

DIN EN 13803

ICS 93.100

Ersatz für
DIN EN 13803-1:2011-03 und
DIN EN 13803-2:2010-06

**Bahnanwendungen –
Oberbau –
Trassierungsparameter – Spurweiten 1 435 mm und größer;
Deutsche Fassung EN 13803:2017**

Railway applications –

Track –

Track alignment design parameters – Track gauges 1 435 mm and wider;

German version EN 13803:2017

Applications ferroviaires –

Voie –

Paramètres de conception du tracé de la voie – Écartement 1 435 mm et plus large;

Version allemande EN 13803:2017

Gesamtumfang 103 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Unterausschuss NA 087-00-01-08 UA „Trassierungsparameter“ des NA 087-00-01 AA „Infrastruktur“ im DIN-Normenausschuss „Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)“.

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13803-1:2011-03 und DIN EN 13803-2:2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normen zusammengefasst.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13803-1: 2011-03
DIN V ENV 13803-1: 2004-07
DIN EN 13803-2: 2010-06, 2008-04

Deutsche Fassung
Bahnanwendungen —
Oberbau —
Trassierungsparameter —
Spurweiten 1 435 mm und größer

Railway applications —
Track —
Track alignment design parameters —
Track gauges 1 435 mm and wider

Applications ferroviaires —
Voie —
Paramètres de conception du tracé de la voie —
Écartement 1 435 mm et plus large

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Dezember 2016 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, Serbien, 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	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Allgemein	11
5.1 Hintergrund	11
5.2 Trassierungsmerkmale	12
6 Grenzwerte für eine Spurweite von 1 435 mm	14
6.1 Bogenradius im Grundriss R	14
6.2 Überhöhung D	14
6.3 Überhöhungsfehlbetrag I	15
6.4 Überhöhungsüberschuss E	17
6.5 Länge von Überhöhungsrampen L_D und Übergangsbogen in der horizontalen Ebene L_K	18
6.5.1 Allgemein	18
6.5.2 Länge von linearen Überhöhungsrampen und Klothoiden	18
6.5.3 Länge von Übergangsbogen mit nicht konstanter Neigung der Krümmung und Überhöhungsrampe	19
6.6 Neigung der Überhöhungsrampe dD/ds	20
6.7 Änderung der Überhöhung mit der Zeit dD/dt	20
6.8 Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit dI/dt	21
6.9 Länge der konstanten Überhöhung zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen L_I	22
6.10 Unvermittelte Änderung der Krümmung im Grundriss	23
6.11 Unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ΔI	23
6.12 Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen der Krümmung im Grundriss L_C	24
6.13 Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags L_S	25
6.14 Gleisneigung p	26
6.15 Vertikaler Radius R_V	26
6.16 Länge des vertikalen Radius L_V	27
6.17 Unvermittelte Änderung der Gleisneigung Δp	27
Anhang A (normativ) Regeln für die Umwandlung von Parameterwerten für Spurweiten größer als 1 435 mm	29
A.1 Anwendungsbereich	29
A.2 Symbole und Abkürzungen	29
A.3 Grundlegende Annahmen und Äquivalenzregeln	30
A.3.1 Allgemeines	30
A.3.2 Grundlegende Gleichungen	31
A.3.3 Basisgrößen	31
A.4 Ausführliche Umwandlungsregeln	32
A.4.1 Allgemeines	32
A.4.2 Überhöhung D_1 (6.2 im Hauptteil der Norm)	32
A.4.3 Überhöhungsfehlbetrag I_1 (6.3 im Hauptteil der Norm)	34

A.4.4	Überhöhungsüberschuss E_1 (6.4 im Hauptteil der Norm).....	35
A.4.5	Länge der Überhöhungsrampen L_D und der Übergangsbogen in der horizontalen Ebene L_K (6.5 im Hauptteil der Norm).....	35
A.4.6	Neigung der Überhöhungsrampe dD_1/ds (6.6 im Hauptteil der Norm)	36
A.4.7	Änderung der Überhöhung mit der Zeit dD_1/dt (6.7 im Hauptteil der Norm)	36
A.4.8	Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit dI_1/dt (6.8 im Hauptteil der Norm)	37
A.4.9	Unvermittelte Änderung der Krümmung und unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ΔI_1 (6.10 und 6.11 im Hauptteil der Norm).....	38
A.4.10	Sonstige Parameter (6.1, 6.9, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 und 6.17 im Hauptteil der Norm).....	38
Anhang B (normativ) Grenzwerte der Gestaltungsparameter für Linienführungen bei Spurweiten größer als 1 435 mm.....		
B.1	Anwendungsbereich.....	39
B.2	Anforderungen an eine Spurweite von 1 520 mm und 1 524 mm.....	39
B.2.1	Allgemein.....	39
B.2.2	Bogenradius im Grundriss R_1	39
B.2.3	Überhöhung D_1	39
B.2.4	Überhöhungsfehlbetrag I_1	40
B.2.5	Überhöhungsüberschuss E_1	41
B.2.6	Länge von Überhöhungsrampen L_{D1} und Übergangsbogen in der horizontalen Ebene L_{K1}	42
B.2.7	Neigung der Überhöhungsrampe dD_1/ds	43
B.2.8	Änderung der Überhöhung mit der Zeit dD_1/dt	43
B.2.9	Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit dI_1/dt	44
B.2.10	Länge der konstanten Überhöhung zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen L_{i1}	45
B.2.11	Unvermittelte Änderung der Krümmung im Grundriss.....	45
B.2.12	Unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ΔI_1	46
B.2.13	Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen der Krümmung im Grundriss L_{C1}	46
B.2.14	Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags L_{S1}	46
B.2.15	Gleisneigung p_1	47
B.2.16	Vertikaler Radius R_{v1}	47
B.2.17	Länge der Ausrundungen im Aufriss L_{v1}	47
B.2.18	Unvermittelte Änderung der Gleisneigung Δp_1	47
B.3	Anforderungen an eine Spurweite von 1 668 mm.....	47
B.3.1	Allgemein.....	47
B.3.2	Bogenradius im Grundriss R_1	47
B.3.3	Überhöhung D_1	48
B.3.4	Überhöhungsfehlbetrag I_1	49
B.3.5	Überhöhungsüberschuss E_1	50
B.3.6	Länge von Überhöhungsrampen L_{D1} und Übergangsbogen in der horizontalen Ebene L_{K1}	50
B.3.7	Neigung der Überhöhungsrampe dD_1/ds	51
B.3.8	Änderung der Überhöhung mit der Zeit dD_1/dt	52
B.3.9	Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit dI_1/dt	52
B.3.10	Länge der konstanten Überhöhung zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen L_{i1}	53
B.3.11	Unvermittelte Änderung der Krümmung im Grundriss.....	54
B.3.12	Unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ΔI_1	54

B.3.13	Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen der Krümmung im Grundriss L_{C1}	55
B.3.14	Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags L_{S1}	55
B.3.15	Gleisneigung p_1	55
B.3.16	Vertikaler Radius R_{V1}	55
B.3.17	Länge der Ausrundungen im Aufriss L_{V1}	55
B.3.18	Unvermittelte Änderung der Gleisneigung Δp_1	55
Anhang C (informativ) Ergänzende Informationen bezüglich der Form und Länge von Übergangsbogen		
C.1	Allgemein.....	56
C.2	Definition und Eigenschaften unterschiedlicher Übergangsbogen und Überhöhungsrampen	56
C.2.1	Definitionen.....	56
C.2.2	Eigenschaften.....	57
C.3	Weitere Aspekte, die für eine progressive Gleislinienführung in Betracht gezogen werden dürfen	61
C.3.1	Hintergrund.....	61
C.3.2	Progressive Gleislinienführung.....	61
Anhang D (informativ) Einschränkungen und Risiken bei der Anwendung außergewöhnlicher Grenzwerte.....		
64		
Anhang E (informativ) Bewertung der Bedingungen an der Zungenspitze		
E.1	Allgemein.....	65
E.2	Verfahren auf der Grundlage des effektiven Radius	65
Anhang F (informativ) Betrachtungen zur Konstruktion von Weichen- und Kreuzungsanlagen		
F.1	Beispiele für übliche Weichen- und Kreuzungsanlagen	68
F.2	Anwendung von Kreuzungen, Kreuzungsweichen und Doppelweichen.....	70
F.3	Weichen- und Kreuzungsanlagen auf oder in der Nähe von Unterführungen	70
F.4	Aneinander anschließende Weichen- und Kreuzungsanlagen.....	70
F.5	Weichen- und Kreuzungsanlagen in Ausrundungen im Grundriss.....	70
F.6	Weichen- und Kreuzungsanlagen im überhöhten Gleis	71
F.7	Trassierung im Aufriss und Weichen- und Kreuzungsanlagen	72
Anhang G (informativ) Anwendungsbeispiele.....		
G.1	Allgemein.....	74
G.2	Beispiel einer Gleisverbindung in einer Ausrundung im Grundriss	74
G.3	Beispiel einer bilinearen Überhöhungsrampe	75
G.4	Beispiel einer Überhöhungsrampe ohne damit zusammenfallenden Übergangsbogen.....	76
G.5	Beispiel eines verkürzten Übergangsbogens	77
G.6	Beispiel für mehrere Trassierungselemente, die eine Zwischenlänge bilden.....	78
Anhang H (informativ) Beispiele für örtlich geltende Grenzwerte des Überhöhungsfehlbetrags.....		
79		
Anhang I (informativ) Überlegungen zu Überhöhungsfehlbetrag und Überhöhungsüberschuss.....		
I.1	Einleitung	80
I.2	Überhöhungsfehlbetrag	80
I.3	Überhöhungsüberschuss	80
I.4	Kriterium der Radaufkletterung.....	81
I.5	Kippen des Fahrzeugs	81
I.6	Querstabilität eines Gleises unter Belastung (<i>Prud'homme</i> -Grenzwert)	81
I.7	Überhöhungsfehlbetrag bei Weichen- und Kreuzungsanlagen in Ausrundungen.....	82
Anhang J (informativ) Fahrgastkomfort in Ausrundungen.....		
J.1	Allgemein.....	83
J.2	Seitenbeschleunigung.....	83
J.3	Seitenruck	84

J.3.1	Seitenruck als Funktion der Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit	84
J.3.2	Seitenruck als Funktion einer unvermittelten Änderung des Überhöhungsfehlbetrags	84
J.4	Rollbewegungen	84
Anhang K	(normativ) Zeichenregeln für die Berechnung von ΔD , ΔI und Δp	85
K.1	Allgemeines zu den Zeichenregeln	85
K.2	Zeichenregeln für die Berechnung von ΔD	85
K.3	Zeichenregeln für die Berechnung von ΔI	85
K.4	Zeichenregeln für die Berechnung von Δp	87
Anhang L	(informativ) Länge der konstanten Überhöhung zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen L_i	88
Anhang M	(informativ) Das Prinzip des virtuellen Übergangsbogens	89
M.1	Virtueller Übergangsbogen bei einer unvermittelten Änderung des Überhöhungsfehlbetrags	89
M.2	Virtueller Übergangsbogen bei kurzer Zwischenlänge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags	90
M.3	Grenzwerte bei Anwendung des Prinzips des virtuellen Übergangsbogens	91
M.3.1	Allgemein	91
M.3.2	Charakteristisches Fahrzeug mit einem Drehgestell-Mittenabstand von 20 m	91
M.3.3	Charakteristische Fahrzeuge mit Drehgestell-Mittenabständen von 12,2 m und 10,06 m	91
Anhang N	(normativ) Längen der Zwischenelemente L_c zur Verhinderung der Überpufferung	92
N.1	Allgemein	92
N.2	Regelfahrzeuge und Fahrbedingungen	92
N.3	Länge L_c eines geraden Zwischengleises zwischen zwei langen Kreisbogen in entgegengesetzter Richtung	93
N.4	Allgemeine Fälle für Differenzen im Ausschlag des Fahrzeugendes	93
Anhang O	(informativ) Überlegungen zur Gleisneigung	96
O.1	Steigung	96
O.2	Gefälle	96
O.3	Neigungen von Nebengleisen und an Bahnsteigen	96
Anhang ZA	(informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Gemeinschaft	97
Literaturhinweise		101

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13803:2017) 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 Oktober 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2017 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 13803-1:2010 und EN 13803-2:2006+A1:2009.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den 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.

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, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Der Zweck dieser Europäischen Norm besteht in der Festlegung der Regeln und Grenzwerte für die Linienführung in Gleisen einschließlich der Trassierung in Weichen und Kreuzungen. Verschiedene dieser Grenzwerte sind Funktionen der Geschwindigkeit. Alternativ legt die Norm für eine vorhandene Trassierung die Regeln und Grenzwerte fest, die die zulässige Geschwindigkeit bestimmen.

Diese Europäische Norm gilt für nominale Spurweiten von 1 435 mm und größer mit Geschwindigkeiten bis zu 360 km/h. Der normative Anhang A beschreibt die Umrechnungsregeln, die für Gleise mit nominalen Spurweiten größer als 1 435 mm anzuwenden sind. Der normative Anhang B wird für nominale Spurweiten von 1 520 mm, 1 524 mm und 1 668 mm angewendet.

Diese Europäische Norm gilt auch für Fälle, in denen die Trassierung Fahrzeuge berücksichtigt, die für hohe Überhöhungsfehlbeträge zugelassen sind (einschließlich Neigetechnik-Zügen).

Es gelten stärkere einschränkende Anforderungen als in der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität des Teilsystems „Infrastruktur“ des Bahnsystems der Europäischen Union (TSI INF) sowie weitere (nationale, firmeninterne usw.) Regeln sind anzuwenden.

Diese Europäische Norm muss nicht auf Strecken oder zweckbestimmte Teile der Eisenbahninfrastruktur angewendet werden, welche nicht mit Eisenbahnfahrzeugen interoperabel sind, die nach EN 14363 geprüft und zugelassen wurden.

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 13848-5, *Bahnanwendungen — Oberbau — Qualität der Gleisgeometrie — Teil 5: Geometrische Qualitätsstufen — Gleise*

EN 14363, *Bahnanwendungen — Versuche und Simulationen für die Zulassung der fahrtechnischen Eigenschaften von Eisenbahnfahrzeugen — Fahrverhalten und stationäre Versuche*

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

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

EN ISO 80000-3, *Größen und Einheiten — Teil 3: Raum und Zeit (ISO 80000-3)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Spurweite

Abstand zwischen den entsprechenden Fahrkanten zweier Schienen

3.2

nominale Spurweite

Einzelwert, der die Spurweite festlegt, doch vom Nennmaß der Spurweite abweichen kann; so hat zum Beispiel die meistgenutzte Spurweite in Europa einen nominalen Wert von 1 435 mm, obwohl dies nicht das normalerweise festgelegte Nennmaß der Spurweite ist

3.3

Grenzwert

Entwurfswert, der nicht überschritten werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Werte stellen sicher, dass sich die Instandhaltungskosten der Gleise innerhalb eines angemessenen Bereichs bewegen, ohne dass es zu Einschränkungen des Fahrgastkomforts kommt; eine Ausnahme sind besondere Umstände, unter denen eine schlechte Gleislagestabilität auftreten kann. Die tatsächlichen Entwurfswerte für neue Linien sollten jedoch normalerweise einen deutlichen Abstand zu den Grenzwerten aufweisen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für bestimmte Parameter legt diese Europäische Norm sowohl einen normalen als auch einen außergewöhnlichen Grenzwert fest. Diese außergewöhnlichen Grenzwerte stellen die am wenigsten einschränkenden, von jeglichem Europäischen Bahnunternehmen angewandten Grenzen dar und sind ausschließlich für die Anwendung unter besonderen Umständen vorgesehen und erfordern möglicherweise ein entsprechendes Instandhaltungssystem.

3.4

Trassierungselement

Teilstück des Gleises mit entweder vertikalem Verlauf, horizontalem Verlauf oder Überhöhung; einer eindeutigen mathematischen Beschreibung als Funktion der Kilometrierung folgend

Anmerkung 1 zum Begriff: Soweit nicht anders angegeben, sind die der Linienführung zugehörigen Parameter für die Gleismittellinie definiert und die Weglänge wird auf der Grundlage der Projektion der Gleismittellinie in die horizontale Ebene definiert.

3.5

Kilometrierung

Weglänge längs der horizontalen Projektion der Gleismittellinie

3.6

Krümmung

Ableitung des horizontalen Verlaufs der Gleismittellinie in Bezug auf die Kilometrierung

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Richtung der Kilometrierung ist die Krümmung in einer Rechtskurve positiv und in einer Linkskurve negativ. Die Größenordnung der Krümmung entspricht dem Kehrwert des Radius im Grundriss.

3.7

Kreisbogen

gekrümmtes Trassierungselement mit konstanter Krümmung

3.8

Übergangsbogen

Trassierungselement, bei dem sich die Krümmung abhängig von der Kilometrierung ändert

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen wird die Klothoide (manchmal angenähert in Form eines Polynoms 3. Grades, „kubische Parabel“) als Form des Übergangsbogens zugrunde gelegt, wobei sich die Krümmung linear ändert. In manchen Fällen ist die Krümmung an den Enden des Übergangsbogens geglättet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es ist möglich, andere Formen von Übergangsbogen mit nicht linearem Verlauf der Krümmung zu verwenden. Der informative Anhang C enthält eine ausführliche Übersicht bestimmter alternativer Arten von Übergangsbogen, die bei der Auslegung der Linienführung verwendet werden dürfen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Im Allgemeinen werden für die Trassierung im Aufriss keine Übergangsbogen verwendet.

3.9

Korbbogen

Folge von gekrümmten Trassierungselementen, die zwei oder mehr Kreisbogen in derselben Richtung umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Korbbogen kann Übergangsbogen zwischen den Kreisbogen und/oder den Kreisbogen und den geraden Gleisen enthalten.

3.10

Gegenbogen

Folge von gekrümmten Trassierungselementen, die gegenläufig gekrümmte Trassierungselemente umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Folge von gekrümmten Trassierungselementen kann sowohl ein Korbbogen als auch ein Gegenbogen sein.

3.11

Überhöhung

Betrag, um den in einem Streckenquerschnitt eine Fahrschiene gegenüber der anderen Fahrschiene angehoben ist

3.12

ausgeglichene Überhöhung

Überhöhung bei einer bestimmten Geschwindigkeit, bei der auf das Fahrzeug eine resultierende Kraft rechtwinklig zur Lafebene wirkt

3.13

Überhöhungsfehlbetrag

Unterschied zwischen der vorhandenen Überhöhung und einer höheren ausgeglichenen Überhöhung

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Überhöhungsfehlbetrag entsteht eine unausgeglichene Querkraft in der Lafebene. Die resultierende Kraft wirkt in Richtung der äußeren Schiene des Bogens.

3.14

Überhöhungsüberschuss

Unterschied zwischen der vorhandenen Überhöhung und einer geringeren ausgeglichenen Überhöhung

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Überhöhungsüberschuss entsteht eine unausgeglichene Querkraft in der Lafebene. Die resultierende Kraft wirkt in Richtung der inneren Schiene des Bogens.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Überhöhung in einem geraden Gleis führt zu einem Überhöhungsüberschuss, woraus sich eine Querkraft in Richtung der tiefer liegenden Schiene ergibt.

3.15

Überhöhungsrampe

Trassierungselement, bei dem sich die Überhöhung abhängig von der Kilometrierung ändert

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen fällt eine Überhöhungsrampe mit einem Übergangsbogen zusammen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Üblicherweise werden Überhöhungsrampen mit einer linearen Änderung der Überhöhung verwendet. In einigen Fällen ist die Überhöhung an den Enden eines Übergangs geglättet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Es ist möglich, andere Formen von Überhöhungsrampen mit nicht linearer Änderung der Überhöhung zu verwenden. Der informative Anhang C enthält eine ausführliche Übersicht bestimmter alternativer Arten von Übergangsbogen, die bei der Auslegung der Linienführung verwendet werden dürfen.

3.16**Neigung der Überhöhungsrampe**

Absolutwert der Ableitung der Überhöhung (in Bezug auf die Kilometrierung)

3.17**Änderung der Überhöhung mit der Zeit**

Absolutwert der Zeitableitung der Überhöhung

3.18**Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit**

Absolutwert der Zeitableitung des Überhöhungsfehlbetrags (und/oder des Überhöhungsüberschusses)

3.19**Abstand der Gleisachsen**

lateraler Abstand zwischen zwei Gleisachsen, gemessen an der horizontalen Projektion der Gleismittellinien

Anmerkung 1 zum Begriff: Andere Normen können den Abstand der Gleisachsen als die geneigte Länge parallel zur Gleisebene mit einer Überhöhung definieren.

4 Symbole und Abkürzungen

Nr	Symbol	Bedeutung	Einheit
1	dD/ds	Neigung der Überhöhungsrampe	mm/m
2	dD/dt	Änderung der Überhöhung mit der Zeit	mm/s
3	dI/dt	Änderung des Überhöhungsfehlbetrags (und/oder des Überhöhungsüberschusses) mit der Zeit	mm/s
4	D	Überhöhung	mm
5	D_{EQ}	ausgeglichene Überhöhung	mm
6	E	Überhöhungsüberschuss	mm
7	g	Fallbeschleunigung nach EN ISO 80000-3	m/s ²
8	I	Überhöhungsfehlbetrag	mm
9	L_c	Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen der Krümmung	m
10	L_D	Länge der Überhöhungsrampe	m
11	L_g	Länge der konstanten Neigung	m
12	L_K	Länge des Übergangsbogens	m
13	L_i	Länge der Trassierungselemente zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen	m
14	L_s	Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags	m
15	L_v	Länge des vertikalen Radius	m
16	p	Neigung	—
17	q_E	Faktor zur Berechnung der ausgeglichenen Überhöhung: 11,8	mm·m·(h/km) ²
18	q_N	Faktor zur Berechnung der Länge der Überhöhungsrampe oder des Übergangsbogens mit nichtkonstanter Neigung der Überhöhungsrampe und entsprechender Krümmung	—

Nr	Symbol	Bedeutung	Einheit
19	q_R	Faktor zur Berechnung des vertikalen Radius	$\text{m} \cdot \text{h}^2 / \text{km}^2$
20	q_s	Faktor zur Berechnung der Länge zwischen unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags	—
21	q_V	Faktor zur Umwandlung von Einheiten der Fahrzeuggeschwindigkeit: 3,6	$\text{km/h} / (\text{m} \cdot \text{s})$
22	R	Bogenradius im Grundriss	m
23	R_V	Bogenradius im Aufriss	m
24	s	Weglänge längs der Gleismittellinie	m
25	t	Zeit	s
26	V	Geschwindigkeit	km/h
27	CE, lim	auf feststehende Kreuzungen und Schienenauszüge anwendbare Grenzwert (Index)	—
28	lim	allgemeiner Grenzwert (Index)	—
29	R, lim	auf enge Bogen anwendbarer Grenzwert (Index)	—
30	u, lim	Oberer Grenzwert für einen Parameter, der auch einen unteren Grenzwert aufweist (Index)	—

5 Allgemein

5.1 Hintergrund

Diese Europäische Norm legt Regeln und Grenzwerte für Linienführung in Gleisen fest. Bei diesen Grenzwerten wird vorausgesetzt, dass die Normen für die Abnahme von Fahrzeugen, die Gleiskonstruktion und die Instandhaltung erfüllt sind (diese Norm legt keine Konstruktions- und Betriebstoleranzen fest). Die konstruktiven Anforderungen bezüglich des mechanischen Verhaltens der Bauteile und Untersysteme von Weichen und Kreuzungen sind den entsprechenden Normen zu entnehmen. Bestimmte Betrachtungen zur Konstruktion von Weichen und Kreuzungen sind in informativen Anhängen enthalten.

Bei dieser Europäischen Norm handelt es sich nicht um ein Konstruktionshandbuch. Die Grenzwerte sind nicht für die Festlegung als übliche Entwurfswerte vorgesehen. Die Entwurfswerte müssen jedoch innerhalb der in dieser Europäischen Norm angegebenen Grenzwerte liegen.

Die in dieser Europäischen Norm enthaltenen Grenzwerte beruhen auf den praktischen Erfahrungen der europäischen Eisenbahnunternehmen. Die Grenzwerte kommen zur Anwendung, wenn ein Kompromiss zwischen der Leistungsfähigkeit der Züge, dem Komfort, der Instandhaltung von Fahrzeugen und Gleisen sowie den Konstruktionskosten gefunden werden muss.

Die unnötige Anwendung von Entwurfswerten, die nahe den Grenzwerten liegen, sollte vermieden werden; eine umfangreiche Spanne hinsichtlich dieser Werte sollte gegeben sein. Häufig bestehen Konflikte zwischen den gewünschten Spannen für verschiedene Parameter; diese sollten über alle Entwurfparameter verteilt werden, möglicherweise durch die Anwendung einer Spanne hinsichtlich der Geschwindigkeit.

Für bestimmte Parameter legt diese Europäische Norm auch weniger als die gewöhnlichen Grenzen einschränkende außergewöhnliche Grenzwerte fest, die die am wenigsten einschränkenden Grenzwerte repräsentieren, die durch jegliche europäischen Eisenbahnbetreiber angesetzt werden. Diese Grenzen sind ausschließlich für die Anwendung unter besonderen Umständen vorgesehen und erfordern möglicherweise ein entsprechendes Instandhaltungssystem. Insbesondere ist die Anwendung außergewöhnlicher Grenzwerte (anstelle von normalen Grenzwerten) für verschiedene Parameter am selben Ort zu vermeiden.

Im informativen Anhang D werden die Einschränkungen und Risiken im Zusammenhang mit der Anwendung von Entwurfswerten im Bereich zwischen einem Grenzwert und dem entsprechenden außergewöhnlichen Grenzwert beschrieben.

Betriebliche Grenzwerte für die Geschwindigkeit und den Überhöhungsfehlbetrag sind entsprechend ihren Zulassungsparametern auf spezifische Fahrzeuge anzuwenden.

Aufgrund mangelnder Erfahrungen bei den europäischen Eisenbahnbetreibern sind keine Grenzwerte für höhere Geschwindigkeiten als 360 km/h festgelegt.

Die Grenzwerte sind für den normalen Betrieb festgelegt. Falls und wenn Prüffahrten durchgeführt werden, z. B. zum Zwecke der Prüfung des dynamischen Verhaltens eines Fahrzeugs (durch kontinuierliche Überwachung der Fahrzeugreaktionen), sollten Überschreitungen der Grenzwerte (insbesondere im Hinblick auf den Überhöhungsfehlbetrag) zulässig sein; Entscheidungen hinsichtlich entsprechender Maßnahmen sind durch den Infrastrukturbetreiber zu treffen. Hierbei können Sicherheitsspannen allgemein dadurch erweitert werden, dass zusätzliche Maßnahmen wie Stabilisierung des Schotterbettes, Überwachung der Gleisgeometrie usw. vorgenommen werden.

5.2 Trassierungsmerkmale

Die Trassierung legt die geometrische Position des Gleises fest. Sie ist in die Trassierung im Grundriss und die Trassierung im Aufriss unterteilt.

Die Trassierung im Grundriss ist die Projektion der Gleismittellinie in der horizontalen Ebene. Die Trassierung im Grundriss besteht aus einer Folge von Trassierungselementen, die jeweils einer eindeutigen mathematischen Beschreibung als Funktion der Weglänge (Kilometrierung) längs der horizontalen Projektion folgen. Die Elemente der Trassierung im Grundriss sind an Trassierungspunkten miteinander verbunden, wobei zwei miteinander verbundene Elemente die gleichen Koordinaten und die gleiche Richtung aufweisen. Elemente für die Trassierung im Grundriss sind in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1 — Elemente der Trassierung im Grundriss

Trassierungselement	Merkmale
Gerade Strecke	keine Krümmung im Grundriss
Kreisbogen	konstante Krümmung im Grundriss
Übergangsbogen, Typ Klothoide	Krümmung im Grundriss schwankt linear mit der Kilometrierung
Übergangsbogen, andere Typen ^a	Krümmung im Grundriss schwankt nicht linear mit der Kilometrierung

^a Der informative Anhang C gibt eine ausführliche Übersicht bestimmter alternativer Arten von Übergangsbögen, die bei der Auslegung der Linienführung verwendet werden dürfen

Die meisten modernen Weichen weisen eine tangentielle Geometrie auf, bei der das abzweigende Gleis mit einer Trassierung beginnt, die tangential zum durchgehenden Gleis verläuft. Weichenkonstruktionen dürfen jedoch mit einer unvermittelten Änderung des horizontalen Verlaufs am Anfang der Weiche beginnen. Mögliche Konstruktionskriterien für die Trassierung vor der Weiche unter Berücksichtigung des Einlaufwinkels sind im informativen Anhang E beschrieben.

Wird bei einer von null abweichenden Gleisneigung, einer vertikalen Kurve und/oder Überhöhung eine Weiche eingesetzt, wird die horizontale Geometrie des abzweigenden Gleises geringfügig von den Elementtypen nach Tabelle 1 abweichen.

Die Trassierung im Aufriss definiert die Gleishöhe als Funktion der Kilometrierung (die Position in Längsrichtung entlang der horizontalen Projektion der Gleismittellinie). Die Elemente der Trassierung im Aufriss sind an Trassierungspunkten miteinander verbunden, wobei zwei miteinander verbundene Elemente die gleiche Höhe und die gleiche Gleisneigung p aufweisen (es gelten bestimmte Ausnahmen). Elemente für die Trassierung im Aufriss sind in Tabelle 2 festgelegt.

Tabelle 2 — Elemente der Trassierung im Aufriss

Trassierungselement	Merkmale
konstante Neigung	keine Krümmung im Aufriss
Ausrundung im Aufriss, Parabel	Ableitung der Neigung ist in Bezug auf die Kilometrierung konstant
Ausrundung im Aufriss, kreisförmig	Ableitung des vertikalen Winkels ist in Bezug auf die geneigte Länge entlang des Gleises konstant

ANMERKUNG Eine Ausrundung im Aufriss des Gleises, die mit überhöhten Weichen und Kreuzungen beginnt oder endet, kann die Form eines Polynoms höherer Ordnung aufweisen als eine Parabel.

Die vorhandene Überhöhung D des Gleises entspricht der Höhendifferenz zwischen zwei Fahrschienen. Die Überhöhung kann durch Anheben einer Schiene über die Ebene des vertikalen Profils und Beibehaltung der anderen Schiene auf der gleichen Ebene oder auf der Grundlage einer vordefinierten Beziehung aus dem Anheben der einen und dem Absenken der anderen Schiene erreicht werden. Die Überhöhung kann als Folge von Elementen betrachtet werden, die an Trassierungspunkten miteinander verbunden sind, wobei zwei Elemente die gleiche Größenordnung der vorhandenen Überhöhung aufweisen. (An einem Trassierungspunkt mit Überhöhung ist dieselbe Schiene vor und nach dem Trassierungspunkt die höher liegende Schiene). Elemente der Überhöhung sind in Tabelle 3 festgelegt.

Tabelle 3 — Elemente der Überhöhung

Trassierungselement	Merkmale
konstante Überhöhung	Überhöhung ist entlang des gesamten Elements konstant
Überhöhungsrampe, linear	Überhöhung schwankt linear mit der Kilometrierung
Überhöhungsrampe, nicht linear ^a	Überhöhung schwankt nicht linear mit der Kilometrierung
^a Der informative Anhang C gibt eine ausführliche Übersicht bestimmter alternativer Arten von Überhöhungsrampen, die bei der Auslegung der Linienführung verwendet werden dürfen	

Überhöhungsrampen sollten üblicherweise mit Übergangsbogen zusammenfallen, Ausnahmen sind jedoch möglich.

Die geometrischen Konsequenzen der Anordnung einer Weiche auf Gleisneigungen, Ausrundungen im Aufriss und/oder Überhöhungen an einer Weiche sind im informativen Anhang F beschrieben.

Die Instandhaltung der Trassierung von Schottergleissystemen erfolgt üblicherweise durch Maschinen für die Gleiskonstruktion und Instandhaltung. Die Instandhaltung mit derartigen Maschinen vereinfacht sich, wenn sich nicht mehr als ein Trassierungspunkt innerhalb der Messsehne der Maschine befindet (typischerweise 10 m bis 20 m).

Es gelten sämtliche Grenzwerte und außergewöhnlichen Grenzwerte nach Abschnitt 6, daher kann der zulässige Bereich für einen Parameter, z. B. der Radius im Grundriss R , aufgrund der gewählten Werte anderer Parameter weiter eingeschränkt werden. Beispielsweise kann an einer bestimmten Stelle in einer

Trassierungsfolge der zulässige Bereich des Radius im Grundriss R aufgrund der vorhandenen Überhöhung D , des Grenzwerts für den Überhöhungsfehlbetrag I und/oder der Merkmale der benachbarten Elemente begrenzt sein. Im informativen Anhang G sind bestimmte Anwendungen der Grenzwerte dargestellt.

6 Grenzwerte für eine Spurweite von 1 435 mm

6.1 Bogenradius im Grundriss R

In dieser Europäischen Norm ist der Radius sowohl bei Rechts- als auch bei Linkskurven positiv.

Die von der Geschwindigkeit unabhängige Untergrenze der Radien im Grundriss R_{lim} ist in Tabelle 4 festgelegt.

Tabelle 4 — Untergrenze für Radien im Grundriss R_{lim}

Normaler Grenzwert ^a	Außergewöhnlicher Grenzwert ^a
150 m	
^a Weitere Anforderungen an den Radius entlang von Bahnsteigen sind in den TSI INF festgelegt.	

ANMERKUNG Nicht alle Fahrzeuge sind für Radien im Grundriss kleiner 150 m ausgelegt und zugelassen (für Beispiele siehe EN 15273-2).

Diese Europäische Norm enthält keine Obergrenze für den Radius im Grundriss. Lokal gültige Normen können jedoch in Abhängigkeit von den Fähigkeiten der Trassierungssoftware eine derartige Obergrenze enthalten, um sehr große Zahlen handhaben zu können, oder zu weiteren praktischen Zwecken.

6.2 Überhöhung D

In dieser Europäischen Norm ist die Überhöhung eines Bogens im Grundriss positiv, wenn die äußere Schiene höher liegt als die innere Schiene.

ANMERKUNG 1 Eine negative Überhöhung ist unvermeidbar an Weichen und Kreuzungen an einem überhöhten Hauptgleis, bei dem sich die Weiche in entgegengesetzter Richtung zum Hauptgleis krümmt, und in bestimmten Fällen am durchgehenden Hauptgleis unmittelbar neben einer überhöhten Weiche. Negative Überhöhung kann auch bei provisorischen Gleisen genutzt werden.

Die vom Radius im Grundriss R unabhängigen Obergrenzen für die Überhöhung D_{lim} sind in Tabelle 5 festgelegt.

Tabelle 5 — Obergrenzen für die Überhöhung D_{lim}

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
Allgemeines ^a	160 mm	180 mm ^b
Weichen und Kreuzungen ^a	120 mm	160 mm
^a Weitere Anforderungen an die Überhöhung entlang von Bahnsteigen sind in den TSI INF festgelegt. ^b Überhöhungen von mehr als 160 mm können zu Ladungsverschiebungen und Einschränkungen des Fahrgastkomforts führen, wenn Züge anhalten oder mit geringer Geschwindigkeit fahren (hoher Überhöhungsüberschuss). Darüber hinaus kann die Stabilität von Gleisbaumaschinen und Fahrzeugen mit außergewöhnlichen Ladungen mit hoch gelegenen Schwerpunkt gefährdet werden. Daher können ein entsprechendes Instandhaltungssystem und andere Maßnahmen erforderlich sein (zum Beispiel der Ausschluss bestimmter Arten von Güterverkehr, das Vermeiden regelmäßigen Anhaltens von Zügen an einem solchen Bogen usw.).		

Die Obergrenze für die Überhöhung $D_{R,\text{lim}}$ als Funktion des Radius im Grundriss R ist in Tabelle 6 festgelegt.

Tabelle 6 — Obergrenze für die Überhöhung $D_{R,\text{lim}}$ als Funktion des Radius im Grundriss R

Normaler Grenzwert ^a	Außergewöhnlicher Grenzwert ^a
$D_{R,\text{lim}} = \frac{R - 50 \text{ m}}{1,5 \text{ m/mm}}$	
^a Dieser Grenzwert darf unter der Voraussetzung, dass Maßnahmen zur Einhaltung der Sicherheit nach EN 13848-5 umgesetzt werden oder im Falle eines abzweigenden Gleises einer Weiche mit einem mindestens 10 m langen Element mit einer konstanten Überhöhung auf beiden Seiten des engen Bogens gelockert werden.	

ANMERKUNG 2 Eine große Überhöhung in engen Bogen erhöht das Risiko einer Entgleisung von Fahrzeugen bei geringer Geschwindigkeit. Unter diesen Bedingungen ist die auf die äußere Schiene wirkende senkrechte Radkraft wesentlich verringert, insbesondere wenn eine zusätzliche Radentlastung durch Gleisverwindungen (festgelegt in EN 13848-1 und EN 13848-5) auftritt.

ANMERKUNG 3 Grenzwerte der Gleisverwindung sind in EN 13848-5 als Funktion der vorhandenen Überhöhung festgelegt. Das Ansetzen hoher Werte für die Überhöhung führt zu geringeren Werten für die Verwindung oder der Anwendung anderer Maßnahmen zur Sicherstellung der Sicherheit.

6.3 Überhöhungsfehlbetrag I

Für die gegebenen Werte des örtlichen Radius R , der Überhöhung D und der Geschwindigkeit V ist der Überhöhungsfehlbetrag I nach Gleichung (1) definiert.

$$I = D_{\text{EQ}} - D = q_E \frac{V^2}{R} - D \quad (1)$$

Dabei ist

D_{EQ} die ausgeglichene Überhöhung (mm) und

$q_E = 11,8 \text{ mm} \cdot \text{m} \cdot \text{h}^2 / \text{km}^2$.

ANMERKUNG 1 Bei negativer Überhöhung ist der Überhöhungsfehlbetrag größer als die ausgeglichene Überhöhung.

Allgemeine Obergrenzen für den Überhöhungsfehlbetrag I_{lim} sind in Tabelle 7 festgelegt.

Tabelle 7 — Obergrenzen für den Überhöhungsfehlbetrag I_{lim}

	Normaler Grenzwert ^a	Außergewöhnlicher Grenzwert ^a
Züge ohne Neigetechnik		
$V \leq 220 \text{ km/h}$	153 mm	180 mm ^b
$220 \text{ km/h} < V \leq 300 \text{ km/h}$	153 mm ^b	
$300 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	100 mm ^b	
Züge mit Neigetechnik		
$80 \text{ km/h} \leq V \leq 260 \text{ km/h}^c$	275 mm	300 mm

^a Es ist übliche Praxis, auf verschiedene Zugkategorien verschiedene Grenzwerte des Überhöhungsfehlbetrags anzuwenden. Es wird davon ausgegangen, dass jedes Fahrzeug nach den Verfahren in EN 14363 unter Bedingungen geprüft und zugelassen wurde, die den dem Fahrzeug entsprechenden betrieblichen Bereich des Überhöhungsfehlbetrags (in EN 14363 mit I_{adm} bezeichnet) abdecken. Beispiele für örtlich geltende Grenzwerte sind im informativen Anhang H dargestellt.

^b Für Züge, die EN 14363 entsprechen und mit anderen Ausgleichssystemen für Überhöhungsfehlbeträge als Neigetechnik ausgestattet sind, darf der Infrastrukturbetreiber den Betrieb mit höheren Werten für den Überhöhungsfehlbetrag zulassen.

^c Gegenwärtig gibt es keine Strecken oder entsprechenden Planungen in Europa für Geschwindigkeiten, die die Höchstgeschwindigkeit von 260 km/h für Neigetechnikzüge übertreffen.

ANMERKUNG 2 Für ein gegebenes Fahrzeug erzeugt ein größerer Überhöhungsfehlbetrag höhere Kräfte zwischen Rad und Schiene, siehe informativen Anhang I.

ANMERKUNG 3 In Abhängigkeit von bestimmten Gleismerkmalen, wie z. B. Brücken mit direkt verlegten schotterlosen Gleisen, Gleise mit verlaschten Schienen, Streckenabschnitte, die sehr starken Seitenwinden ausgesetzt sind usw., kann es erforderlich sein, den zulässigen Überhöhungsfehlbetrag einzuschränken. Regeln hinsichtlich dieser Einschränkung können nicht im Voraus formuliert werden, da sie durch diese besonderen Merkmale bestimmt werden.

ANMERKUNG 4 Hohe Werte des Überhöhungsfehlbetrags stehen im Zusammenhang mit dem (geminderten) Komfort der Passagiere, siehe informativen Anhang J.

Bei Weichenbogen mit Herzstücken im Außenstrang und bei Schienenauszügen sind in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit V engere Obergrenzen $I_{CE,lim}$ in Tabelle 8 festgelegt.

Tabelle 8 — Obergrenzen für den Überhöhungsfehlbetrag bei Weichenbogen mit Herzstücken im Außenstrang und bei Schienenauszügen $I_{CE,lim}$

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
Starre einfache Herzstücke		
$V \leq 230 \text{ km/h}$	110 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	Nicht zulässig	Nicht zulässig
Starre doppelte Herzstücke		
$V \leq 160 \text{ km/h}$	100 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7
$160 \text{ km/h} < V \leq 230 \text{ km/h}$	75 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	Nicht zulässig	Nicht zulässig
Kreuzungen mit beweglichen Teilen		
$V \leq 230 \text{ km/h}$	130 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	80 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7
Schienenauszüge		
$V \leq 160 \text{ km/h}$	100 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7
$160 \text{ km/h} < V \leq 230 \text{ km/h}$	80 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	60 mm	Entspricht dem normalen Grenzwert in Tabelle 7

6.4 Überhöhungsüberschuss E

Bei einem Bogen im Grundriss, bei der der (in Gleichung (2) definierte) Überhöhungsfehlbetrag negativ ist, wird der Überhöhungsüberschuss E nach Gleichung (3) definiert.

$$E = -I \quad (2)$$

Bei überhöhten Weichen und normalen Gleisen im Anschluss an eine überhöhte Weichen- und Kreuzungsanlage kann auch bei einem geraden Gleis eine Überhöhung vorliegen. Eine Überhöhung kann auch bei provisorischen geraden Gleisen gegeben sein. Bei einem überhöhten geraden Gleis ist der Überhöhungsüberschuss E nach Gleichung (3) definiert:

$$E = D \quad (3)$$

Allgemeine Obergrenzen für den Überhöhungsüberschuss E_{lim} sind in Tabelle 9 festgelegt. Diese Grenzwerte gelten für die normale Geschwindigkeit des langsamsten Zuges auf der Strecke.

Tabelle 9 — Obergrenzen für den Überhöhungsüberschuss E_{lim}

Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
110 mm	150 mm

ANMERKUNG Der Wert von E beeinflusst die durch langsame Züge erzeugten Beanspruchungen der inneren Schiene, da die quasi-statische vertikale Rad-/Schiene-Kraft an einer inneren Schiene erhöht ist, siehe informativen Anhang I.

Für Gleise mit Kreuzungen an der tiefer liegenden Schiene und für Schienenauszüge definieren Gleichung (4) und Tabelle 8 engere Obergrenzen $E_{CE,lim}$:

$$E_{CE,lim} = I_{CE,lim} \quad (4)$$

Anforderungen an Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags (6.5, 6.8, 6.11 und 6.13) gelten auch für Änderungen im Überhöhungsüberschuss.

6.5 Länge von Überhöhungsrampen L_D und Übergangsbogen in der horizontalen Ebene L_K

6.5.1 Allgemein

Im Allgemeinen sollten Überhöhungsrampen mit Übergangsbogen zusammenfallen. Es kann jedoch notwendig sein, Überhöhungsrampen in Kreisbogen und Geraden einzusetzen.

Bei Überhöhungsrampen und Übergangsbogen gelten die folgenden Grenzwerte:

- die von der Geschwindigkeit unabhängigen Untergrenzen der Länge der Übergangsbogen $L_{K,lim}$ sind in Tabelle 10 festgelegt;
- die Obergrenzen für die Neigung der Überhöhungsrampe $\left(\frac{dD}{ds}\right)_{lim}$ sind in 6.6 festgelegt;
- die Obergrenzen für die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{lim}$ sind in 6.7 festgelegt; und
- die Obergrenzen für die Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{lim}$ sind in 6.8 festgelegt.

Tabelle 10 — Untergrenzen für die Länge der Übergangsbogen $L_{K,lim}$

Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
20 m	0

6.5.2 Länge von linearen Überhöhungsrampen und Klothoiden

Für lineare Überhöhungsrampen und Klothoiden können die Neigung der Überhöhungsrampe $\left(\frac{dD}{ds}\right)$, die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dD}{dt}\right)$ und die Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit $\left(\frac{dI}{dt}\right)$ nach den Gleichungen (5) bis (7) berechnet werden:

$$\frac{dD}{ds} = \frac{\Delta D}{L_D} \quad (5)$$

$$\frac{dD}{dt} = \frac{V}{q_V} \cdot \frac{\Delta D}{L_D} \quad (6)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{V}{q_V} \cdot \frac{\Delta I}{L_K} \quad (7)$$

Dabei ist

ΔD die im normativen Anhang K definierte Änderung der Überhöhung über die Länge L_D ;

ΔI die im normativen Anhang K definierte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags über die Länge L_K ;

V die Geschwindigkeit, in km/h;

$q_V = 3,6 \text{ (km/h)/(m/s)}$.

Bei der Gleichung (7) wird angenommen, dass ein Übergangsbogen mit der Überhöhungsrampe, $L_K = L_D$, zusammenfällt, und bei den Gleichungen (5) bis (7) wird angenommen, dass die mathematischen Eigenschaften über diese Länge konstant bleiben. Anderenfalls müssen der Übergangsbogen und die Überhöhungsrampe in Abschnitte (mit konstanten Eigenschaften) unterteilt werden, die separat bewertet werden.

6.5.3 Länge von Übergangsbogen mit nicht konstanter Neigung der Krümmung und Überhöhungsrampe

Für Übergangsbogen mit nicht konstanter Neigung der Krümmung und der Überhöhungsrampe können die Neigung der Überhöhungsrampe $\left(\frac{dD}{ds}\right)$, die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dD}{dt}\right)$ und die Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit $\left(\frac{dI}{dt}\right)$ nach den Gleichungen (8) bis (10) berechnet werden:

$$\frac{dD}{ds} = q_N \cdot \frac{\Delta D}{L_D} \quad (8)$$

$$\frac{dD}{dt} = q_N \cdot \frac{V}{q_v} \cdot \frac{\Delta D}{L_D} \quad (9)$$

$$\frac{dI}{dt} = q_N \cdot \frac{V}{q_v} \cdot \frac{\Delta I}{L_K} \quad (10)$$

Dabei ist

ΔD die im normativen Anhang K definierte Änderung der Überhöhung über die Länge L_D ;

ΔI die im normativen Anhang K definierte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags über die Länge L_K ;

V die Geschwindigkeit in km/h;

$q_V = 3,6 \text{ (km/h)/(m/s)}$;

der Faktor q_N in Tabelle 11 definiert.

Für bestimmte Arten von Übergängen mit nicht-konstanter Neigung der Krümmung und der Überhöhung ist der Wert für den Faktor q_N in Tabelle 11 festgelegt.

Tabelle 11 — Factor q_N für Übergänge mit nicht konstanter Neigung der Krümmung und Überhöhungsrampe

Bloss	Cosinus	Helmert (Schramm)	Sinus (Klein)
1,5	$\pi/2$	2	2

Bei der Gleichung (10) wird angenommen, dass eine Überhöhungsrampe mit einem Übergangsbogen, $L_K = L_D$, zusammenfällt, und bei den Gleichungen (8) bis (10) wird angenommen, dass die mathematischen Eigenschaften über diese Länge konstant bleiben. Anderenfalls müssen der Übergangsbogen und die

Überhöhungsrampe in Abschnitte (mit konstanten Eigenschaften) unterteilt werden, die separat bewertet werden.

Das Kriterium für die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dD}{dt}\right)$ darf durch ein Kriterium für die zweite Ableitung der Überhöhung nach der Zeit $\left(\frac{d^2D}{dt^2}\right)$ nach 6.7. ersetzt werden.

ANMERKUNG Der informative Anhang C enthält weitere Angaben zu Klothoiden mit linearen Überhöhungsrampen und alternativen Arten von Übergangsbogen und Überhöhungsrampen.

6.6 Neigung der Überhöhungsrampe dD/ds

Die Obergrenzen für die Neigungen der Überhöhungsrampe $\left(\frac{dD}{ds}\right)_{\lim}$ sind in Tabelle 12 festgelegt.

Tabelle 12 — Obergrenzen für die Neigungen der Überhöhungsrampen $\left(\frac{dD}{ds}\right)_{\lim}$

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
$V \leq 50 \text{ km/h}$	2,50 mm/m	3,33 mm/m ^a
$V > 50 \text{ km/h}$	2,50 mm/m	

^a Nach EN 13848-5 kann ein stärker einschränkender Überhöhungsgrenzwert als der in Tabelle 6 angegebene Wert angewandt werden.

6.7 Änderung der Überhöhung mit der Zeit dD/dt

Obergrenzen für die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{\lim}$ für lineare und nicht lineare Überhöhungsrampen sind jeweils in Tabelle 13 und Tabelle 14 festgelegt.

Tabelle 13 — Obergrenzen für die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{\lim}$ für lineare Überhöhungsrampen

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
Züge ohne Neigetechnik $V \leq 200 \text{ km/h}$		
$l \leq 160 \text{ mm}$	50 mm/s	70 mm/s ^a
$160 \text{ mm} < l \leq 180 \text{ mm}$	50 mm/s	60 mm/s
Züge ohne Neigetechnik $200 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$		
	50 mm/s	60 mm/s
Züge mit Neigetechnik $V \leq 200 \text{ km/h}$		
	75 mm/s	95 mm/s
Züge mit Neigetechnik $200 \text{ km/h} < V \leq 260 \text{ km/h}$^b		
	60 mm/s	70 mm/s

^a Sofern $l \leq 153 \text{ mm}$ und $dl/dt \leq 70 \text{ mm/s}$, darf der außergewöhnliche Grenzwert für dD/dt auf 85 mm/s angehoben werden.

^b Gegenwärtig gibt es keine Strecken oder entsprechenden Planungen in Europa für Geschwindigkeiten, die die Höchstgeschwindigkeit von 260 km/h für Neigetechnikzüge übertreffen.

Tabelle 14 — Obergrenzen für die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dD}{dt}\right)_{\text{lim}}$ für nicht lineare Überhöhungsrampen

Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
$V \leq 300 \text{ km/h}^a$	
55 mm/s	76 mm/s ^b
^a Gegenwärtig gibt es keine Strecken oder entsprechenden Planungen in Europa für Geschwindigkeiten, die die Höchstgeschwindigkeit von 300 km/h auf nichtlinearen Überhöhungsrampen übertreffen. ^b Sofern der absolute Wert der zweiten Ableitung der Überhöhung in Bezug auf die Zeit (d^2D/dt^2) weniger als 150 mm/s ² beträgt, darf dieser Grenzwert angehoben werden.	

6.8 Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit dI/dt

Obergrenzen für die Änderung der Überhöhung mit der Zeit $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\text{lim}}$ für Klothoiden und für Übergangsbogen mit nicht konstanter Änderung sind jeweils in Tabelle 15 und Tabelle 16 festgelegt.

Tabelle 15 — Obergrenzen für die Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\text{lim}}$ für Klothoiden

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
Züge ohne Neigetechnik $V \leq 220 \text{ km/h}$		
$I \leq 160 \text{ mm}$	55 mm/s	100 mm/s
$160 \text{ mm} < I \leq 180 \text{ mm}$	55 mm/s	90 mm/s
Züge ohne Neigetechnik $220 \text{ km/h} < V \leq 300 \text{ km/h}$		
	55 mm/s	75 mm/s
Züge ohne Neigetechnik $300 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$		
	30 mm/s	55 mm/s
Züge mit Neigetechnik $V \leq 225 \text{ km/h}$		
	100 mm/s	180 mm/s
Züge mit Neigetechnik $225 \text{ km/h} < V \leq 260 \text{ km/h}^a$		
	80 mm/s	
^a Gegenwärtig gibt es keine Strecken oder entsprechenden Planungen in Europa für Geschwindigkeiten, die die Höchstgeschwindigkeit von 260 km/h für Neigetechnikzüge übertreffen.		

Tabelle 16 — Obergrenzen für die Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit $\left(\frac{dI}{dt}\right)_{\text{lim}}$ für Übergangsbogen mit nicht konstanter Änderung

Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
Züge ohne Neigetechnik $V \leq 300$ km/h	
95 mm/s	120 mm/s
Züge ohne Neigetechnik $300 \text{ km/h} < V \leq 360$ km/h	
30 mm/s	55 mm/s
Züge mit Neigetechnik $V \leq 225$ km/h	
100 mm/s	180 mm/s
Züge mit Neigetechnik $225 \text{ km/h} < V \leq 260$ km/h^a	
95 mm/s	120 mm/s
^a Gegenwärtig gibt es keine Strecken oder entsprechenden Planungen in Europa für Geschwindigkeiten, die die Höchstgeschwindigkeit von 260 km/h für Neigetechnikzüge übertreffen.	

Sofern ein Übergangsbogen in Bezug auf das $\frac{dI}{dt}$ -Kriterium von geringerer Länge ist, ist dieses Kriterium durch das Kriterium zu ersetzen, nach dem die Änderung des Überhöhungsfehlbetrags über die gesamte Länge unterhalb des Grenzwerts für die unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ΔI liegen muss, wie in 6.11 festgelegt.

ANMERKUNG Hohe Werte der Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit stehen im Zusammenhang mit dem (geminderten) Komfort der Passagiere, siehe informativen Anhang J.

Sowohl aktive als auch passive Neigetechniksysteme benötigen Zeit, um den Neigungswinkel an den Bogenradius anzupassen; aus diesem Grund müssen Ausrundungen im Grundriss Übergangsbogen von ausreichender Länge umfassen. Die Übergangsbogen sollten mit den Überhöhungsrampen zusammenfallen. Wenn dies nicht der Fall ist, wird empfohlen, spezielle Fahrprüfungen durchzuführen, um zu bestimmen, ob die zulässige Geschwindigkeit vermindert werden muss.

Bei Strecken, die von Zügen mit Neigetechnik befahren werden, wird im Allgemeinen die Klothoide für Übergangsbogen verwendet, woraus sich eine lineare Änderung der Krümmung ergibt. Wenn Übergangsbogen mit nicht konstanter Änderung genutzt werden, muss die Funktion des Neigetechniksystems bei der Analyse des komplexen Zusammenspiels zwischen Fahrzeug und Gleis berücksichtigt werden.

6.9 Länge der konstanten Überhöhung zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen L_i

Untergrenzen für die Länge der konstanten Überhöhung zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen $L_{i,\text{lim}}$ sind in Tabelle 17 festgelegt.

Tabelle 17 — Untergrenze der Längen der konstanten Überhöhung zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen $L_{i,\text{lim}}$

Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert ^a
20 m	0
^a Die Nutzung eines außergewöhnlichen Grenzwerts zwischen zwei linearen Überhöhungsrampen mit einer über die Obergrenzen nach Tabelle 12 hinausgehenden Gesamtänderung der Neigung der Überhöhungsrampe sollte vermieden werden.	

Für ein alternatives Verfahren zur Bestimmung der Mindestlänge, siehe den informativen Anhang L.

6.10 Unvermittelte Änderung der Krümmung im Grundriss

Eine unvermittelte Änderung der Krümmung kann im Anschluss an Weichen und Kreuzungen, bei der Trassierung für geringe Geschwindigkeiten (Nebengleise usw.) oder bei geringfügigen Abweichungen in der Linienführung innerhalb einer begrenzten Länge auftreten. Sie ist unvermeidbar an mindestens einem Gleis einer Weiche. In den meisten anderen Fällen sollten Übergangsbogen genutzt werden.

Für unvermittelte Änderungen der Krümmung gelten folgende Grenzwerte:

- Obergrenzen für unvermittelte Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags ΔI_{lim} sind in 6.11 festgelegt;
- Untergrenzen für die Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen der Krümmung $L_{c,\text{lim}}$ sind in 6.12 festgelegt;
- Untergrenzen für die Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags $L_{s,\text{lim}}$ sind in 6.13 festgelegt;

6.11 Unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ΔI

Eine unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ΔI tritt bei einer unvermittelten Änderung der Krümmung auf. Ein Trassierungspunkt mit einer unvermittelten Änderung des Überhöhungsfehlbetrags führt zu Störungen der Fahrzeugdynamik.

Die Größenordnung der unvermittelten Änderung des Überhöhungsfehlbetrags wird auf der Grundlage der im normativen Anhang K angegebenen Zeichenregeln definiert.

Obergrenzen für unvermittelte Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags ΔI_{lim} sind in Tabelle 18 festgelegt.

Tabelle 18 — Obergrenzen für unvermittelte Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags (ΔI_{lim})

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
$V \leq 60 \text{ km/h}$	110 mm	130 mm ^a
$60 \text{ km/h} < V \leq 200 \text{ km/h}$	100 mm	125 mm
$200 \text{ km/h} < V \leq 230 \text{ km/h}$	85 mm	
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	25 mm ^b	
^a Sofern sowohl vor als auch nach einer unvermittelten Änderung der Krümmung gilt: $V \leq 40 \text{ km/h}$ und $ I \leq 75 \text{ mm}$, darf der außergewöhnliche Grenzwert für ΔI auf 150 mm angehoben werden.		
^b Dies sind die Grenzwerte für die freie Strecke. Gegenwärtig werden keine Weichen für Geschwindigkeiten von mehr als 230 km/h ausgelegt.		

Bei Außenbereichen mit Weichen und Kreuzungen sollten die Entwurfswerte für unvermittelte Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags (sofern angewendet) weit unterhalb der Obergrenzen in Tabelle 18 liegen.

Im Falle einer unvermittelten Änderung des Überhöhungsfehlbetrags nutzen einige europäische Eisenbahnbetreiber das Prinzip des virtuellen Übergangsbogens, das im informativen Anhang M beschrieben wird. Sofern die Werte für die unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags auf dem Prinzip des virtuellen Übergangsbogens beruhen, müssen sie auch den in Tabelle 18 festgelegten Obergrenzen entsprechen.

6.12 Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen der Krümmung im Grundriss L_c

Es bestehen Grenzwerte dahingehend, inwieweit der Ausschlag des Fahrzeugendes zwischen zwei benachbarten Fahrzeugen voneinander abweichen darf. Dieses Kriterium steht im Zusammenhang mit der Überpufferung, jedoch können auch Fahrzeuge mit Zentralkupplung vergleichbare Grenzwerte aufweisen. Der Ausschlag des Fahrzeugendes ist die in EN 15273-1 definierte geometrische Ausragung d_{ga} für das Ende des Fahrzeugs.

In dieser Europäischen Norm beruht das Kriterium auf der Differenz des statischen Endausschlags. Die Grenze bezieht sich auf den direkten Anschluss zwischen einem langen Kreisbogen mit einem Radius von 190 m und einem langen Kreisbogen, ebenfalls mit einem Radius von 190 m, mit einem geraden Zwischengleis mit einer Länge von 6,00 m in entgegengesetzter Richtung. Dies führt zu einer Differenz des statischen Endausschlags zwischen zwei 26,4 m langen Reisezugwagen mit einem Drehgestellabstand von 19,0 m, die auf maximal 395 mm begrenzt ist, und ermöglicht den direkten Anschluss zwischen einem langen Kreisbogen mit einem Radius von 213 m und einem weiteren langen Kreisbogen mit einem Radius von 213 m, der entgegengesetzt verläuft. Es ermöglicht auch jegliche Kombination von Kreisbogen, bei denen die Änderung der Krümmung weniger als $1/106,5 \text{ m}^{-1}$ beträgt.

ANMERKUNG Der Reisezugwagen EUROFIMA mit folgenden Merkmalen (Länge: 26,4 m, Drehgestellabstand: 19,0 m, Pufferbreite: 635 mm, Schrägspiel des Fahrzeugs: $\pm 60 \text{ mm}$) erfüllt die Anforderungen in Bezug auf die Pufferüberdeckung für die vorgenannte Referenzsituation.

Bei zweckbestimmten Güterzuggleisen beruht das Kriterium auf der Differenz des statischen Endausschlags zwischen zwei 18,0 m langen Güterwagen mit einem Drehgestellabstand von 12,0 m, die auf maximal 225 mm begrenzt ist. Dieses Kriterium ermöglicht den direkten Anschluss zwischen einem langen Kreisbogen mit einem Radius von 200 m und einem weiteren langen Kreisbogen mit einem Radius von 200 m, der entgegengesetzt verläuft. Es ermöglicht auch jegliche Kombination von Kreisbogen, bei denen die Änderung der Krümmung weniger als $1/100 \text{ m}^{-1}$ beträgt.

Weisen die Ausrundungen im Grundriss Krümmungen auf, die um mehr als $1/106,5 \text{ m}^{-1}$ bzw. $1/100 \text{ m}^{-1}$ voneinander abweichen, ist ein Zwischenelement einzufügen, um die Differenzen im Ausschlag des Fahrzeugendes unter Anwendung des statischen Verfahrens nach EN 15273-1 auf maximal 395 mm bzw. 225 mm zu verringern. Bei diesem Zwischenelement darf es sich um eine gerade Strecke, einen Übergangsbogen oder einen Kreisbogen handeln. Die erforderliche Länge des Zwischenelements hängt von den Radien der engen Bogen und dem Typ des Zwischenelements ab.

Bei Fahrzeugen mit anderen Merkmalen wird davon ausgegangen, dass Fahrwerk, Kupplungen und Puffer für die Mindestlänge des Zwischenelements L_c ausgelegt sind.

Infrastrukturbetreiber können stärker einschränkende größere Längen für ihr Netz (bzw. zweckbestimmte Teile davon) festlegen, um bei bestehenden Fahrzeugen, die diese Annahmen nicht erfüllen, Überpufferung zu vermeiden.

In Tabelle 19 sind bestimmte Untergrenzen für die Länge eines geraden Zwischenelements für bestimmte Kombinationen langer Kreisbogen in entgegengesetzten Richtungen festgelegt. Das Gleis weist einen Höchstwert der Spurweite im Betrieb von 1 470 mm auf (Nennspurweite von 1 435 mm zuzüglich 35 mm, siehe EN 13848-5). Der normative Anhang N legt weitere Einzelheiten und Beispiele fest.

Tabelle 19 — Bestimmte Untergrenzen für die Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen der Krümmung $L_{c,lim}$

Trassierungsfolge	Grenzwerte für Gleise für Reisezugwagen	Grenzwerte für zweck-bestimmte Güterzuggleise
$R = 150 \text{ m} - \text{gerade} - R = 150 \text{ m}$	10,78 m	6,79 m
$R = 160 \text{ m} - \text{gerade} - R = 160 \text{ m}$	9,48 m	6,01 m
$R = 170 \text{ m} - \text{gerade} - R = 170 \text{ m}$	8,30 m	5,20 m
$R = 180 \text{ m} - \text{gerade} - R = 180 \text{ m}$	7,20 m	4,25 m
$R = 190 \text{ m} - \text{gerade} - R = 190 \text{ m}$	6,00 m	3,01 m
$R = 200 \text{ m} - \text{gerade} - R = 200 \text{ m}$	4,50 m	0
$R = 210 \text{ m} - \text{gerade} - R = 210 \text{ m}$	2,11 m	0
$R = 213 \text{ m} - \text{gerade} - R = 213 \text{ m}$	0	0

6.13 Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags L_s

Die durch eine unvermittelte Änderung des Überhöhungsfehlbetrags verursachte Störung der Fahrzeugdynamik erfährt eine Dämpfung als Funktion der Zeit.

Von der Geschwindigkeit abhängige untere Grenzwerte der Länge des/der Zwischenelemente(s) zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags $L_{s,lim}$ sind in Gleichung (11) und Tabelle 20 definiert.

$$L_{s,lim} = q_{s,lim} \cdot V \quad (11)$$

Dabei ist

$q_{s,lim}$ ein in Tabelle 20 festgelegter Faktor (m·h/km) und

V die Zuggeschwindigkeit (km/h).

Tabelle 20 — Untergrenzen für den Faktor $q_{s,lim}$ für die Definition der Mindestlänge zwischen zwei Tangentenpunkten mit unvermittelter Änderung des Überhöhungsfehlbetrags ($L_{s,lim}$)

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
$V \leq 70 \text{ km/h}$	0,20	0,10 ^a
$70 \text{ km/h} < V \leq 100 \text{ km/h}$	0,20	0,15 ^b
$100 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	0,25	0,19
^a Sofern $\Delta I \leq 110 \text{ mm}$ und $V \leq 50 \text{ km/h}$, darf $q_{s,lim}$ auf 0,08 m·h/km verringert werden. ^b Sofern $\Delta I \leq 100 \text{ mm}$ und $V \leq 90 \text{ km/h}$, darf $q_{s,lim}$ auf 0,10 m·h/km verringert werden.		

ANMERKUNG Bei Weichen und Kreuzungen in Übergangsbogen darf die Länge zwischen zwei unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags mehr als ein Zwischenelement umfassen.

Bei dem Zwischenelement handelt es sich normalerweise um ein Element mit konstantem Überhöhungsfehlbetrag (oder konstantem Überhöhungsüberschuss). Sofern der Überhöhungsfehlbetrag

nicht konstant ist, darf die Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit nicht über dem oberen Grenzwert in 6.8 liegen.

Der Grenzwert $L_{s,lim}$ gilt nicht, wenn die Gesamtänderung des Überhöhungsfehlbetrags über die beiden (oder mehr) Trassierungspunkte nicht den oberen Grenzwert in 6.11 überschreitet. Die Größenordnung der unvermittelten Änderung des Überhöhungsfehlbetrags wird auf der Grundlage der im normativen Anhang K angegebenen Zeichenregeln definiert.

Im Falle einer unvermittelten Änderung des Überhöhungsfehlbetrags nutzen einige europäische Eisenbahnbetreiber das Prinzip des virtuellen Übergangsbogens, das im informativen Anhang M beschrieben wird. Sofern die Länge zwischen zwei Trassierungspunkten mit unvermittelten Änderungen des Überhöhungsfehlbetrags auf dem Prinzip des virtuellen Übergangsbogens beruht, muss sie auch den in Tabelle 20 festgelegten Untergrenzen entsprechen.

6.14 Gleisneigung p

Die absoluten Größenordnungen der Gleisneigung p sind auf der Grundlage der verfügbaren Zugkraft in Bezug auf die Masse sowie die Bremsleistung des Zuges zu begrenzen. In dieser Europäischen Norm sind keine Obergrenzen für die Größenordnungen der Neigungen festgelegt. Für bestimmte entwurfsbezogene Überlegungen siehe den informativen Anhang O.

ANMERKUNG 1 Obergrenzen für die Gleisneigung sind in den TSI INF festgelegt.

Untergrenzen für die Länge der konstanten Gleisneigung $L_{g,lim}$ sind in Tabelle 21 festgelegt.

Tabelle 21 — Untergrenzen für die Länge der konstanten Gleisneigung $L_{g,lim}$

Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
20 m	0

Im Falle von Strecken für bestimmte Bahnfahrzeuge mit sekundärer Luftfederung wird für Abschnitte zwischen einer konvexen und einer konkaven Ausrundung im Aufriss, die beide vertikale Radien nahe den unteren außergewöhnlichen Grenzwerten nach 6.15 aufweisen, empfohlen, eine Untergrenze von $0,5\text{m}/(\text{km/h}) \cdot V$ für die Länge einer konstanten Zwischenneigung anzusetzen.

In dieser Europäischen Norm werden keine Obergrenzen für die Länge der konstanten Gleisneigung $L_{g,u,lim}$ festgelegt.

ANMERKUNG 2 Bestimmte Obergrenzen für die Länge der Gleisneigung sind in den TSI INF festgelegt.

6.15 Vertikaler Radius R_v

Im Allgemeinen werden Ausrundungen im Aufriss als Parabeln (Polynome 2. Grades) oder als Kreisbogen konstruiert. Sie dürfen ohne Übergangsbogen ausgelegt sein.

ANMERKUNG Eine Ausrundung im Aufriss im abzweigenden Gleis überhöhter Weichen- und Kreuzungsanlagen kann die Form eines Polynoms höherer Ordnung als eine Parabel aufweisen.

Weichen- und Kreuzungsanlagen sollten an Stellen eingebaut werden, an denen die Gleise eben sind, und zwar bei einer konstanten Neigung oder einem großen vertikalen Radius. Von der Geschwindigkeit unabhängige Untergrenzen für vertikale Radien $R_{v,lim}$ sind in Tabelle 22 festgelegt.

Tabelle 22 — Untergrenze für vertikale Radien im Grundriss $R_{v,lim}$

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
Allgemein	2 000 m	500 m ^a
Weichen und Kreuzungen, konvexe Ausrundungen	5 000 m	2 000 m
Weichen und Kreuzungen, konkave Ausrundungen	3 000 m	2 000 m
Anlaufberge, konvexe Ausrundungen	250 m ^a	
Anlaufberge, konkave Ausrundungen	300 m ^a	
^a Nicht alle Fahrzeuge sind für vertikale Radien von weniger als 500 m ausgelegt und zugelassen (siehe EN 15273-2).		

Der vertikale Radius für sowohl das durchgehende Hauptgleise als auch Weichen- und Kreuzungsanlagen muss auch den in Gleichung (12) und Tabelle 23 festgelegten von der Geschwindigkeit abhängigen Untergrenzen entsprechen.

$$R_v \geq q_{R,lim} \cdot V^2 \quad (12)$$

Tabelle 23 — Untergrenzen des Faktors für den vertikalen Radius $q_{R,lim}$

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
konvexe Ausrundungen	0,35 m·h ² /km ²	0,15 m·h ² /km ²
konkave Ausrundungen	0,35 m·h ² /km ²	0,13 m·h ² /km ²

Diese Europäische Norm enthält keine Obergrenze für den vertikalen Radius. Lokal gültige Normen können jedoch in Abhängigkeit von den Fähigkeiten der Trassierungssoftware eine derartige Obergrenze enthalten, um sehr große Zahlen handhaben zu können, oder zu weiteren praktischen Zwecken.

6.16 Länge des vertikalen Radius L_v

Untergrenzen für die Länge des vertikalen Radius $L_{v,lim}$ sind in Tabelle 24 festgelegt.

Tabelle 24 — Untergrenzen für die Länge des vertikalen Radius $L_{v,lim}$

Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
20 m	0

6.17 Unvermittelte Änderung der Gleisneigung Δp

Normalerweise dürfen keine zwei konstanten Gleisneigungen ohne dazwischenliegende Ausrundung im Aufriss miteinander verbunden werden. In Ausnahmefällen darf eine unvermittelte Änderung der Gleisneigung Δp vorliegen. Die Größenordnung der unvermittelten Änderung der Gleisneigung Δp wird auf der Grundlage der im normativen Anhang K angegebenen Zeichenregeln definiert.

Die Obergrenzen für eine unvermittelte Änderung der Gleisneigung Δp_{lim} sind in Tabelle 25 festgelegt.

Tabelle 25 — Obergrenzen für eine unvermittelte Änderung der Gleisneigung in durchgehenden Hauptgleisen Δp_{lim}

	Normaler Grenzwert	Außergewöhnlicher Grenzwert
$0 < V \leq 230 \text{ km/h}$	1 mm/m	2 mm/m
$230 \text{ km/h} < V \leq 360 \text{ km/h}$	0,5 mm/m	1 mm/m

Bei Nebengleisen mit einer zulässigen Geschwindigkeit von nicht mehr als 40 km/h darf der außergewöhnliche Grenzwert auf 4,5 mm/m gesteigert werden, vorausgesetzt, dass die unvermittelte Änderung der Neigung außerhalb von Weichen- und Kreuzungsanlagen auftritt.

Innerhalb einer an einem Trassierungspunkt angeordneten Weichen- und Kreuzungsanlage, an der eine unvermittelte Änderung der Neigung der Überhöhungsrampe auftritt, wird es zu einer entsprechenden unvermittelten Änderung der Gleisneigung des abzweigenden Gleises kommen. Diese Auswirkung darf vernachlässigt werden, da sie bereits auf der Grundlage des oberen Grenzwertes der Neigung der Überhöhungsrampe berücksichtigt wurde.

ANMERKUNG Für Fähr Rampen sind Grenzwerte für unvermittelte Änderungen der Gleisneigung in EN 15273-3 festgelegt.

Zwei unvermittelte Änderungen der Gleisneigung sollten nicht im Anschluss aneinander angeordnet werden. Eine derartige Anordnung kann jedoch im abzweigenden Gleis zwischen zwei Weichen- und Kreuzungsanlagen gerechtfertigt sein. Der Abstand zwischen zwei derartigen unvermittelten Änderungen der Gleisneigung sollte die Länge einer Ausrundung im Aufriss überschreiten, wobei der Radius 6.15 entsprechen sollte, was zur gleichen Gesamtänderung der Gleisneigung führt.

Anhang A (normativ)

Regeln für die Umwandlung von Parameterwerten für Spurweiten größer als 1 435 mm

A.1 Anwendungsbereich

In diesem Anhang werden die Regeln beschrieben, die für die Umwandlung der Werte und Grenzwerte nach dieser Norm für Spurweiten größer 1 435 mm angewendet werden müssen.

Im normativen Anhang B sind die Grenzwerte für die Linienführung in Gleisen auf der Grundlage der folgenden Regeln festgelegt, die auf Gleise mit einer Spurweite von 1 520 mm, 1 524 mm und 1 668 mm anzuwenden sind.

A.2 Symbole und Abkürzungen

Sofern nicht anders angegeben, gelten die Symbole und Abkürzungen nach Tabelle A.1 für die Anwendung von Anhang A.

Tabelle A.1 — Symbole und Abkürzungen

Nr.	Symbol	Bedeutung	Einheit
31	a_i, a_{i1}	quasi-statische Seitenbeschleunigung auf Gleishöhe, aber parallel zum Fahrzeugboden	m/s^2
32	a_q, a_{q1}	unausgeglichene Seitenbeschleunigung in der Lafebene	m/s^2
33	b	Radstand des Fahrzeugs	m
34	B, B_1	Abstand zwischen den Federdämpfungspunkten eines Radsatzes	mm
35	$da_i/dt,$ da_{i1}/dt	zeitbezogene Änderung der quasi-statischen Seitenbeschleunigung auf Gleishöhe, aber parallel zum Fahrzeugboden	m/s^3
36	$dD/ds,$ dD_1/ds	Neigung der Überhöhungsrampe	mm/m
37	$dD/dt,$ dD_1/dt	Änderung der Überhöhung mit der Zeit	mm/s
38	$dI/dt,$ dI_1/dt	Änderung des Überhöhungsfehlbetrags mit der Zeit	mm/s
39	D, D_1	Überhöhung	mm
40	e, e_1	Abstand zwischen den Nennmittelpunkten der beiden Radaufstandspunkte eines Radsatzes (z. B. etwa 1 500 mm für nominale Spurweite 1 435 mm)	mm
41	E, E_1	Überhöhungsüberschuss	mm
42	H_s	quasi-statische Querkraft, den ein Radsatz auf das Gleis ausübt	N
43	h_g	Höhe über der Oberseite der Schienen für den Massenschwerpunkt des Fahrzeugs	m