

DIN EN 15273-3

ICS 45.060.01; 45.020

Einsprüche bis 2012-09-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15273-3:2010-11**Entwurf****Bahnanwendungen –
Begrenzungslinien –
Teil 3: Lichtraumprofile;
Deutsche Fassung FprEN 15273-3:2012**Railway applications –
Gauges –
Part 3: Obstacle gauge;
German version FprEN 15273-3:2012Applications ferroviaires –
Gabarits –
Partie 3: Gabarit des obstacles;
Version allemande FprEN 15273-3:2012**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-07-02 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 176 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 15273-3:2012) 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 15273-3:2010-11 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 3: Lichtraumprofile

Applications ferroviaires — Gabarits — Partie 3 : Gabarit des obstacles

Railway applications — Gauges — Part 3: Structure gauges

ICS:

Deskriptoren

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

D:\Dokumente und Einstellungen\glu\Eigene Dateien\Aktuelle Arbeit\15273\EN_15273-3. (D)_11.doc - SLD Version 2.4e - RC2

Inhalt

Seite

Vorwort	7
Einleitung.....	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen.....	11
3 Begriffe	11
4 Symbole, Abkürzungen und Indizes	13
4.1 Symbol und Abkürzung	13
4.2 Indizes	18
4.3 Erläuterungen.....	18
5 Allgemeines zur Berechnung von Begrenzungslinien	19
5.1 Die Bezugslinie und ihre zugehörigen Rechenregeln.....	19
5.2 Zusatzgrößen in Querrichtung	19
5.2.1 Veränderung der Begrenzungslinie in Abhängigkeit der örtlichen Situation	19
5.2.2 Zufallsbedingte seitlich wirkende Einflussgrößen.....	20
5.3 Verschiebungen senkrecht zur Lafebene	21
5.3.1 Einführung.....	21
5.3.2 Vertikale Verschiebungen bei Neigungswechseln.....	21
5.3.3 Vertikaler Einfluss der Wankbewegungen	22
5.3.4 Vertikales Ausfedern (Hochfedern).....	23
5.3.5 Zufallsbedingte vertikal wirkende Einflussgrößen.....	23
5.4 Weitere Zuschläge	23
5.5 Arten von Begrenzungslinien.....	23
5.5.1 Methoden zur Bestimmung des Lichtraums.....	23
5.5.2 Lichtraumarten.....	24
5.5.3 Einheits-Lichtraum	24
5.6 Wahl des Lichtraums.....	25
5.6.1 Wahl der Begrenzungslinie und der Methode	25
5.6.2 Wahl des Lichtraums.....	25
5.6.3 Berücksichtigung der Zuschläge	25
5.6.4 Zusammenstellung von Begrenzungslinien	26
6 Regeln zur Erstellung einer statischen Begrenzungslinie	26
6.1 Allgemeines	26
6.2 Zugehörige Rechenregeln	27
6.3 Zuschläge in Querrichtung	28
6.3.1 Einflussgrößen.....	28
6.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j	28
6.4 Zuschläge in vertikaler Richtung für zufallsbedingte Einflüsse.....	28
6.4.1 Betrachtete Einflüsse	28
6.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_V	29
7 Regeln zur Erstellung einer kinematischen Begrenzungslinie.....	29
7.1 Allgemeines.....	29
7.2 Zugehörige Rechenregeln	29
7.3 Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen	30
7.3.1 Betrachtete Einflüsse	30
7.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j	31
7.4 Zuschläge in vertikaler Richtung für zufallsbedingte Einflüsse.....	31
7.4.1 Betrachtete Einflüsse	31
7.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_V	31

8	Regeln zur Erstellung einer dynamischen Begrenzungslinie	32
8.1	Allgemeines	32
8.2	Zugehörige Rechenregeln	32
8.3	Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen	33
8.3.1	Betrachtete Einflüsse	33
8.3.2	Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j	33
8.4	Zuschläge in vertikaler Richtung für zufallsbedingte Einflussgrößen	33
8.4.1	Betrachtete Einflüsse	33
8.4.2	Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_v	34
9	Gleismittenabstand	34
9.1	Allgemeines	34
9.2	Mindestgleisabstand	34
9.2.1	Einführung	34
9.2.2	Einfluss des Überhöhungsunterschieds $\Delta b_{\delta D}$	35
9.2.3	Zuschläge zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen	36
9.2.4	Festlegungen	37
9.3	(Nenn-) Gleisabstand und Regelgleisabstand	38
9.3.1	Einführung	38
9.3.2	Festlegungen	38
10	Trassierung in Übergangsbereichen	38
10.1	Einführung	38
10.1.1	Berechnungsgrundlagen	38
10.1.2	Merkmale der Übergangsbereiche	39
10.1.3	Veränderung des Lichtraums	39
10.2	Lichtraum bei Krümmungswechsel	40
10.2.1	Unvermittelte Krümmungswechsel	40
10.2.2	Übergangsbögen	41
10.3	Durchfahren von Weichen	42
10.3.1	Einführung	42
10.3.2	Ausladungen	43
10.3.3	Quasistatische Neigung	44
10.3.4	Ergebnis	44
11	Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer	44
11.1	Allgemeines	44
11.1.1	Lichtraumbedarf auf elektrifizierten Strecken	44
11.1.2	Besonderheiten	45
11.1.3	Grundlagen	45
11.2	Mechanischen Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer (im Fall der kinematischen Begrenzungslinie)	46
11.2.1	Bestimmung der Breite der mechanischen Begrenzungslinie	46
11.2.2	Maximale Höhe der mechanischen Begrenzungslinie h_{eff}	48
11.3	Elektrische Begrenzungslinie für Stromabnehmer (im Fall der kinematischen Begrenzungslinie)	49
11.3.1	Einführung	49
11.3.2	Breite der elektrischen Begrenzungslinie für Stromabnehmer	49
11.3.3	Höhe der elektrischen Begrenzungslinie	50
11.3.4	Elektrischer Schutzabstand	50
11.4	Begrenzungslinie für Stromabnehmer im Fall der dynamischen Begrenzungslinie	50
12	Fahrdraht der elektrischen Oberleitung	50
13	Regeln für die Anordnung der Bahnsteigkanten	51
13.1	Allgemeines	51
13.2	Bahnsteigspalt b_{lac} und h_{lac}	54
13.3	Einbaumaße für Bahnsteige	56
13.3.1	Einbau in Bezug auf die Lafebene	56
13.3.2	Anordnung in Bezug auf die Horizontale (x_q, y_q)	56

13.3.3	Toleranzen für die Bahnsteiganordnung	57
13.4	Überprüfung und Toleranzen	57
14	Züge mit Neigetechnik	57
14.1	Allgemeines	57
14.2	Übergangsbogen	58
14.3	Betrieb bei gestörtem Neigesystem	59
15	Vorschriften für Fährschiffe	59
16	Streckenausrüstung	59
16.1	Einführung	59
16.2	Krokodile	60
16.3	Aktive Radlenker	60
16.4	Bohlenübergänge	60
16.5	Stromschienen	60
16.6	Gleisbremsen	60
17	Überprüfung und Aufrechterhaltung des Lichtraums	61
17.1	Lichtraum	61
17.2	Gleismittenabstand	61
18	Anleitung für die Festlegung eines neuen Lichtraums auf der Grundlage einer bestehenden Infrastruktur	61
Anhang A (normativ)	Methode zur Berechnung der Zuschläge für den Lichtraum	62
A.1	Einführung	62
A.2	Gleichungen für kinematische Begrenzungslinien	62
A.2.1	Für den (Nenn-) Lichtraum	62
A.2.2	Für den Mindestlichtraum	63
A.2.3	Absoluter Mindestlichtraum	64
A.2.4	Für den (Nenn-) Gleisabstand	65
A.2.5	Für den Mindestgleisabstand	65
A.2.6	Für den absoluten Grenzgleisabstand	66
A.2.7	Für die Stromabnehmerbegrenzungslinie	66
A.3	Gleichungen bei der dynamischen Begrenzungslinie	66
A.3.1	Allgemeines	66
A.3.2	Für den Lichtraum	66
A.3.3	Für den Mindestlichtraum	67
A.3.4	Absolute Grenzlinie	68
A.3.5	Für den Mindestgleisabstand	69
A.3.6	Für den absoluten Grenzgleisabstand	69
A.3.7	Für die Stromabnehmerbegrenzungslinie	69
Anhang B (informativ)	Richtwerte für die Lichtraumberechnung und Rechenbeispiele	70
B.1	Empfehlungen für die Koeffizienten	70
B.2	Beispiele für die kinematische Berechnung	72
B.2.1	Absolute Grenzlinie und Mindestlichtraum	72
B.2.2	Gleisabstand, bautechnischer und absoluter Grenzgleisabstand	73
B.2.3	Begrenzungslinie für Stromabnehmer	74
Anhang C (normativ)	Internationale Begrenzungslinien G1, GA, GB und GC	80
C.1	Allgemeines	80
C.1.1	Anwendung	80
C.1.2	Arten von Begrenzungslinien	80
C.1.3	Gemeinsame Parameter und Regeln	80
C.1.4	Berechnung des Gleismittenabstands	81
C.1.5	Lichtraum für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer	81
C.1.6	Bereiche der Begrenzungslinie	81
C.2	Begrenzungslinie für den oberen Bereich ($h > 400$ mm)	82
C.2.1	Begrenzungslinie G1	82
C.2.2	Begrenzungslinien GA und GB	83
C.2.3	Begrenzungslinie GC	84

C.3	Unterer Bereich ($h \leq 0,400$ m)	85
C.3.1	Unterer Bereich GI2 — im Allgemeinen anzuwenden	85
C.3.2	Unterer Bereich GI1 — Mit Gleisbremsen ausgerüstete Gleise	87
C.3.3	Unterer Bereich der „Rollenden Landstraße“ — GI3	92
C.4	Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer	94
Anhang D (normativ)	Begrenzungslinien für multilaterale und nationale Abkommen	95
D.1	Einführung	95
D.2	Von internationalen Begrenzungslinien abgeleitete kinematische Begrenzungslinien	95
D.2.1	Begrenzungslinie G2	95
D.2.2	Begrenzungslinien GB1 und GB2	96
D.3	Statische Begrenzungslinien (international)	99
D.3.1	Begrenzungslinie G1	99
D.3.2	Begrenzungslinie G2	102
D.3.3	Begrenzungslinien GA, GB und GC	104
D.4	Sogenannte nationale Begrenzungslinien	106
D.4.1	Belgische Begrenzungslinien BE1, BE2 und BE3	106
D.4.2	Französische Begrenzungslinie FR3.3	110
D.4.3	Portugiesische Begrenzungslinien PTb, PTb+ und PTc	111
D.4.4	Finnische Begrenzungslinie FIN1	116
D.4.5	Schwedische Begrenzungslinien SEa und SEc	119
D.4.6	Deutsche Begrenzungslinie DE1	122
D.4.7	Deutsche Begrenzungslinie DE2	123
D.4.8	Deutsche Begrenzungslinie DE3	125
D.4.9	Tschechische Begrenzungslinie Z-GCD	127
D.4.10	Britische Begrenzungslinie	128
D.4.11	Spanische Begrenzungslinien GHE16, GEA16, GEB16, GEC16, GEC14, GEE10 und GED10	128
Anhang E (informativ)	Rechenbeispiel für die Berechnung des Lichtraums im Weichenbereich	143
E.1	Einführung	143
E.2	Methode	144
E.3	Erweiterung im Gleisbogen	144
E.3.1	Lichtraumerweiterung im Stammgleis	144
E.3.2	Lichtraumerweiterung im Zweiggleis	146
E.4	Quasistatische Neigung	147
E.5	Lichtraumerweiterung im Weichenbereich	148
Anhang F (normativ)	Bestimmung der Merkmale von Referenzfahrzeugen	151
F.1	Einführung	151
F.2	Methode	151
F.3	Rechenbeispiel	152
F.3.1	Einführung	152
F.3.2	Fahrzeug 1 (Bogeninnenseite)	152
F.3.3	Fahrzeug 2 (Bogenaußenseite)	152
F.3.4	Fahrzeug 3 (Bogeninnenseite)	153
F.3.5	Fahrzeug 4 (Bogenaußenseite):	153
F.3.6	Zusammenfassung	153
F.3.7	Referenzfahrzeuge der internationalen Begrenzungslinien	154
Anhang G (normativ)	Einheits-Lichtraum	156
G.1	Einführung	156
G.2	Begrenzungslinie GU1	156
G.2.1	Allgemeines	156
G.2.2	Darstellung der Begrenzungslinie GU1	156
G.2.3	Entsprechende kinematische Begrenzungslinie	158
G.3	Begrenzungslinie GU2	158
G.3.1	Allgemeines	158
G.3.2	Darstellung der Begrenzungslinie GU2	159
G.4	Begrenzungslinie GUC	160
G.4.1	Allgemeines	160
G.4.2	Darstellung der Begrenzungslinie GUC	161

Anhang H (informativ) Richtlinie für die Instandhaltung des Lichtraums	162
H.1 Einführung	162
H.2 Wahl des Lichtraums	162
H.3 Richtlinien für die Anordnung von Gegenständen	162
H.3.1 Richtlinien für die Anordnung von gleisnahen Gegenständen	162
H.3.2 Richtlinien für die Anordnung von Strecken entlang von baulichen Anlagen	163
H.3.3 Richtlinien für die Anordnung vorübergehender Anlagen	163
H.4 Verwaltung und Kontrolle der baulichen Anlagen	163
H.4.1 Verwaltungsgrundsatz	163
H.4.2 Umgang mit kritischen Situationen	163
H.4.3 Praktische Aspekte der Vermessung von Anlagen	164
H.5 Einfluss der Gleisinstandhaltung	164
H.6 Ausbildung des Personals	164
Anhang I (informativ) A-Abweichungen	165
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG	167
Literaturhinweise	174

Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 15273-3:2011) 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 15273-3:2009 aufgrund von Inhalten Nationaler Vorworte diverser Mitgliedsländer bezüglich Formelzeichen, Gleichungen und anderer Unkorrektheiten im Dokument von 2009.

Vorgenommene Änderungen gegenüber der EN 15273-3: 2009:

- Einleitung: Textänderung
- 3.2: Änderung zu Bild 1;
- 4: Änderung zur Tabelle 1;
- 5.3.2: Änderung zu Text und Bild 2;
- 5.3.3.1: Änderung zu Text und Bild 3 sowie der Gleichung 5;
- 5.3.3.2 : Neuer Text;
- 6: Neue Anmerkungen;
- 6.2: Neue Gleichung 12;
- 6.3.2: Streichung des letzten Satzes;
- 6.4.2: Streichung des letzten Satzes;
- 7.2: Änderung der Gleichung 19 sowie Erzeugung von Gleichung 18b;
- 7.4.1: Textänderung;
- 8.2: Neuer Text sowie Erzeugung von Gleichung 23b;
- 8.4.1: Textänderung;
- 9.2.1: Änderung zu Bild 4;
- 9.2.2: Neues Bild 5;
- 9.2.4: Textänderung;
- 10.3.1: Neues Bild 9;
- 10.3.2: Neues Bild 10;
- 10.3.4: Textänderung;
- 11.2.1.7: Neue Symbole, Änderung von Gleichung 33;
- 11.3.2: Neue Symbole, Änderung von Gleichung 37;
- 13.1: Neue Bilder 14 und 15;
- 13.3.1.2: Textänderung sowie Änderung von Gleichung 50;

- 13.3.2 : Änderung zu Gleichungen 51 und 53;
- A.2: Neuer Abschnittstitel;
- A.2.2.1.1: Neue Verweise, Textänderung, neue Gleichung A.9;
- A.2.2.1.2: Änderung zur Gleichung A.12;
- A.2.2.1.3: Änderung zur Gleichung A.14;
- A.2.2.2: Neue Symbole, Änderung zu den Gleichungen A.15, A.16;
- A.2.3: Neue Titel und Gleichungen A.19a, A.19b, A.20a, A.20b;
- A.2.3.2: Neue Symbole und Verweise;
- A.2.4: Änderung zur Gleichung A.24;
- A.3.3.2: Änderung zu Gleichungen A.39 und A.40;
- A.3.4.2: Titeländerung, Änderung zur Gleichung A.47;
- A.3.4.2: Neue Symbole;
- A.3.5: Änderung zur Gleichung A.49;
- A.3.6: Änderung zur Gleichung A.51;
- B.1: Neue Überschrift für Tabelle B.1, Änderung zur Anmerkung 4;
- B.2.1: Änderung zur Gleichung B.1, Änderung zur Tabelle B.2;
- B.2.2: Änderung zur letzten Gleichung;
- B.2.3.1: Textänderung;
- B.2.3.2.1: Textänderung, Änderung zu den Tabellen B.3, B.4 und B.5;
- B.2.3.2.2: Geändertes Bild B.1;
- B.2.3.3: Textänderung, Änderung zu den Tabellen B.6, B.7, B.8, B.9, B.10;
- C.1.3: Streichung des letzten Absatzes, Änderung zum Satz vor Gleichung C.1;
- C.2.1: Änderung zur Tabelle C.1;
- C.2.2: Änderung zur Tabelle C.3;
- C.3.1: Erzeugung neuer Bilder C.4 und C.5;
- C.3.2: Erzeugung neuer Bilder C.6 und C.7;
- C.3.2.1.2: Änderung zu Bild C.8;
- C.3.3: Änderung zu Bild C.10;
- C.4: Änderung zur Tabelle C.8;
- D.2.2.4: Änderung zu den Tabellen D.2 und D.3;
- D.3.1.1: Änderung zum Satz vor Gleichung D.1;
- D.4.2.3: Änderung zu den Tabellen D.13 und D.14;
- D.4.3.6: Änderung zum Satz vor Gleichung D.3;
- D.4.10: Streichung des Abschnitts (8 Seiten);
- D.4.11: Einfügung eines neuen Abschnitts mit spanischen Begrenzungslinien;
- E.1: Streichung des ersten Satzes;
- E.4: Textänderung;
- F.2: Textänderung.

Einleitung

Das vorliegende Dokument ist das dritte einer Reihe von drei Normen, aus denen die Europäische Norm für Fahrzeugbegrenzungslinien und Lichträume besteht:

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm

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

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

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

Für die Erfordernisse der vorliegenden Norm sind folgende Zuständigkeiten festzulegen:

a) Seitens der Infrastruktur:

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

b) Seitens des Fahrzeugbaus:

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

Die in der vorliegenden Norm enthaltenen Begrenzungslinien sind im Hinblick auf eine europaweite Anwendung im Eisenbahnwesen aufgenommen worden. Andere Bahnnetze, wie Regionalnetze, lokale, städtische oder Nahverkehrsbahnnetze, können die in dieser Norm definierten Regeln ebenfalls anwenden. Sie können für besondere Fälle herangezogen werden:

- bei besonderen Bahnsystemen (zum Beispiel U-Bahnen, Straßenbahnen usw., die auf zwei Schienen fahren)
- bei anderen Gleisbogenradien
- und bei anderen Verhältnissen...

Die Auflistung der verschiedenen Begrenzungslinien in dieser Norm enthält nur eine Auswahl, die nicht erschöpfend ist. Jedes Bahnnetz kann diese nach ihren eigenen Bedürfnissen festlegen.

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).

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

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

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

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

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

EN 50367, *Bahnanwendungen — Zusammenwirken der Systeme — Technische Kriterien für das Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung für einen freien Zugang*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Lichtraum (Lichtraumprofil)

Raum in Bezug auf das jeweilige Gleis, das so genannte Bezugsgleis, der von allen Gegenständen oder Anlagen freizuhalten ist, auch im Hinblick auf den Verkehr auf den Nachbargleisen, um einen sicheren Betrieb auf diesem Bezugsgleis zu ermöglichen. Der Lichtraum wird auf der Grundlage der Bezugslinie unter Anwendung der zugehörigen Rechenregeln definiert

Es werden drei Arten von Lichtraumprofilen unterschieden:

3.1.1

absolute Grenzlinie

Raum, der nie überschritten werden darf und die Grenze für den normalen Verkehr darstellt

ANMERKUNG Sie dient zur Überprüfung der ungehinderten Vorbeifahrt an festen Anlagen. Keinerlei Objekt darf zu keinem Zeitpunkt in die absolute Grenzlinie hineinragen.

3.1.2

Mindestlichtraum

Raum, der unter Berücksichtigung von Reserven für die Instandhaltung nicht überschritten werden darf

ANMERKUNG Er wird für die Festlegung der Grenzlage baulicher Anlagen verwendet. In diesen Lichtraum dürfen keine Anlagen hineinragen, wenn im Anschluss an normale Instandhaltungsmaßnahmen die ungehinderte Durchfahrt überprüft wird.

3.1.3

Lichtraum (Nenn-Lichtraum, Regellichtraum)

Raum, der frei von Objekten aller Art zu halten ist, um den Zugbetrieb und die Oberbauinstandhaltung zu ermöglichen, wobei Sicherheitszuschläge, Instandhaltungszuschläge und Reservezuschläge nach Wahl des Infrastrukturbetreibers enthalten sind

ANMERKUNG Dieser Raum berücksichtigt zum Beispiel Sendungen mit Lademaßüberschreitung, Möglichkeiten zur Geschwindigkeitssteigerung, Seitenwind und andere aerodynamische Effekte.

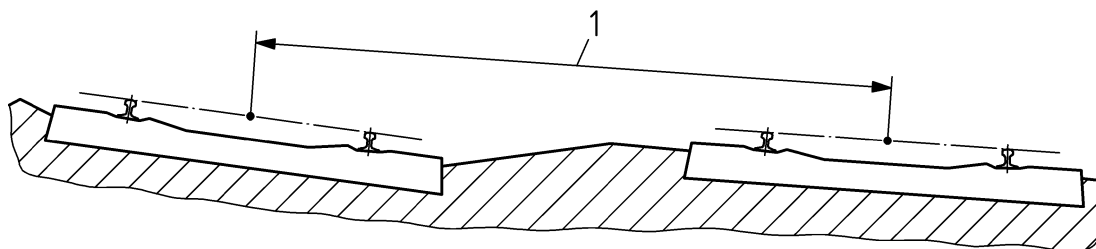
3.2

Gleismittenabstand

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

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

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



Legende

1 Gleismittenabstand

Bild 1 — Gleisabstand

3.2.1

absoluter Grenzgleisabstand

Mindestabstand, der jederzeit zwischen benachbarten Gleisen einzuhalten ist, um auf beiden Gleisen einen sicheren Zugverkehr im gewählten Lichtraum ohne Gefahr von Berührungen der Fahrzeuge untereinander sicherzustellen

ANMERKUNG Dieser Abstand hängt von den örtlichen Gleisparametern ab (Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser ...).

3.2.2

Mindestgleisabstand (Bautechnischer Grenzgleisabstand)

Mindestabstand, der zwischen benachbarten Gleisen einzuhalten ist, um auf beiden Gleisen einen sicheren Zugverkehr im gewählten Lichtraum ohne Gefahr von Berührungen der Fahrzeuge untereinander sicherzustellen

ANMERKUNG Dieser Abstand hängt von den örtlichen Gleisparametern ab (Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser ...). Er beinhaltet Instandhaltungszuschläge.

3.2.3

Gleisabstand (Nenn- oder Regelgleisabstand)

Abstand, der im Allgemeinen einen angemessenen Zuschlag beinhaltet, um die Streckenplanung, Gleisverlegung, Inspektion und Oberbauinstandhaltung sowie den Verkehr von Sendungen mit Lademaßüberschreitungen zu erleichtern, und die alle weiteren Einflussgrößen abdeckt (einschließlich beispielsweise der aerodynamischen Effekte)

ANMERKUNG Abgesehen von Bereichen mit kleinen Gleisbogenhalbmessern ist der Gleisabstand häufig unveränderlich (Regelgleisabstand).

4 Symbole, Abkürzungen und Indizes

4.1 Symbol und Abkürzung

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit
a	Abstand zwischen den Führungsquerschnitten von Fahrzeugen (Endradsätze bei Einzelradsätzen bzw. Drehzapfen)	m
$A_{i/a}$	Koeffizienten zur Berechnung der Ausladungen, abhängig vom Referenzfahrzeug. Indice i steht für bogeninnenseitig, a für bogenaußenseitig	
b	halbe Breite oder Parallelabstand zur Lauffläche, bezogen auf die Mittellinie des Gleises oder des Fahrzeugs	m
b'	halbe Breite der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m
b'_q	tatsächlicher Abstand der Bahnsteigkante, gemessen ab der Fahrkante der Schiene parallel zur Lauffläche	m
b_{CR}	halbe Breite der Bezugslinie	m
b_{elec}	elektrischer Schutzabstand	m
$b_{lac o}$	vereinbarte Spaltbreite zwischen Bahnsteigkante und Trittstufe	m
$b_{obstacle}$	Abstand zwischen einem gleisnahen Gegenstand und der Gleisachse, gemessen parallel zur Lauffläche	m
b_q	Abstand Bahnsteigkante – Gleisachse, gemessen parallel zur Lauffläche	m
b_{veh}	halbe Breite des Fahrzeugs	m
b_w	halbe Wippenbreite des Stromabnehmers	m
$B_{i/a}$	Koeffizienten zur Berechnung der Ausladungen, abhängig vom Referenzfahrzeug. Indice i steht für bogeninnenseitig, a für bogenaußenseitig	
C_0	Wankpol (Referenz)	
c_w	Breite des Isolierhorns der Stromabnehmerwippe	m
dg	geometrische Ausragung	m
dg_i	bogeninnenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m
dg_a	bogenaußenseitige geometrische Ausragung des Fahrzeugs	m
D	Überhöhung	m
D_0	Von den Fahrzeugbauern und den Infrastrukturverantwortlichen für die kinematische Berechnung vereinbarter pauschaler Überhöhungswert	m
D_{max}	vereinbarte maximale Überhöhung zur Berücksichtigung der Absenkungen bei der kinematischen Berechnungsmethode	m
δD	Differenz der Überhöhung (zwischen zwei Gleisen)	m
e_p	durch die Fahrzeugeigenschaften bedingte Außermittigkeit des Stromabnehmers	m
e_{po}	Außermittigkeit des Stromabnehmers im oberen Prüfpunkt	m
e_{pu}	Außermittigkeit des Stromabnehmers im unteren Prüfpunkt	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maßeinheit
e_v	Absenkungen von gleismontierten Gegenständen	m
EA	Gleismittenabstand	m
f_s	Fahrdrahtanhub	m
f_{dyn}	Zuschlag zur Berücksichtigung der Fahrdrahtdynamik	m
f_{wa}	Zuschlag zur Berücksichtigung der Überschreitung der Kontaktebene durch die Wippe aufgrund des Schleifleistenverschleißes	m
f_{ws}	Zuschlag zur Berücksichtigung der Überschreitung der Kontaktebene durch die Wippe aufgrund der Schrägstellung des Stromabnehmers	m
h	Höhe über Laufebene (Verbindungsline der Schienenkopfoberkanten SO)	m
h'_o	größte Höhe für die Überprüfung der Begrenzungsline für Stromabnehmer in Arbeitsstellung	m
h'_u	kleinste Höhe für die Überprüfung der Begrenzungsline für Stromabnehmer in Arbeitsstellung	m
h_c	Höhe des Wankpols	m
h_{c0}	zwischen dem Fahrzeugbau und der Infrastruktur vereinbarter Wert von h_c	m
h'_{c0}	zwischen dem Fahrzeugbau und der Infrastruktur vereinbarter Wert von h_c für die Stromabnehmerbegrenzungsline	m
h_{CR}	Höhe der Bezugslinie	m
h_{eff}	tatsächliche Höhe des ausgefahrenen Stromabnehmers	m
$h_{eff,elec}$	tatsächliche Höhe des ausgefahrenen Stromabnehmers plus elektrischem Schutzabstand	m
h_f	Fahrdrahthöhe	m
h_{max}	Maximal für die Infrastruktur zur Verfügung stehende Höhe unterhalb der unteren Horizontale der Bezugslinie	m
h_{min}	Höhe der unteren Bezugslinie zur Berücksichtigung für die Bestimmung des Referenzfahrzeugs	m
$h_{u min}$	Höhe der unteren Horizontale der Bezugslinie ANMERKUNG Diese Mindesthöhe ist vorgesehen für die geometrischen vertikalen Verschiebungen im Fahrzeugbereich unterhalb der Bezugslinie entsprechend der vertikalen Gleiskrümmung	m
$h_{u min (2)}$	Höhe der unteren Horizontale der Bezugslinie für Fahrzeuge, die über Ablaufberge und Gleisbremsen in Lösestellung fahren dürfen	m
$h_{min CR}$	Höhe der unteren Ecke der Bezugslinie	m
h_{nez}	Höhe des Vorsprungs der Bahnsteigkante	m
$h_{obstacle}$	Höhe eines ortfesten Gegenstandes über der Laufebene (SO)	m
h_P	Höhe des Punktes P	m
h_q	Höhe des Bahnsteigs über der Laufebene (SO)	m
$h_{o min}$	Vorgesehene Mindesthöhe für die geometrischen vertikalen Verschiebungen im Fahrzeugbau oberhalb der Bezugslinie entsprechend der vertikalen Gleiskrümmung	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit
I	Überhöhungsfehlbetrag	m
I'_C	Wert des Überhöhungsfehlbetrags zwischen 0 und I_C	m
I'_P	Zwischenwert des Überhöhungsfehlbetrags bei Neigezügen	m
I_C	vom Infrastrukturverantwortlichen für seine Strecken festgelegter größter Überhöhungsfehlbetrag	m
I_0	Von den Fahrzeugbauern und den Infrastrukturverantwortlichen für die kinematische Berechnung vereinbarter pauschaler Überhöhungsfehlbetrag	m
I'_0	Von den Fahrzeugbauern und den Infrastrukturverantwortlichen für die kinematische Berechnung der Stromabnehmerbegrenzung vereinbarter pauschaler Überhöhungsfehlbetrag	m
I_P	Überhöhungsfehlbetrag der Fahrzeuge mit Neigetechnik	m
I_{sup}	Zuschlag zum Überhöhungsfehlbetrag	m
k	Sicherheitskoeffizient zur Berücksichtigung von Gleislageunregelmäßigkeiten	
k'	Sicherheitskoeffizient zur Berücksichtigung von Gleislageunregelmäßigkeiten bei der Berechnung der Stromabnehmer-Begrenzungslinie	
ℓ	Spurweite, Abstand zwischen den Fahrkanten der beiden Schienen eines Gleises	m
ℓ_{nom}	Regelspurweite (Nenn-Spurweite)	m
L	Abstand zwischen den Schienenmitten eines Gleises	m
$M_{(1)}$	Obligatorischer Zuschlag	m
$M_{(2)}$	Zuschlag für Instandhaltung der Infrastruktur	m
$M_{(3)}$	Zusätzlicher Zuschlag für die Infrastruktur	m
M_{EAj}	Sicherheitszuschlag für den Gleismittenabstand zur Abdeckung bestimmter zufallsbedingter Effekte ($j = 1, 2$ oder 3)	m
n_a	n für die außerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Fahrzeugteile	m
n_i	n für die innerhalb der Führungsquerschnitte gelegenen Fahrzeugteile	m
P	für den Gleismittenabstand ausschlaggebender höchster seitlicher Punkt der Bezugslinie	
PT	Äußerster seitlicher Punkt im obersten Bereich der Bezugslinie	
q	Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen oder zwischen Radsatz und Wagenkasten bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen	m
q_s	Von der Infrastruktur berücksichtigte Verschiebung aus quasistatischer Neigung	m
q_{sa}	Von der Infrastruktur berücksichtigte Verschiebung aus quasistatischer Neigung außerhalb der Bezugslinie auf der Bogenaußenseite	m
q_{si}	Von der Infrastruktur berücksichtigte Verschiebung aus quasistatischer Neigung außerhalb der Bezugslinie auf der Bogeninnenseite	m
q_{sa}'	Verschiebung aus quasistatischer Neigung auf der Bogenaußenseite bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m
q_{si}'	Verschiebung aus quasistatischer Neigung auf der Bogeninnenseite bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit
R	horizontaler Gleisbogenradius	m
R_v	vertikaler Radius beim Neigungswechsel	m
$R_{v \min}$	Vereinbarter vertikaler Mindestradius beim Neigungswechsel	m
s	Neigungskoeffizient	
s_0	Wert des Neigungskoeffizienten, der vereinbarungsgemäß vom Fahrzeugbau und von der Infrastruktur berücksichtigt wird	
s'_0	Wert des Neigungskoeffizienten, der vereinbarungsgemäß vom Fahrzeugbau und von der Infrastruktur bei der Stromabnehmerbegrenzungslinie berücksichtigt wird	
S	zulässige Ausladung	m
S'_a	zulässige Stromabnehmer-Ausladung auf der Bogenaußenseite	m
S'_i	zulässige Stromabnehmer-Ausladung auf der Bogeninnenseite	m
S_a	zulässige Ausladung auf der Bogenaußenseite	m
S_i	zulässige Ausladung auf der Bogeninnenseite	m
T_{charge}	Unsymmetrie-Winkel, in η_{or} für ungünstige Lastverteilung berücksichtigt	Grad
T_D	Querhöhenfehler des Gleises, der sich zwischen zwei Durcharbeitungen einstellt	m
T_N	Vertikale Gleisverschiebung, die sich zwischen zwei Durcharbeitungen einstellt	m
T_{osc}	Querhöhenfehler des Gleises, zur Berechnung der Verschiebungen aus Schwingungen infolge Gleislage-Unregelmäßigkeiten	m
T_{susp}	Unsymmetrie-Winkel, in η_{or} für ungenaue Einstellung der Federung berücksichtigt	Grad
T_{voie}	Querverschiebung des Gleises, die sich zwischen zwei Durcharbeitungen einstellt	m
V'_c	Zwischenwert der Geschwindigkeit bei herkömmlichen Fahrzeugen	km/h
V'_p	Zwischenwert der Geschwindigkeit bei Fahrzeugen mit Neigetechnik	km/h
w	Wiegen-Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten	m
$w_{a(R)}$	Wiegen-Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten nach bogenaußen, vom Gleisbogenradius abhängig	m
$w_{i(R)}$	Wiegen-Querspiel zwischen Drehgestell und Wagenkasten nach bogeninnen, vom Gleisbogenradius abhängig	m

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung	Maß- einheit
x	bei der Berechnung von e_v berücksichtigter Abstand vom Ursprungspunkt O	m
x_q	horizontale Koordinate der Bahnsteigkante	m
x_{qi}	horizontale Koordinate der Bahnsteigkante auf der Bogeninnenseite	m
x_{qa}	horizontale Koordinate der Bahnsteigkante auf der Bogenaußenseite	m
y_q	vertikale Koordinate der Bahnsteigkante	m
y_{qi}	vertikale Koordinate für die Bahnsteigkante auf der Bogeninnenseite	m
y_{qa}	vertikale Koordinate für die Bahnsteigkante auf der Bogenaußenseite	m
z_0	Pauschalwert für den Fahrzeugbau außerhalb der statischen Bezugslinie zur Berücksichtigung der quasistatischen Neigung der Fahrzeuge	m
α	zusätzlicher Neigungswinkel des Wagenkastens aufgrund des Gleitstückspiels	Grad
α_{PT}	Maximaler Drehwinkel um den Wankpol für den Punkt PT	Grad
α'	Winkel des geneigten Teils der Stromabnehmerschleifleiste zur Horizontalen	Grad
α''	Fährknickwinkel	Grad
β	Weichenanlaufwinkel (an der Weichenspitze)	Radian
Δ_a	Pauschalwert, entspricht: $n_a(a + n_a) - \frac{p^2}{4}$	m ²
Δb	Differenzwert der halben Breite b	m
Δh	Differenzwert der Höhe h	m
Δh_{dyn}	Vertikalbewegung des Fahrzeugs, berücksichtigt bei dynamischen Begrenzungslinien	m
δ	Winkel des geneigten Gleises in der Überhöhung	Grad
δ_{qa}	Wert für die Abrückung des bogenäußeren Bahnsteigs vom Lichtraum bei einem überhöhten Gleis mit einem Neigungswinkel δ	m
Σ_j	Summe der (horizontalen) Zuschläge für den Lichtraum zur Abdeckung zufallsbedingter Wirkungen ($j = 1, 2$ oder 3)	m
Σ_v	Summe der Werte der von der Infrastruktur in vertikaler Richtung berücksichtigten Zuschläge	m
η_0	Unsymmetriewinkel des Fahrzeugs aufgrund von Fertigungstoleranzen, Federungseinstellung und ungleicher Beladung	Grad
η_{0r}	in der Vereinbarung berücksichtigter Referenzwinkel η_0	Grad
θ	Winkel, der auf die Einstelltoleranzen der Federung zurückzuführen ist	Radian
τ	Fertigungs- und Einbautoleranz für den Stromabnehmer	m

4.2 Indizes

Index a:	Verweist auf die Bogenaußenseite
Index i:	Verweist auf die Bogeninnenseite
Index 0:	Referenzwert, der auf die Vereinbarungen zwischen dem Fahrzeugbau und dem Infrastrukturbetreiber verweist
Index st:	Verweist auf die Regeln der statischen Berechnung; der Index wird häufig weggelassen, wenn es sich aus dem Kontext eindeutig ergibt, dass der statische Parameter gemeint ist
Index cin:	Verweist auf die Regeln der kinematischen Berechnung; der Index wird häufig weggelassen, wenn es sich aus dem Kontext eindeutig ergibt, dass der kinematische Parameter gemeint ist
Index dyn:	Verweist auf die Regeln der dynamischen Berechnung; der Index wird häufig weggelassen, wenn es sich aus dem Kontext eindeutig ergibt, dass der dynamische Parameter gemeint ist
Index réel:	Verweist auf den im Gleis gemessenen tatsächlichen örtlichen Wert
Index CR:	Verweist auf die Bezugslinie
Index lac:	Verweist auf den Bahnsteigspalt
Index q:	Verweist auf die Maße für die Bahnsteiganordnung
Index nom:	Verweist auf den Nennwert (Regelwert)
Index lim:	Verweist auf den Mindestlichtraum
Index ver:	Verweist auf die absolute Grenzlinie
Index max:	Verweist auf den größtmöglichen Wert, der bei Toleranzen angegeben sein kann
Index o:	Verweist auf den oberen Prüfpunkt der Stromabnehmerbegrenzungslinie
Index u:	Verweist auf den unteren Prüfpunkt der Stromabnehmerbegrenzungslinie
Index P:	Verweist auf Neigezüge
Index C:	Verweist auf herkömmliche Züge
Index veh;	Verweist auf das reale Fahrzeug
Index elec:	Verweist auf den Wert des elektrischen Schutzabstandes

4.3 Erläuterungen

$[\quad]_{>0}$:	Bedeutet, dass dieser Wert zu berücksichtigen ist, sofern er positiv ist. Negative Werte sind als Null zu betrachten.
$\max(\quad , \quad)$:	Bedeutet, dass das Maximum der Werte in die Klammer einzusetzen ist.

5 Allgemeines zur Berechnung von Begrenzungslinien

5.1 Die Bezugslinie und ihre zugehörigen Rechenregeln

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

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

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

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

Diese Zusatzgrößen entsprechen den Verschiebungen der Referenzfahrzeuge, die der Definition der jeweiligen Begrenzungslinie zugrunde liegen (weitere Erläuterungen, siehe FprEN 15273-1:2012, Abschnitt 7).

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

5.2 Zusatzgrößen in Querrichtung

5.2.1 Veränderung der Begrenzungslinie in Abhängigkeit der örtlichen Situation

5.2.1.1 Einführung

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

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

5.2.1.2 Ausladungen

Die Ausladungen setzen sich zusammen aus:

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

Die allgemeinen Gleichungen sind FprEN 15273-1:2012, 7.2.1.1, zu entnehmen. Die für die jeweils gewählte Begrenzungslinie zu verwendenden besonderen Gleichungen sind im Anhang zu finden.

5.2.1.3 Quasistatische Neigung

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

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

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

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

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

Die allgemeinen Gleichungen sind FprEN 15273-1:2012, 7.2.1.4, zu entnehmen. Die für die jeweils gewählte Begrenzungslinie zu verwendenden besonderen Gleichungen sind im Anhang zu finden.

Im unteren Bereich wird dieser Einfluss fahrzeugseitig berücksichtigt.

5.2.2 Zufallsbedingte seitlich wirkende Einflussgrößen

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

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

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

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

$$\Delta b = \frac{s_0}{L} T_{osc} (h - h_{c0})_{>0} \quad (1)$$

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

5.2.2.2 Gleisverschiebungen in Querrichtung (T_{voie})

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

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

5.2.2.3 Querhöhenfehler des Gleises (T_D)

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

- Die Bezugslinie dreht sich in einem Winkel um die Gleisachse, welcher der maximalen Abweichung $\frac{T_D}{L}$ entspricht und die folgende Verbreiterung bewirkt:

$$\Delta b = \frac{T_D}{L} \quad (2)$$

Aufgrund seiner Federungselastizität dreht sich das Fahrzeug um den Wankpol, was für die Teile oberhalb des Wankpols folgende Verbreiterungen bewirkt:

$$\Delta b = s_0 \frac{T_D}{L} (h - h_{c0})_{>0} \quad (3)$$

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

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

5.2.2.4 Unsymmetrie (η_0)

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

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

In beiden Fällen dreht sich der Wagenkasten um den Wankpol C_0 . Die Summe der beiden Winkel entspricht dem vereinbarten Referenzwinkel η_0 :

$$\eta_0 = T_{\text{charge}} + T_{\text{susp}} \quad (4)$$

5.3 Verschiebungen senkrecht zur Lauffebene

5.3.1 Einführung

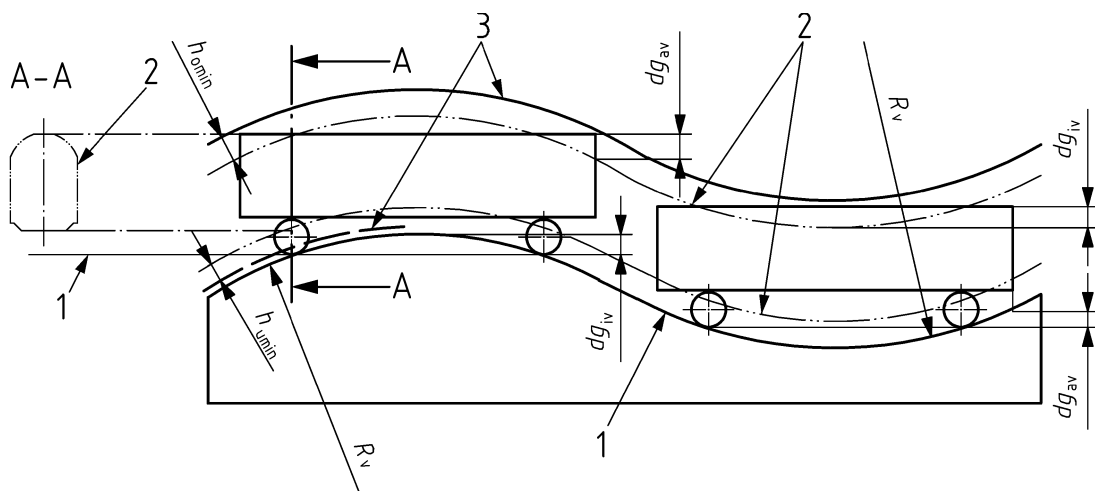
Sofern nichts Gegenteiliges angegeben ist werden vertikale Verschiebungen (einschließlich der Toleranzen) in den meisten Fällen beim Fahrzeugbau berücksichtigt. Die nachstehenden vertikalen Verschiebungen sind ausschließlich vom Infrastrukturverantwortlichen zu berücksichtigen.

5.3.2 Vertikale Verschiebungen bei Neigungswechseln

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

Da vertikale Radien im Vergleich zu horizontalen relativ groß sind, wird dieser Einfluss nur für die höchsten und niedrigsten Punkte der Bezugslinie berücksichtigt.

Die allgemeinen Gleichungen sind FprEN 15273-1:2012, 7.2.2, zu entnehmen. Im Anhang sind die besonderen Gleichungen zu finden, die für die jeweils gewählte Begrenzungslinie zu verwenden sind. Zu beachten ist auch das nachstehende Bild:



Legende

- 1 Lauffebene
- 2 Bezugslinie
- 3 Grenze der Infrastruktur

Bild 2 — Darstellung der vertikalen geometrischen Verschiebung

5.3.3 Vertikaler Einfluss der Wankbewegungen

5.3.3.1 Oberer Bereich

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

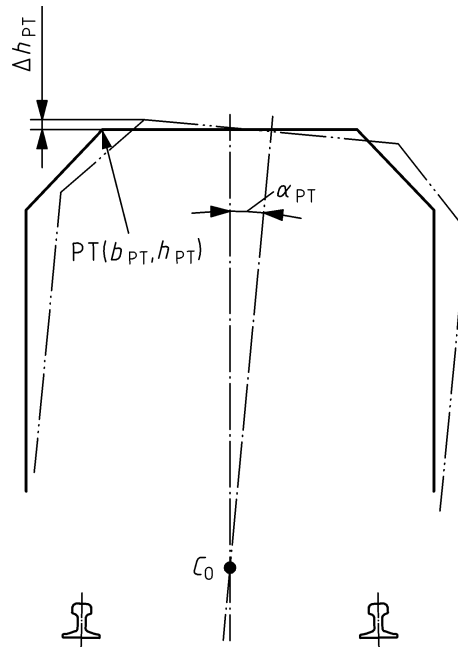


Bild 3 — Vertikaler Einfluss der Wankbewegungen

Zu berücksichtigen sind die Drehungen aufgrund folgender Einflüsse:

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

Die Anhebung beträgt:

$$\Delta h_{PTi,a} = b_{PT} \sin \alpha_{PTi,a} - (h_{PT} - h_{C_0})(1 - \cos \alpha_{PTi,a}) \quad \text{entsprechend} \quad \Delta h_{PTi,a} \cong b_{PT} \sin \alpha_{PTi,a} \quad (5)$$

Dabei ist

α_{PT} die Drehung der Bezugslinie unter dem Einfluss der quasistatischen Neigung. Dieser Wert kann bogeninnenseitig anders als bogenaußenseitig sein.

h_{PT} , b_{PT} die Koordinaten des betrachteten Punkts PT.

Der berücksichtigte Drehwinkel hängt von der Art der Begrenzungslinie ab.

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

ANMERKUNG Bislang wurde Δh_{PT} nur für GC angewendet. Bei zukünftigen Begrenzungslinien, die in dieser Norm noch nicht vorkommen, liegt die Anwendung dieses Parameters in der Entscheidung des Infrastrukturbetreibers.

5.3.3.2 Unterer Bereich

Der gleiche Grundsatz gilt für den unteren Bereich, wird jedoch fahrzeugseitig in Abhängigkeit von der Fahrzeugtechnik, z.B. bei Neigezügen, berücksichtigt.

5.3.4 Vertikales Ausfedern (Hochfedern)

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

5.3.5 Zufallsbedingte vertikal wirkende Einflussgrößen

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

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

5.4 Weitere Zuschläge

Der Infrastrukturverantwortliche kann weitere Zuschläge vorsehen für:

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

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

5.5 Arten von Begrenzungslinien

5.5.1 Methoden zur Bestimmung des Lichtraums

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

Es gibt verschiedene Rechenmethoden; die Einzelheiten sind FprEN 15273-1:2012, Abschnitt 6, zu entnehmen. Die verwendete Methode ist unbedingt genau anzugeben. Nachstehend sind die wesentlichen Methoden aufgeführt, die in Europa verwendet und in diesem Teil von EN 15273 im Einzelnen beschrieben werden:

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

5.5.2 Lichtraumarten

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

- Die **absolute Grenzlinie** berücksichtigt nur Erweiterungen und bestimmte Zuschläge, welche die Verkehrssicherheit zum Zeitpunkt einer Überprüfung anhand der vor Ort erhobenen Parameter sicherstellen. Diese Zuschläge werden zu $M_{(1)}$ zusammengefasst.
- Der **Mindestlichraum** berücksichtigt die absolute Grenzlinie sowie alle Verschiebungen und Verschleißerscheinungen, die zwischen zwei Instandhaltungsfristen auftreten können, anhand eines zusätzlichen Zuschlags $M_{(2)}$. Die Einhaltung dieses Lichtraums stellt sicher, dass der Lichraum zwischen den verschiedenen Instandhaltungs- und Prüfmaßnahmen frei bleibt.
- Der **Lichraum** sieht neben den Zuschlägen $M_{(1)}$ und $M_{(2)}$, noch einen weiteren Zuschlag $M_{(3)}$ vor, der in 5.4 beschrieben ist. Die Einhaltung dieses Lichtraums stellt sicher, dass der gewählte Lichraum in praktisch allen Situationen aufrechterhalten wird, und bietet weitere betriebliche Möglichkeiten, wie Sendungen mit Lademaßüberschreitung, zeitlich befristete bauliche Anlagen ...

Der Zuschlag $M_{(1)}$ entspricht Σ_1 .

Die Summe der Zuschläge $M_{(1)}$ und $M_{(2)}$ entspricht Σ_2 .

Die Summe der Zuschläge $M_{(1)}$ bis $M_{(3)}$ entspricht Σ_3 .

5.5.3 Einheits-Lichtraum

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

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

Nachstehend einige Beispiele:

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

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

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

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

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

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

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

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

5.6 Wahl des Lichtraums

5.6.1 Wahl der Begrenzungslinie und der Methode

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

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

Die gewählte Begrenzungslinie wird im Folgenden als festgelegte Begrenzungslinie bezeichnet.

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

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

5.6.2 Wahl des Lichtraums

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

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

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

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

5.6.3 Berücksichtigung der Zuschläge

5.6.3.1 Mindestlichtraum

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

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

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

5.6.3.2 Lichtraum

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

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

5.6.4 Zusammenstellung von Begrenzungslinien

Die technischen Voraussetzungen für die Interoperabilität sind FprEN 15273-1:2012, Anhang A, zu entnehmen. Die Anwendung von internationalen Begrenzungslinien oder von Begrenzungslinien mit eingeschränkter Interoperabilität hängt von den internationalen Vorschriften bzw. von bi- oder multilateralen Vereinbarungen ab. Die Wahl der Begrenzungslinie trifft das jeweilige Netz.

Unterschieden werden:

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

6 Regeln zur Erstellung einer statischen Begrenzungslinie

ANMERKUNG 1 Im vorliegenden Abschnitt wurde der Index *st* bei allen Parametern weggelassen, um die Lesbarkeit zu verbessern.

ANMERKUNG 2 Die statische Methode, wie sie ursprünglich in der „Technischen Einheit“ definiert wurde, legte infrastrukturseitig zu berücksichtigende Zuschläge aus Wanken und zufallsbedingten Wirkungen nicht klar fest. Die hier vorgeschlagene Methode ermöglicht es, den statischen Lichtraum nachzurechnen, wenn man über die notwendigen Werte verfügt.

6.1 Allgemeines

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

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

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

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

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

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

6.2 Zugehörige Rechenregeln

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

Bei der Lichtraumbreite ist die Summe aller Einflussgrößen zu berücksichtigen:

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

Dabei ist

b_{CR} die halbe Breite der statischen Bezugslinie;

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

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

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

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

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

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

Σ_j die Summe der Zuschläge zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse.

In der Höhenlage müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

$$h_{\text{obstacle}} \geq h_{\text{CR}} + \Delta h_{R_v} + \Delta h_{\text{susp}} + \Delta h_{\text{PT}} + \Sigma_v \quad (11)$$

Dabei ist

h_{CR} die Höhe der Bezugslinie;

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

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

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

mit

$$\sin \alpha_{\text{PTi,a}} = \frac{s_0}{L} \cdot (D, I) \quad (12)$$

ANMERKUNG Im Gegensatz zu den seitlichen Verschiebungen muss man die Wirkungen aus Überhöhungsfehlbetrag bogeninnenseitig und diejenigen aus Überhöhung bogenaußenseitig berücksichtigen.

Σ_v der zusätzliche Zuschlag für zufallsbedingte Einflussgrößen.

6.3 Zuschläge in Querrichtung

6.3.1 Einflussgrößen

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

$M_{(1)}$ fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, die auf reale Fahrzeugbewegungen zurückzuführen sind. Dieser Zuschlag bestimmt die fahrzeugseitig erreichten Grenzpositionen. $M_{(1)}$ berücksichtigt:

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

$M_{(2)}$ fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, für welche Zuschläge erforderlich sind, um eine Gleis-instandhaltung in bestimmten Intervallen mit bestimmten Mitteln sicherzustellen. $M_{(2)}$ berücksichtigt:

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

$M_{(3)}$ ist ein Zuschlag, der die Lichtraumverwaltung langfristig erleichtert und zusätzliche Möglichkeiten für das Verkehren Lademaß überschreitender Sendungen, zeitweilige gleisnahe Einbauten und sonstige Anwendungen bietet.

6.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j

Der Rechenwert Σ_j kann:

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

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

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

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

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

Weitere Erläuterungen sind FprEN 15273-1:2012 (7.1.8 und 7.2.1.9.2) zu entnehmen.

6.4 Zuschläge in vertikaler Richtung für zufallsbedingte Einflüsse

6.4.1 Betrachtete Einflüsse

Folgende Einflüsse werden berücksichtigt:

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

6.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_V

Der Rechenwert Σ_V kann:

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

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

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

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

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

Weitere Erläuterungen sind FprEN 15273-1 zu entnehmen.

7 Regeln zur Erstellung einer kinematischen Begrenzungslinie

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

7.1 Allgemeines

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

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

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

7.2 Zugehörige Rechenregeln

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

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

Dabei ist

- b_{CR} halbe Breite der kinematischen Bezugslinie;
- $S_{i/a}$ Ausladungen (siehe 5.2.1.2);
- $q_{S_{i/a}}$ Einfluss der quasi-statischen Neigung, nämlich:
auf der Bogeninnenseite:

$$q_{S_i} = \frac{S_0}{L} [D - D_0]_{>0} [h - h_{c0}]_{>0}; \quad (16)$$

auf der Bogenaußenseite:

$$q_{S_a} = \frac{S_0}{L} [I - I_0]_{>0} [h - h_{c0}]_{>0}; \quad (17)$$

- Σ_j Summe der Zuschläge zur Abdeckung nachstehender zufallsbedingter Einflüsse.

Im oberen Bereich müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

$$h_{\text{obstacle}} \geq h_{\text{CR}} + \Delta h_{\text{R}_V} + \Delta h_{\text{PT}} + \Sigma_V \quad (18a)$$

mit

- h_{CR} Höhe der Bezugslinie;
- Δh_{R_V} vertikale Anhebung/Absenkung in Neigungswechseln (siehe 5.3.2.);
- Δh_{PT} Anhebung des oberen Bereichs aufgrund des vertikalen Einflusses der Wankbewegung (siehe 5.3.3)

mit

$$\sin \alpha_{\text{PT}_{i,a}} = \frac{s_0}{L} (D - D_0, I - I_0); \quad (19)$$

ANMERKUNG Im Gegensatz zu den seitlichen Verschiebungen muss man die Wirkungen aus Überhöhungsfehlbetrag bogeninnenseitig und diejenigen aus Überhöhung bogenaußenseitig berücksichtigen.

- Σ_V der zusätzliche Zuschlag zur Berücksichtigung der zufallsbedingten Einflussgrößen.

Im unteren Bereich müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

$$h_{\text{obstacle}} \leq h_{\text{CR}} + \Delta h_{\text{R}_V} - \Sigma_V \quad (18b)$$

mit

- h_{CR} die Höhe der Bezugslinie;
- Δh_{R_V} die vertikale Anhebung/Absenkung in Neigungswechseln (siehe 5.3.2.);
- Σ_V der zusätzliche Zuschlag für zufallsbedingte Einflussgrößen.

7.3 Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen

7.3.1 Betrachtete Einflüsse

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

$M_{(1)}$ fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, die auf reale Fahrzeugbewegungen zurückzuführen sind. Dieser Zuschlag bestimmt die fahrzeugseitig erreichten Grenzpositionen. $M_{(1)}$ berücksichtigt:

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

$M_{(2)}$ fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, für welche Zuschläge erforderlich sind, um eine Gleisstandhaltung in bestimmten Intervallen mit bestimmten Mitteln sicherzustellen. $M_{(2)}$ berücksichtigt:

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

$M_{(3)}$ ist ein Zuschlag, der die Lichtraumverwaltung langfristig erleichtert und zusätzliche Möglichkeiten für das Verkehren Lademaß überschreitender Sendungen, zeitweilige gleisnahe Einbauten und sonstige Anwendungen bietet.

7.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j

Der Rechenwert Σ_j kann:

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

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

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

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

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

Weitere Erläuterungen sind FprEN 15273-1:2012, 7.2.1.9.2, zu entnehmen.

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

7.4 Zuschläge in vertikaler Richtung für zufallsbedingte Einflüsse

7.4.1 Betrachtete Einflüsse

Folgende Einflüsse werden berücksichtigt:

- vertikaler Einfluss der zufallsbedingten Wankbewegungen, siehe 5.3.3.; nur für die oberste Horizontale im Dachbereich/oberen Bereich;
- Vertikale Gleisverschiebungen zwischen zwei Durcharbeitungen T_N ;
- vertikale Toleranzen;
- weitere Zuschläge.

7.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_v

Der Rechenwert Σ_v kann:

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

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

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

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

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

Weitere Erläuterungen sind FprEN 15273-1:2012, 7.2.2.2.1, zu entnehmen.

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

8 Regeln zur Erstellung einer dynamischen Begrenzungslinie

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

8.1 Allgemeines

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

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

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

8.2 Zugehörige Rechenregeln

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

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

Dabei ist

- b_{CR} die halbe Breite der dynamischen Bezugslinie;
- $S_{i/a}$ die Ausladungen (siehe 5.2.1.2);
- Σ_j die Summe der Zuschläge zur Abdeckung nachstehender zufallsbedingter Einflüsse.

Im oberen Bereich müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

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

Dabei ist

- h_{CR} die Höhe der Bezugslinie;
- Δh_{R_V} die vertikale Anhebung/Absenkung in Neigungswechseln (siehe 5.3.2.);
- Σ_V der zusätzliche Zuschlag für zufallsbedingte Einflussgrößen.

Im unteren Bereich müssen gleisnahe Anlagen folgende Forderung erfüllen:

$$h_{\text{obstacle}} \leq h_{\text{CR}} + \Delta h_{\text{R}_V} - \Sigma_V \quad (23b)$$

Dabei ist

- h_{CR} die Höhe der Bezugslinie;
- Δh_{R_V} die vertikale Anhebung/Absenkung in Neigungswechseln (siehe 5.3.2.);
- Σ_V der zusätzliche Zuschlag für zufallsbedingte Einflussgrößen.

8.3 Zuschläge in Querrichtung für zufallsbedingte Einflussgrößen

8.3.1 Betrachtete Einflüsse

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

$M_{(1)}$ fasst alle zufallsbedingten Effekte zusammen, die auf reale Fahrzeugbewegungen zurückzuführen sind. Dieser Zuschlag bestimmt die fahrzeugseitig erreichte Grenzposition. $M_{(1)}$ berücksichtigt:

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

$M_{(2)}$ fasst alle zufallsbedingten Einflüsse zusammen, für welche Zuschläge erforderlich sind, um eine Gleis-instandhaltung in bestimmten Intervallen und mit bestimmten Mitteln sicherzustellen. $M_{(2)}$ berücksichtigt:

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

$M_{(3)}$ ist ein Zuschlag, der die Lichtraumverwaltung langfristig erleichtert und zusätzliche Möglichkeiten für das Verkehren Lademaß überschreitender Sendungen, zeitweilige gleisnahe Einbauten und sonstige Anwendungen bietet.

8.3.2 Summe der Zuschläge in Querrichtung Σ_j

Der Rechenwert Σ_j kann:

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

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

$$\Sigma_j = k \sqrt{(\Delta b_{T_1})^2 + (\Delta b_{T_2})^2 + \dots (\Delta b_{T_n})^2} \quad (24)$$

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

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

Weitere Erläuterungen sind FprEN 15273-1:2012, 7.2.2.1, zu entnehmen.

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

8.4 Zuschläge in vertikaler Richtung für zufallsbedingte Einflussgrößen

8.4.1 Betrachtete Einflüsse

Folgende Einflüsse werden berücksichtigt:

- vertikaler Einfluss der zufallsbedingten Wankbewegungen (siehe 5.3.3.) nur für die oberste Horizontale im Dachbereich/oberen Bereich;
- Vertikale Gleisverschiebungen zwischen zwei Durcharbeitungen T_N ;
- vertikale Toleranzen;
- weitere Zuschläge.

8.4.2 Summe der Zuschläge in vertikaler Richtung Σ_V

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

Der Rechenwert Σ_V kann:

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

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

$$\Sigma_V = k \sqrt{(\Delta h_{T_1})^2 + (\Delta h_{T_2})^2 + \dots (\Delta h_{T_n})^2} \quad (25)$$

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

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

Weitere Erläuterungen sind FprEN 15273-1 zu entnehmen.

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

9 Gleismittenabstand

9.1 Allgemeines

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

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

- für die Überprüfung des Gleismittenabstandes ist der **absolute Grenzgleisabstand** zu bestimmen, der die Grenze darstellt, die unter keinen Umständen überschritten werden darf;
- für den Gleisbau ist der **Mindestgleisabstand** zu bestimmen, der die Grenze für die Anordnung der Gleise darstellt;
- in jedem Fall empfiehlt es sich, einen weiteren Zuschlag vorzusehen; hierzu wird ein **Gleisabstand** als Nennwert definiert, der insbesondere bei der Instandhaltung und Überprüfung des Oberbaus eine einfachere Planung erlaubt, sowie gegebenenfalls einen betrieblichen Zuschlag für Sendungen mit Lademaßüberschreitung.

9.2 Mindestgleisabstand

9.2.1 Einführung

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

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

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

Zu betrachten sind für jedes der beiden Gleise:

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

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

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

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

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

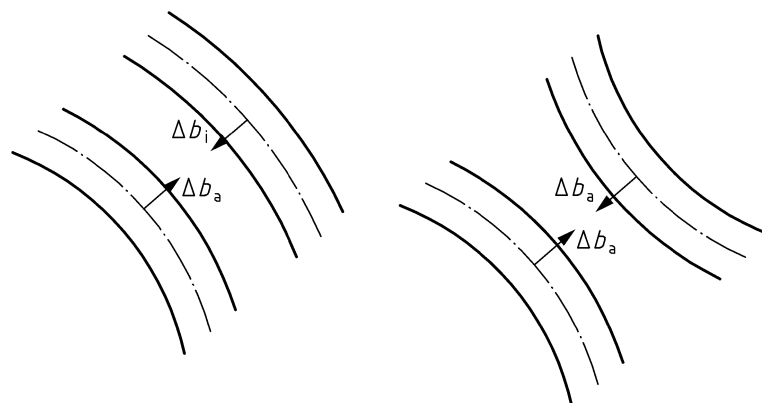


Bild 4 — Gleisabstände

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

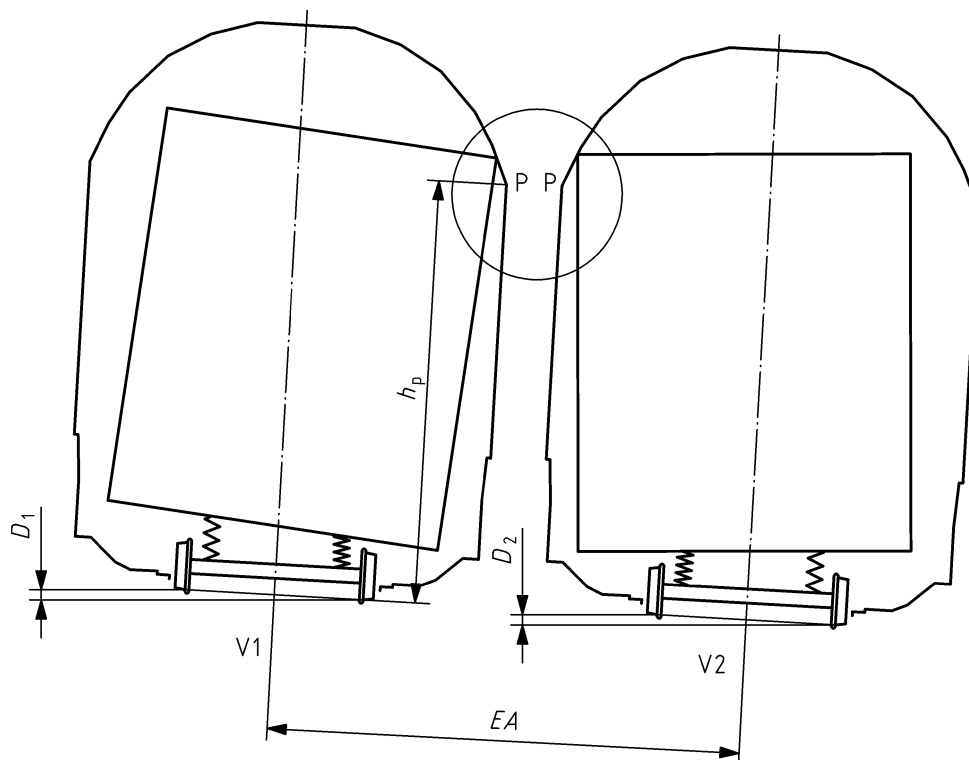
Weisen die beiden betrachteten Gleise einen Unterschied in ihrer Überhöhung auf, nähern sich die beiden Begrenzungslinien in ihren oberen Bereichen. Dies hat einen großen Einfluss auf den Gleismittenabstand, der in Höhe der Lauffläche gemessen wird.

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

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

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

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



Legende

- V1 Gleis 1
- V2 Gleis 2

Bild 5 — Gleismittenabstand bei unterschiedlichen Überhöhungen

9.2.3 Zuschläge zur Berücksichtigung zufallsbedingter Einflussgrößen

Die abzudeckenden Einflüsse sind in 5.2.2 erläutert.

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

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

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

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

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

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

9.2.4 Festlegungen

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

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

Zur Optimierung der Berechnung der Zuschläge wird in Anhang A eine verbesserte Berechnungsmethode angegeben.

9.2.4.1 Festlegung des Zuschlags Σ_{EAj}

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

Der Rechenwert Σ_{EAj} kann:

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

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

9.2.4.2 Rechenmethode

9.2.4.2.1 Für die statische Begrenzungslinie

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

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

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

9.2.4.2.2 Für die kinematische Begrenzungslinie

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

$$\Sigma_{EA} = k \sqrt{\left[(\Delta b_{T_1})^2 + (\Delta b_{T_2})^2 + \dots + (\Delta b_{T_n})^2 \right]_{\text{voie1}} + \left[(\Delta b_{T_1})^2 + (\Delta b_{T_2})^2 + \dots + (\Delta b_{T_n})^2 \right]_{\text{voie2}}} \quad (28)$$

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

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

Weitere Erläuterungen sind EN 15273-1 zu entnehmen.

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

9.2.4.2.3 Für die dynamische Begrenzungslinie

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

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

9.3 (Nenn-) Gleisabstand und Regelgleisabstand

9.3.1 Einführung

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

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

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

9.3.2 Festlegungen

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

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

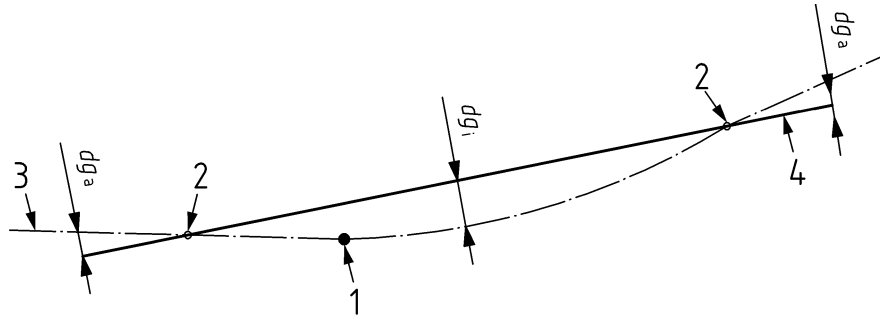
Eine Möglichkeit zur Erzielung eines größeren Sicherheitszuschlags mit dem alleinigen Zweck, die Behandlung des Gleismittenabstands zu vereinfachen, besteht darin, anstelle des quadratischen Mittels aller beim Mindestgleisabstand genannten Zuschläge für zufallsbedingte Effekte das arithmetische Mittel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

10 Trassierung in Übergangsbereichen

10.1 Einführung

10.1.1 Berechnungsgrundlagen

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



Legende

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

Bild 6 — Fahrzeug im Übergangsbogen

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

10.1.2 Merkmale der Übergangsbereiche

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

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

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

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

10.1.3 Veränderung des Lichtraums

Der Lichtraum hängt von der Art der Begrenzungslinie ab. Im Allgemeinen gelten folgende Lichtraumparameter als veränderlich in der Breite:

- die Ausladungen;
- die quasistatische Neigung.

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

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

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

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

10.2 Lichtraum bei Krümmungswechsel

10.2.1 Unvermittelte Krümmungswechsel

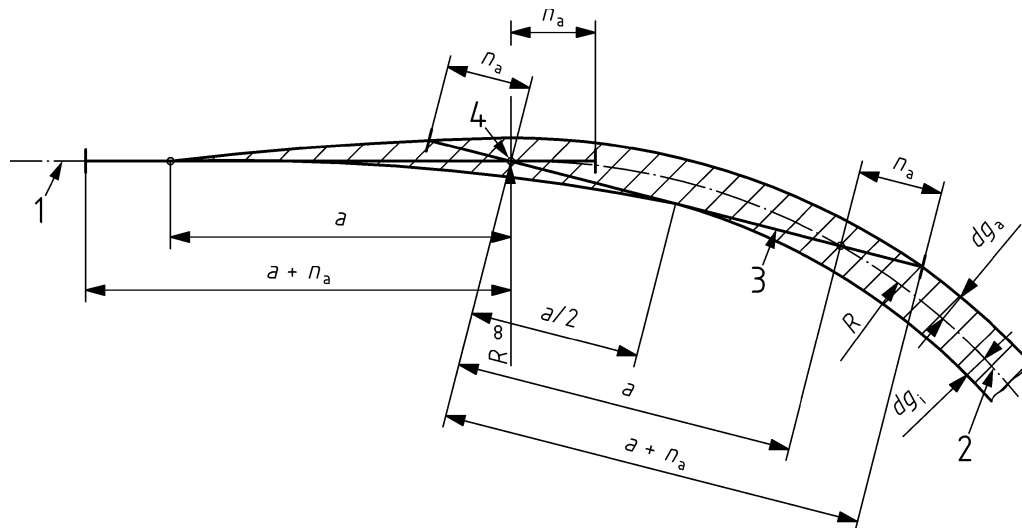
10.2.1.1 Ausladungen

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

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

Auf der Bogeninnenseite ist die Situation ähnlich. Da die kritischen Punkte zwischen den beiden Drehgestellen liegen, beginnt die Veränderung der Ausladungen in einem Abstand a vom Beginn des Übergangsbereichs und endet in einem Abstand $a/2$ im Gleisbogen.

Die Änderung der Ausladungen über eine Strecke entspricht dem Radsatzabstand a und dem Überhang n_a des Fahrzeugs. Wenn die Länge der Fahrzeuge nicht bekannt ist, muss die maximale Länge der eingesetzten Fahrzeuge festgelegt werden. Genaue Werte erhält man, wenn alle Referenzfahrzeuge berücksichtigt werden.



Legende

- 1 Trassierungsabschnitt in der Geraden
- 2 Trassierungsabschnitt im Gleisbogen mit Radius R
- 3 Referenzfahrzeug
- 4 Bogenanfang

Bild 7 — Unvermittelte Krümmungsänderung

10.2.1.2 Quasistatische Neigung im Übergangsbereich

Die Veränderung der Krümmung im Übergangsbereich führt zusammen mit der Überhöhungsrampe zu einer Veränderung der quasistatischen Neigung.

Für die quasistatische Neigung ist der Schwerpunkt des Wagenkastens maßgebend, der sich normalerweise mitten im Wagenkasten befindet. Die zu berücksichtigende Krümmung ist der „mittlere“ Wert zwischen den Führungsquerschnitten. Die äußersten vom Fahrzeug erreichten Punkte befinden sich auf halber Länge zwischen den Führungsquerschnitten und an den Fahrzeugenden.

Im Allgemeinen wird ein Teil der Neigung beim Fahrzeugbau berücksichtigt. In Übergangsbereichen sind seitliche Verschiebungen daher nur selten zu berücksichtigen.

10.2.1.3 Vereinfachungen

Die Berechnung des Raumbedarfs der Referenzfahrzeuge hängt in wesentlichem Maße von den Merkmalen des Übergangsbereichs ab. Daher ist für jeden Übergangsbereich eine erneute Berechnung anzustellen. Wie weiter oben ausgeführt sind Anfangs- und Endpunkt jedoch immer gleich. Der Einfachheit halber kann von einer linearen Veränderung der Ausladungen zwischen diesen beiden Punkten ausgegangen werden.

10.2.2 Übergangsbögen

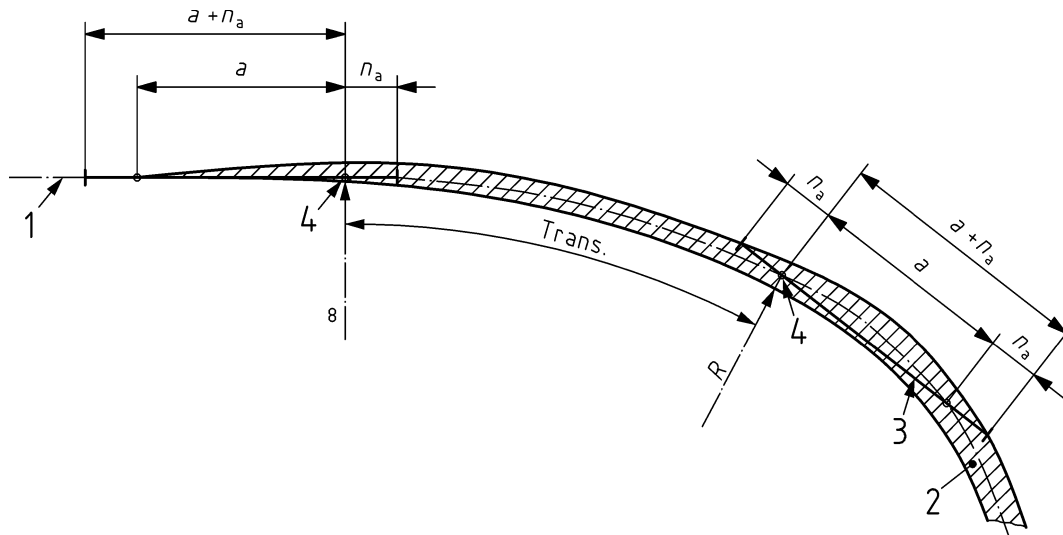
Übergangsbögen kommen bei höheren Geschwindigkeiten zur Anwendung (siehe ENV 13803-1).

Das Prinzip ist genau das gleiche, auch wenn sich die Ergebnisse leicht unterscheiden:

- Der Ausgangspunkt ist der gleiche wie im vorstehenden Fall; in einem Abstand $(n_a + a)$ vor dem Beginn des Übergangsbogens auf der Bogenaußenseite und in einem Abstand a vom selben Punkt auf der Bogeninnenseite.

- Der Endpunkt des Übergangsbereichs befindet sich im gleichen Abstand wie im vorstehenden Fall, allerdings bezogen auf das Ende des Übergangsbogens; in einem Abstand (n_a) von diesem Punkt auf der Bogenaußenseite und in einem Abstand ($a/2$) vom selben Punkt auf der Bogeninnenseite.
- Die seitlichen Verschiebungen nehmen zu, da sich auch der Gleisbogenhalbmesser zunehmend verändert.

Es können weitere Vereinfachungen dieser Art eingebracht werden. Häufig wird von einem linearen, gegenüber der Geraden jedoch verschobenen Verlauf des Übergangsbereichs über seine gesamte Länge ausgegangen.



Legende

- 1 Trassierungsabschnitt in der Geraden
- 2 Trassierungsabschnitt im Gleisbogen mit Radius R
- 3 Referenzfahrzeug
- 4 Beginn/Ende des Übergangsbogens
- Trans. Übergangsbogen

Bild 8 — Übergangsbogen (mit allmählicher Veränderung der Krümmung)

10.3 Durchfahren von Weichen

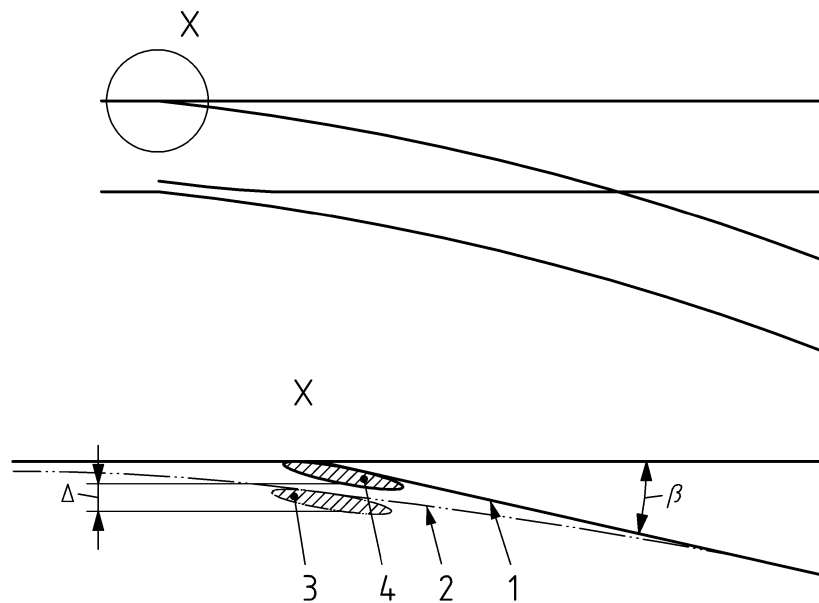
10.3.1 Einführung

Eine Weiche besteht im Allgemeinen aus einem geraden Stammgleis und einem gebogenen Zweiggleis. Im Hinblick auf die vorschriftsmäßige Anordnung der baulichen Anlagen muss der Betrieb auf beiden Gleisen berücksichtigt werden. Der auf dem Zweiggleis freizuhaltende Raum bedarf einer besonderen Studie.

Weichentrassierungen weisen zahlreiche Besonderheiten auf:

- Am Beginn der Weiche wird das Fahrzeug aufgrund des Weichenanlaufwinkels abgelenkt. Ein solcher Weichenanlaufwinkel ist selbst bei Weichen mit tangentialer Trassierung vorhanden (siehe EN 13232-1). Der Winkel zwingt Radsatz und Fahrzeug weg vom theoretischen tangentialen Verlauf und hin zur Bogenaußenseite (siehe Bild 9).
- Der Gleisbogenradius kann entlang der Weiche erhebliche Veränderungen erfahren, wobei Kurvenabschnitte auftreten können, die kürzer als das Fahrzeug sind. Diese Trassierungsabschnitte zeigen nicht immer einen tangentialen Verlauf.

ANMERKUNG Dies wirkt sich in Weichen mit kleinen Radien stärker aus.



Legende

- 1 tatsächliche Trassierung
- 2 theoretische Trassierung (tangentialer Verlauf)
- 3 theoretische Fahrzeugposition
- 4 tatsächliche Fahrzeugposition
- Δ zusätzliche Ausragung aufgrund des Weichenanlaufwinkels

Bild 9 — Prinzip des Einflusses des Weichenanlaufwinkels

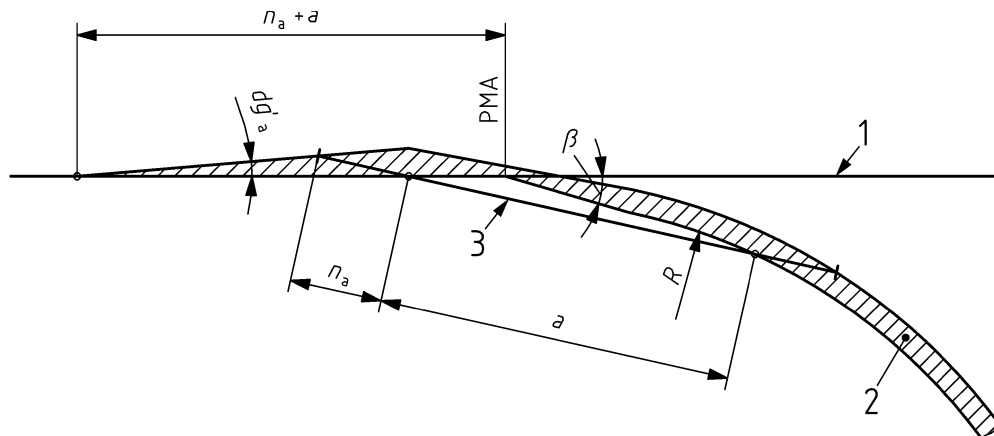
Weichen können nicht wie normale Übergangsbereiche behandelt werden.

10.3.2 Ausladungen

Aufgrund des Weichenanlaufwinkels wird das Fahrzeug an der rechnerischen Weichenspitze in Bezug auf die theoretische Trassierung in die, dem Zweiggleis entgegengesetzte Richtung, verschoben. Um dem Rechnung zu tragen, müssen die Verschiebungen der Referenzfahrzeuge durch Simulation Fall für Fall untersucht und die Hüllkurve für den Raumbedarf der Referenzfahrzeuge ermittelt werden.

Der Bereich an der Weichenspitze kann wie bei den Übergangsbögen vereinfacht werden.

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



Legende

- 1 Trassierung des Stammgleises
- 2 Trassierung des Zweiggleises
- 3 Referenzfahrzeug

PMA rechnerische Weichenspitze

β Weichenanlaufwinkel

dg_a geometrische Ausragung in der Weiche

Bild 10 — Geometrische Ausragung in Weichen

10.3.3 Quasistatische Neigung

Aufgrund der Veränderungen der Trassierung im Weichenbereich verändert sich auch die theoretische quasistatische Neigung im Prinzip kontinuierlich. Außerdem bewirkt der Weichenanlaufwinkel einen plötzlichen Stoß, der an dieser Stelle einem sehr hohen Überhöhungsfehlbetrag entspricht.

Gelegentlich findet man bei Weichen sehr kurze Trassierungsabschnitte mit sehr großem Gleisbogenhalbmesser.

Bei der Untersuchung der quasistatischen Neigung können diese Parameter aufgrund der Verteilung der Stöße und der Trägheit des Wagenkastens unberücksichtigt bleiben. Normalerweise wird der Wert der quasistatischen Neigung auf den Wert der Überhöhung bzw. auf den Überhöhungsfehlbetrag beschränkt, welcher der Auslegung des Gleises zugrunde liegt.

10.3.4 Ergebnis

Da die Weiche mit konstanter Geschwindigkeit durchfahren wird, kann man sich auf eine einmalige Untersuchung beschränken.

Anhang E enthält ein Berechnungsbeispiel für ein gegebenes Fahrzeug.

11 Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer

11.1 Allgemeines

11.1.1 Lichtraumbedarf auf elektrifizierten Strecken

Auf elektrifizierten Strecken mit Oberleitung ist ein zusätzlicher Raum freizuhalten für:

- die Anordnung des Oberleitungssystems;
- den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer.

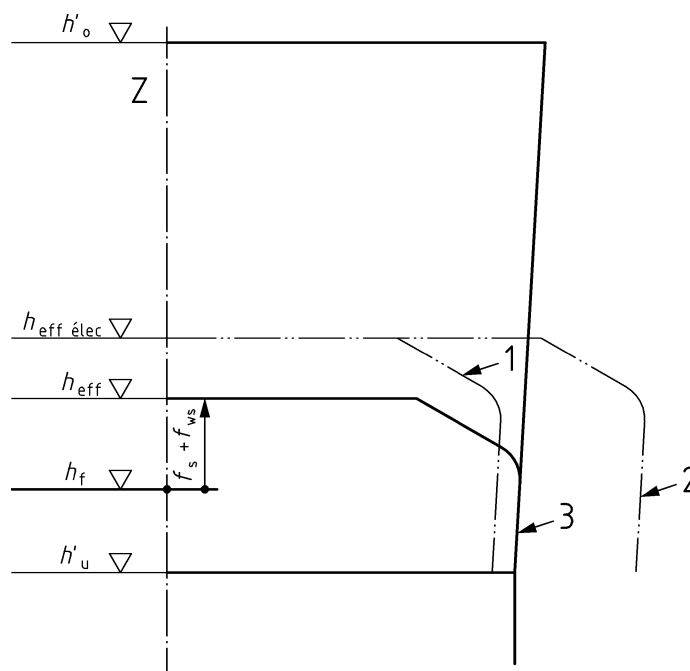
Der erste Punkt hängt von der Konstruktion der Oberleitung ab und geht über den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm hinaus. Der zweite Punkt wird im Folgenden ausführlich behandelt.

11.1.2 Besonderheiten

Die Begrenzungslinie für Stromabnehmer unterscheidet sich in folgenden Punkten vom Lichtraum:

- der Stromabnehmer steht (teilweise) unter Spannung, so dass je nach Art der gleisnahen ortsfesten Anlagen (isoliert oder nicht) ein elektrischer Schutzabstand einzuhalten ist;
- eventuell vorhandene Isolierhörner sind zu berücksichtigen. Es sind daher zwei Bezugslinien festzulegen, die sowohl den mechanischen als auch den elektrischen Erfordernissen Rechnung tragen;
- während der Stromabnahme ist der Stromabnehmer in ständigem Kontakt mit dem Fahrdrabt, so dass sich seine Höhe verändert. Bei der Begrenzungslinie für Stromabnehmer ist dieser unterschiedlichen Höhe somit Rechnung zu tragen.

11.1.3 Grundlagen



Legende

- Y Gleisachse
- 1 elektrische Begrenzungslinie (mit Isolierhorn)
- 2 elektrische Begrenzungslinie (Horn nicht isoliert)
- 3 mechanische Begrenzungslinie

Bild 11 — Mechanische und elektrische Begrenzungslinie für Stromabnehmer

Die Begrenzungslinie für Stromabnehmer wird nur dann eingehalten, wenn sowohl die mechanische als auch die elektrische Begrenzungslinie gleichzeitig berücksichtigt werden:

- spannungsführende bauliche Anlagen mit dem gleichen Potential wie die Oberleitung sind außerhalb der mechanischen Begrenzungslinie anzuordnen;
- isolierte bauliche Anlagen sind ebenfalls außerhalb der mechanischen Begrenzungslinie anzuordnen;
- nicht isolierte bauliche Anlagen (die geerdet sind oder nicht dem Potential des Oberstroms entsprechen) sind außerhalb der mechanischen und der elektrischen Begrenzungslinie anzuordnen.

Bild 11 zeigt die mechanische und die elektrische Begrenzungslinie. Die elektrische Begrenzungslinie ist für beide Fälle, mit und ohne Isolierhorn, dargestellt.

ANMERKUNG Der elektrische Schutzabstand hängt von der Spannung und den Vorschriften der jeweiligen Bahnen ab, so dass sich die elektrische Begrenzungslinie von Bahn zu Bahn unterscheiden kann. Die Festlegung der Werte für den elektrischen Schutzabstand geht über den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm hinaus.

11.2 Mechanischen Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang der Stromabnehmer (im Fall der kinematischen Begrenzungslinie)

11.2.1 Bestimmung der Breite der mechanischen Begrenzungslinie

11.2.1.1 Einführung

Die Breite der Begrenzungslinie für Stromabnehmer wird im Wesentlichen durch die Breite des betrachteten Stromabnehmers und seine Verschiebungen bestimmt. Die seitlichen Verschiebungen unterliegen ähnlichen Einflüssen wie bei der allgemeinen Berechnung des Lichtraums sowie gewissen Besonderheiten.

Da der Stromabnehmer in Arbeitsstellung dem Fahrdrabt folgt, richtet sich seine Höhe nach der Fahrdrabthöhe. Aus diesem Grund ist die Begrenzungslinie für Stromabnehmer für die verschiedenen Höhen zu untersuchen, die der Stromabnehmer annehmen kann. Zur Betrachtung der Extremsituationen werden folgende Höhen festgelegt:

- die obere Prüfhöhe h'_o ;
- die untere Prüfhöhe h'_u .

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Breite der Begrenzungslinie zwischen diesen beiden Werten linear verändert; hieraus ergibt sich die Definition eines Raumes, der üblicherweise als „Stromabnehmerschacht“ bezeichnet wird.

Die einzelnen Parameter sind in Bild 12 dargestellt.

11.2.1.2 Halbe Wippenbreite des Stromabnehmers b_w

Die halbe Wippenbreite b_w hängt von der Bauart des eingesetzten Stromabnehmers ab. Die Abmessungen einiger in Europa üblicher Stromabnehmer sind EN 50367 zu entnehmen.

Es ist Aufgabe des Infrastrukturbetreibers, die Stromabnehmerbauarten festzulegen, die bei der Bestimmung der Stromabnehmerbegrenzungslinie in Abhängigkeit vom gewählten Elektrifizierungssystem zu berücksichtigen sind.

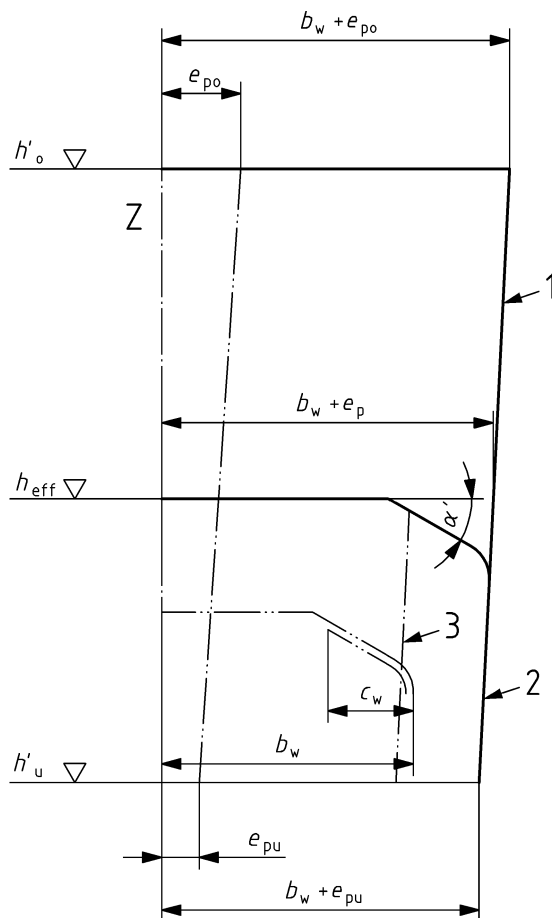
ANMERKUNG Es ist unbedingt zu beachten, dass die Betriebsgenehmigung für bestimmte Stromabnehmer nicht nur von ihrer eigenen Bauart abhängt, sondern auch von derjenigen der Fahrzeuge, auf denen sie montiert sind.

11.2.1.3 Außermittigkeit des Stromabnehmers e_p

Der Stromabnehmer befindet sich nicht immer genau in der Vertikalachse der Drehzapfen des Triebfahrzeugs. Die Außermittigkeit hängt im Wesentlichen von folgenden Einflüssen ab:

- Achslagerquerspiel und Spiel zwischen Wagenkasten und Drehgestellen $q + w$;
- fahrzeugseitig berücksichtigter Teil der Wagenkasten-Neigung (hängt von s'_0 , I'_0 und D'_0 ab);
- Einbautoleranz des Stromabnehmers auf dem Dach θ ;
- Nachgiebigkeit der gesamten Stromabnehmerbaugruppe auf dem Dach in Querrichtung τ ;
- betrachtete Höhe h' .

Der Infrastrukturbetreiber legt die Grenzwerte der Außermittigkeit e_{po} und e_{pu} für die beiden Prüfhöhen h'_o und h'_u fest. Zwischenwerte werden interpoliert.



Legende

- | | |
|---|------------------------------|
| Y | Gleisachse |
| 1 | Stromabnehmerschacht |
| 2 | mechanische Begrenzungslinie |
| 3 | elektrische Begrenzungslinie |

Bild 12 — Begrenzungslinie für den ungehinderten Durchgang

11.2.1.4 Ausladungen S

Bei der Begrenzungslinie für Stromabnehmer sind besondere Ausladungen zu berücksichtigen.

11.2.1.5 Quasistatische Neigung

Da der Stromabnehmer sich auf dem Dach befindet, spielt die quasistatische Neigung bei der Berechnung der Begrenzungslinie für die Stromabnehmer eine wichtige Rolle. Dieser Einfluss wird auf der Grundlage der jeweiligen Werte für den Elastizitätskoeffizienten des Stromabnehmers s_0' , die Überhöhung D'_0 und den Überhöhungsfehlbetrag I'_0 berechnet:

$$qs_i = \frac{s_0'}{L} [D - D'_0]_{>0} (h - h'_{c0}) \quad \text{auf der Bogeninnenseite;} \quad (29)$$

$$qs'_a = \frac{s'_0}{L} [l - l'_0]_{>0} (h - h'_{c0}) \quad \text{auf der Bogenaußenseite.} \quad (30)$$

11.2.1.6 Zuschläge

Je nach Lichtraumdefinition sind folgende Einflüsse zu berücksichtigen (siehe auch 5.2.2 oder FprEN 15273-1:2012, 8.1.2):

- Unsymmetrie der Beladung;
- Fahrzeugschwingungen aufgrund von Unregelmäßigkeiten der Gleislage;
- Querverschiebung des Gleises zwischen zwei Durcharbeitungen;
- zwischen zwei Durcharbeitungsfristen auftretende Querhöhenfehler des Gleises;
- die Zuschläge M_j und die Summen der Zuschläge Σ_j sind in 5.2.3. und 5.2.4 zu finden.

Die Rechenmethode ist im Prinzip dieselbe wie beim Lichtraum. Da ein Problem mit einem Stromabnehmer als nicht so schwerwiegend gilt, wird häufig ein niedrigerer Sicherheitsgrad akzeptiert. Eine Rechenmethode und Richtwerte sind in Anhang A und Anhang B enthalten.

11.2.1.7 Rechenmethode

Die Breite der Stromabnehmerbegrenzungslinie ergibt sich aus der Summe der nachstehend erläuterten Parameter. Kommen auf der entsprechenden Strecke verschiedene Stromabnehmer zum Einsatz, ist die maximale Breite auszuwählen. Folgendes wird ermittelt:

Für den unteren Prüfpunkt mit $h = h'_u$:

$$b'_{ui/a,mec} = (b_w + e_{pu} + S'_{i/a} + qS'_{i/a} + \Sigma_j)_{\max} \quad (31)$$

Für den oberen Prüfpunkt mit $h = h'_o$:

$$b'_{oi/a,mec} = (b_w + e_{po} + S'_{i/a} + qS'_{i/a} + \Sigma_j)_{\max} \quad (32)$$

Zur Ermittlung der Breite für eine Zwischenhöhe h wird interpoliert:

$$b'_h = b'_u + \frac{h - h'_u}{h'_o - h'_u} \cdot (b'_o - b'_u) \quad (33)$$

11.2.2 Maximale Höhe der mechanischen Begrenzungslinie h_{eff}

Die Höhe der Begrenzungslinie wird örtlich auf der Grundlage der Fahrdrathöhe h_f festgelegt. Folgende Parameter sind zu berücksichtigen:

- der Fahrdrahtanhub f_s aufgrund der Anpresskraft des Stromabnehmers;
- die Schrägstellung des Stromabnehmers aufgrund der Außermittigkeit des Kontaktpunkts und der Anhub der Stromabnehmerschere aufgrund der Abnutzung der Schleifleisten ($f_{ws} + f_{wa}$).

Die Werte der vorstehenden Parameter hängen von der Bauart der Oberleitung ab. Die Instandhaltungsvorschriften sind vom Infrastrukturverantwortlichen festzulegen.

Die Höhe für die mechanische Begrenzungslinie ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$h_{\text{eff}} = h_f + f_s + f_{ws} + f_{wa} \quad (34)$$