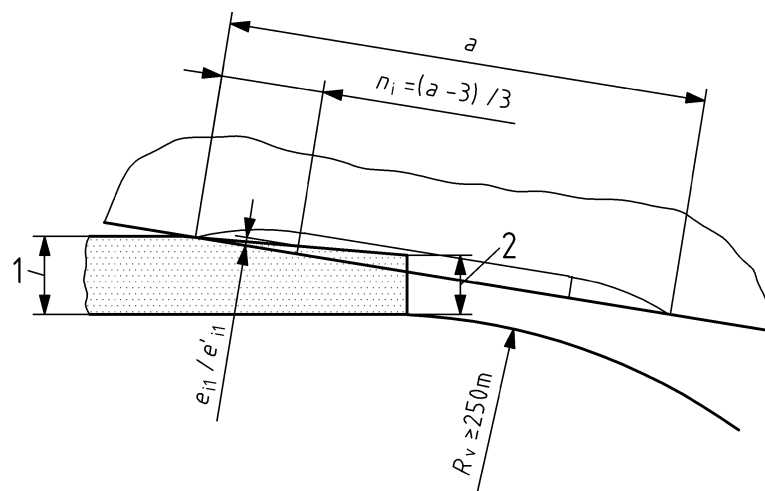
$$e_{il} = \frac{(a-3)^3}{3375 \cdot a} \quad \text{wenn } a \leq 17,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \left(\frac{a-3}{3}\right)^1 \quad (\text{A.11})$$

$$e'_{il} = \left(\frac{27}{4} \cdot \frac{n_i}{a-3}\right) \cdot \left(1 - \frac{n_i}{a-3}\right)^2 \cdot \left(\frac{a^2}{3375} - 0,04\right) \quad \text{wenn } a > 17,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i < \left(\frac{a-3}{3}\right) \quad (\text{A.12})$$

$$e'_{il} = \frac{a^2}{3375} - 0,04 \quad \text{wenn } a > 17,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \left(\frac{a-3}{3}\right)^1 \quad (\text{A.13})$$

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.



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 — Höhenvergrößerungen (Einschränkungen) e_{il} oder e'_{il} für den Bereich zwischen den Führungsquerschnitten

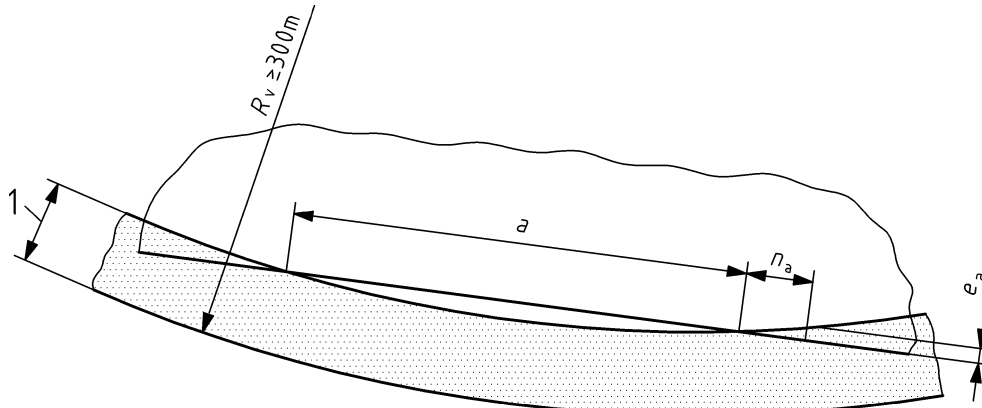
$$e_i = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{500} - h_{\text{umin}} \right]_{>0} \quad (\text{A.14})$$

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

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

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

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



Legende

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

Bild A.10 — Höhenvergrößerung (Einschränkung) 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.

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

$$e_{i2} = \frac{(a-5)^3}{3375 \cdot a} \quad \text{wenn} \quad a \leq 15,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.17})$$

$$e_{i2}' = \left(\frac{27}{4} \cdot \frac{n_i}{a-5} \right) \cdot \left(1 - \frac{n_i}{a-5} \right)^2 \cdot \left(\frac{a^2}{3375} - 0,05 \right) \quad \text{wenn} \quad a > 15,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i < \frac{(a-5)}{3} \quad (\text{A.18})$$

$$e'_{i2} = \frac{a^2}{3375} - 0,05 \quad \text{wenn} \quad a > 15,80 \text{ m} \quad \text{und} \quad n_i \geq \frac{(a-5)^2}{3} \quad (\text{A } 19)$$

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).

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

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

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

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

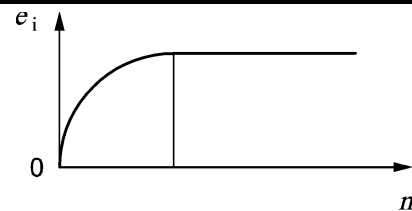
$a \backslash n$	> 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
20	79 69	78 69	78 69	76 68	73 66	69 63	63 59	57 54	49 46	39 37	28 27	15 14	0 0
19,5	73 63	73 63	72 63	71 62	68 61	65 59	60 55	54 50	46 43	37 35	26 25	14 14	0 0
19	67 57	67 57	67 57	66 57	64 56	60 54	56 51	50 46	43 40	35 33	25 24	13 13	0 0
18,5	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)

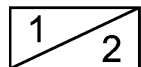
a \ n	> 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
13,5	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	24 13	21 13	18 11	13 8	7 5	0 0
13	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	22 12	20 11	17 10	12 8	7 4	0 0
12,5	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	18 10	15 9	12 7	7 4	0 0
12	18 8	18 8	18 8	18 8	18 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)

a \ n	> 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
7						3 0	3 0	3 0	3 0	3 0	3 0	2 0	0 0
6,5							2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	1 0	0 0
6										1 0	1 0	1 0	0 0
5,5										1 0	1 0	1 0	0 0
5										0 0	0 0	0 0	0 0
4,5										0 0	0 0	0 0	0 0



$(a - 3)/3$ 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 Fahrzeuge müssen Kuppen und Wannen mit einem Radius $R_v \geq 500$ m befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen der Spurrkranz der Räder, unter die Schienenoberkante hinabreicht.

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

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

$$e_i = \left[\frac{a \cdot n_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}}{1000} - h_{u\min} \right]_{>0} \quad (\text{A.21})$$

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):

$$e_a = \left[\frac{a \cdot n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}}{1000} - h_{u\min} \right]_{>0} \quad (\text{A.22})$$

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 Laufebene

Die größten Höhen über Laufebene 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.

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.

A.3.4.2.3 Neigungswechsel

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

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

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

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

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

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

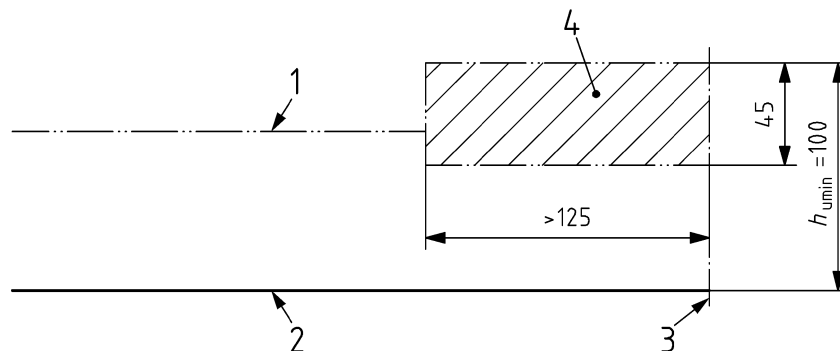
mit $h_{\text{omin}} = 0,100 \text{ m}$.

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 $h_{\text{umin}} = 0,100 \text{ m}$ eine bogenförmige Aussparung vorzusehen.

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

Maße in Millimeter



Legende

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

Bild A.11 — Bereich der Krokodile