

## DIN EN 15273-3



ICS 45.020; 45.060.01

**Entwurf**

Einsprüche bis 2018-11-28  
Vorgesehen mit  
E DIN EN 15273-4:2018-11  
als Ersatz für  
DIN EN 15273-3:2017-10

**Bahnanwendungen –  
Begrenzungslinien –  
Teil 3: Infrastrukturbegrenzungslinien;  
Deutsche und Englische Fassung prEN 15273-3:2018**

Railway applications –  
Gauges –  
Part 3: Infrastructure gauge;  
German and English version prEN 15273-3:2018

Applications ferroviaires –  
Gabarits –  
Partie 3: Gabarit des infrastructures;  
Version allemande et anglaise prEN 15273-3:2018

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-09-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [fsf@din.de](mailto:fsf@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Rolandstr. 4, 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 240 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15273-3:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Unterausschuss NA 087-00-06 AA „Begrenzungslinien“ im DIN-Normenausschuss „Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)“.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

DIN EN 15273 besteht unter dem allgemeinen Titel *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Grundprinzipien und Methoden der Lichtraumbestimmung
- Teil 2: Fahrzeuge
- Teil 3: Infrastrukturbegrenzungslinien (dieses Dokument)
- Teil 4: Katalog der Begrenzungslinien und zugehörige Regeln

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 15273-3:2017-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Anforderungen an Begrenzungslinien überarbeitet;
- c) Anhang A gelöscht;
- d) der Teil mit den Anhängen C und D „Zusammenstellung von Begrenzungslinien“ ist im neuen Teil 4 dieser Normreihe enthalten;
- e) Anhang ZA aktualisiert.

## **Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 3: Infrastrukturbegrenzungslinien**

*Applications ferroviaires — Gabarits — Partie 3 : Gabarit des infrastructures*

*Railway applications — Gauges — Part 3: Infrastructure gauge*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

## Inhalt

|                                                                                                  | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                       | 5     |
| Einleitung .....                                                                                 | 6     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                        | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                   | 8     |
| 3 Begriffe .....                                                                                 | 8     |
| 4 Symbole und Abkürzungen .....                                                                  | 8     |
| 5 Festgelegte Begrenzungslinien .....                                                            | 8     |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                            | 8     |
| 5.1.1 Einleitung .....                                                                           | 8     |
| 5.1.2 Rechenmethoden .....                                                                       | 9     |
| 5.1.3 Lichtraumarten .....                                                                       | 9     |
| 5.1.4 Einheitliche Begrenzungslinie .....                                                        | 9     |
| 5.1.5 Wahl des Lichtraums .....                                                                  | 10    |
| 5.1.6 Berücksichtigung der Zuschläge .....                                                       | 10    |
| 5.2 Allgemeines zur Berechnung von Begrenzungslinien .....                                       | 11    |
| 5.2.1 Die Bezugslinie und ihre zugehörigen Regeln .....                                          | 11    |
| 5.2.2 Verbreiterung .....                                                                        | 11    |
| 5.2.3 Vertikale Einstellung .....                                                                | 14    |
| 5.2.4 Weitere Zuschläge .....                                                                    | 19    |
| 5.3 Kinematische Rechenmethode .....                                                             | 19    |
| 5.3.1 Allgemeines .....                                                                          | 19    |
| 5.3.2 Lichtraum .....                                                                            | 19    |
| 5.4 Dynamische Rechenmethode .....                                                               | 24    |
| 5.4.1 Allgemeines .....                                                                          | 24    |
| 5.4.2 Lichtraum .....                                                                            | 25    |
| 5.5 Statische Rechenmethode .....                                                                | 27    |
| 5.5.1 Allgemeines .....                                                                          | 27    |
| 5.5.2 Lichtraum .....                                                                            | 28    |
| 5.6 Gleismittenabstand .....                                                                     | 31    |
| 5.6.1 Einleitung .....                                                                           | 31    |
| 5.6.2 Bei der Bestimmung des Gleismittenabstands zu berücksichtigende Parameter .....            | 32    |
| 5.6.3 Bestimmung des Gleismittenabstands .....                                                   | 34    |
| 5.7 Trassierung in Übergangsbereichen .....                                                      | 38    |
| 5.7.1 Einleitung .....                                                                           | 38    |
| 5.7.2 Übergänge in der Trassierung .....                                                         | 40    |
| 5.7.3 Befahren von Weichen .....                                                                 | 44    |
| 5.8 Bestimmung des ungehinderten Durchgangs des Stromabnehmers .....                             | 47    |
| 5.8.1 Allgemeines .....                                                                          | 47    |
| 5.8.2 Mechanische Begrenzungslinie für Stromabnehmer für die kinematische<br>Rechenmethode ..... | 49    |
| 5.8.3 Mechanische Begrenzungslinie für Stromabnehmer für die kinematische<br>Rechenmethode ..... | 54    |
| 5.8.4 Mechanische Begrenzungslinie für Stromabnehmer für die dynamische Rechenmethode .....      | 55    |
| 5.8.5 Elektrische Begrenzungslinie für Stromabnehmer für die dynamische Rechenmethode .....      | 56    |
| 5.9 Oberleitung .....                                                                            | 56    |

|                                                                                                                                       |                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.10                                                                                                                                  | Objekte in unmittelbarer Nähe .....                                                                         | 57        |
| 5.10.1                                                                                                                                | Regeln für die Anordnung der Bahnsteigkanten .....                                                          | 57        |
| 5.10.2                                                                                                                                | Streckenausrüstung.....                                                                                     | 63        |
| 5.11                                                                                                                                  | Anleitung für die Festlegung eines neuen Lichtraums auf der Grundlage einer bestehenden Infrastruktur ..... | 64        |
| 5.12                                                                                                                                  | Züge mit Neigungstechnik .....                                                                              | 64        |
| 5.13                                                                                                                                  | Fährschiffe .....                                                                                           | 64        |
| 5.14                                                                                                                                  | Überprüfung und Aufrechterhaltung des Lichtraums .....                                                      | 64        |
| 5.14.1                                                                                                                                | Lichträume.....                                                                                             | 64        |
| 5.14.2                                                                                                                                | Gleismittenabstand.....                                                                                     | 65        |
| 6                                                                                                                                     | Absolute und vergleichende Rechenmethode .....                                                              | 65        |
| 6.1                                                                                                                                   | Absolute Rechenmethode.....                                                                                 | 65        |
| 6.1.1                                                                                                                                 | Allgemeines .....                                                                                           | 65        |
| 6.1.2                                                                                                                                 | Anforderungen an die Infrastrukturdaten .....                                                               | 66        |
| 6.1.3                                                                                                                                 | Infrastrukturbezogene Toleranzen .....                                                                      | 68        |
| 6.1.4                                                                                                                                 | Infrastrukturberechnungen .....                                                                             | 70        |
| 6.1.5                                                                                                                                 | Anwendungsregeln .....                                                                                      | 73        |
| 6.2                                                                                                                                   | Vergleichende Rechenmethode .....                                                                           | 74        |
| 6.3                                                                                                                                   | Absolute Lichträume .....                                                                                   | 75        |
| 6.4                                                                                                                                   | Daten zur Kompatibilität.....                                                                               | 75        |
| 6.5                                                                                                                                   | Objekte in unmittelbarer Nähe .....                                                                         | 76        |
| 6.5.1                                                                                                                                 | Allgemeines .....                                                                                           | 76        |
| 6.5.2                                                                                                                                 | Steuerungs-, Bedienungs- und Signalanlagen .....                                                            | 77        |
| 6.5.3                                                                                                                                 | Aktive Radlenker .....                                                                                      | 77        |
| 6.5.4                                                                                                                                 | Bohlenübergänge .....                                                                                       | 77        |
| 6.5.5                                                                                                                                 | Stromschienen.....                                                                                          | 77        |
| 6.5.6                                                                                                                                 | Gleisbremsen .....                                                                                          | 77        |
| 6.6                                                                                                                                   | Bahnsteige.....                                                                                             | 78        |
| 6.7                                                                                                                                   | Begrenzungslinie für Stromabnehmer.....                                                                     | 78        |
| 6.7.1                                                                                                                                 | Allgemeines .....                                                                                           | 78        |
| 6.7.2                                                                                                                                 | Begrenzungslinien für Stromabnehmer .....                                                                   | 79        |
| 6.7.3                                                                                                                                 | Wankrichtwerte für Stromabnehmer .....                                                                      | 79        |
| 6.7.4                                                                                                                                 | Begrenzungslinien für Stromabnehmer anhand von Hüllkurven.....                                              | 79        |
| 6.8                                                                                                                                   | Weichen .....                                                                                               | 79        |
| 6.9                                                                                                                                   | Züge mit Neigungstechnik.....                                                                               | 80        |
| 6.10                                                                                                                                  | Vermessung der Infrastruktur .....                                                                          | 80        |
| 6.10.1                                                                                                                                | Messdaten .....                                                                                             | 80        |
| 6.10.2                                                                                                                                | Ausstattung für die Untersuchung .....                                                                      | 80        |
| 6.10.3                                                                                                                                | Messgenauigkeit .....                                                                                       | 81        |
| 6.10.4                                                                                                                                | Untersuchungsqualität.....                                                                                  | 81        |
| 6.11                                                                                                                                  | Messmanagementgrundsätze .....                                                                              | 81        |
| 6.12                                                                                                                                  | In Oberbaunähe installierte feste Anlagen .....                                                             | 82        |
| 6.13                                                                                                                                  | Vorübergehende Anlagen.....                                                                                 | 83        |
| <b>Anhang A (informativ) Empfohlene Werte für die Berechnung der Zuschläge bei festgelegten und absoluten Begrenzungslinien .....</b> |                                                                                                             | <b>84</b> |
| <b>Anhang B (normativ) Festgelegte Begrenzungslinien — Untere Bereiche .....</b>                                                      |                                                                                                             | <b>87</b> |
| B.1                                                                                                                                   | Allgemeines .....                                                                                           | 87        |
| B.2                                                                                                                                   | Unterer Bereich GI2 — im Allgemeinen anzuwenden .....                                                       | 87        |
| B.3                                                                                                                                   | Unterer Bereich GI1 — Gleise für Gleisbremsen.....                                                          | 88        |
| B.3.1                                                                                                                                 | Allgemeines .....                                                                                           | 88        |
| B.3.2                                                                                                                                 | Vertikale Absenkung.....                                                                                    | 90        |
| B.4                                                                                                                                   | Unterer Bereich der „Rollenden Landstraße“ — GI3 .....                                                      | 91        |
| <b>Anhang C (normativ) Bestimmung der Merkmale von Referenzfahrzeugen .....</b>                                                       |                                                                                                             | <b>92</b> |
| C.1                                                                                                                                   | Einleitung .....                                                                                            | 92        |

|                                                                                                                                                                                      |                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| C.2                                                                                                                                                                                  | Methodik.....                                                                  | 92  |
| C.3                                                                                                                                                                                  | Berechnungsbeispiel.....                                                       | 93  |
| C.3.1                                                                                                                                                                                | Einleitung .....                                                               | 93  |
| C.3.2                                                                                                                                                                                | Fahrzeug 1 (Bogeninnenseite).....                                              | 93  |
| C.3.3                                                                                                                                                                                | Fahrzeug 2 (Bogenaußenseite) .....                                             | 93  |
| C.3.4                                                                                                                                                                                | Fahrzeug 3 (Bogeninnenseite).....                                              | 94  |
| C.3.5                                                                                                                                                                                | Fahrzeug 4 (Bogenaußenseite) .....                                             | 94  |
| C.3.6                                                                                                                                                                                | Zusammenfassung.....                                                           | 94  |
| C.3.7                                                                                                                                                                                | Referenzfahrzeuge der internationalen Begrenzungslinien.....                   | 95  |
| Anhang D (informativ) Wartungsrichtlinie für festgelegte Begrenzungslinien.....                                                                                                      |                                                                                | 98  |
| D.1                                                                                                                                                                                  | Einleitung .....                                                               | 98  |
| D.2                                                                                                                                                                                  | Wahl des Lichtraums.....                                                       | 98  |
| D.3                                                                                                                                                                                  | Richtlinien für die Anordnung von Gegenständen .....                           | 98  |
| D.3.1                                                                                                                                                                                | Richtlinien für die Anordnung von gleisnahen Gegenständen .....                | 98  |
| D.3.2                                                                                                                                                                                | Richtlinien für die Anordnung von Strecken entlang von baulichen Anlagen ..... | 99  |
| D.3.3                                                                                                                                                                                | Richtlinien für die Anordnung vorübergehender Anlagen.....                     | 99  |
| D.4                                                                                                                                                                                  | Verwaltung und Kontrolle der baulichen Anlagen.....                            | 99  |
| D.4.1                                                                                                                                                                                | Verwaltungsgrundsatz.....                                                      | 99  |
| D.4.2                                                                                                                                                                                | Umgang mit kritischen Situationen .....                                        | 99  |
| D.4.3                                                                                                                                                                                | Praktische Aspekte der Vermessung von Anlagen.....                             | 100 |
| D.5                                                                                                                                                                                  | Einfluss der Gleisinstandhaltung.....                                          | 100 |
| D.6                                                                                                                                                                                  | Schulung des Personals .....                                                   | 100 |
| Anhang E (informativ) Rechenbeispiel für die Berechnung des Lichtraums im Weichenbereich ....                                                                                        |                                                                                | 101 |
| E.1                                                                                                                                                                                  | Einleitung .....                                                               | 101 |
| E.2                                                                                                                                                                                  | Methodik.....                                                                  | 102 |
| E.3                                                                                                                                                                                  | Spurerweiterung.....                                                           | 103 |
| E.3.1                                                                                                                                                                                | Spurerweiterung im Hauptgleis.....                                             | 103 |
| E.3.2                                                                                                                                                                                | Spurerweiterung im Zweiggleis .....                                            | 103 |
| E.4                                                                                                                                                                                  | Quasistatische Neigung .....                                                   | 104 |
| E.5                                                                                                                                                                                  | Breite der Begrenzungslinie bei einer Weiche .....                             | 104 |
| Anhang F (informativ) Züge mit Neigungstechnik .....                                                                                                                                 |                                                                                | 107 |
| F.1                                                                                                                                                                                  | Allgemeines .....                                                              | 107 |
| F.2                                                                                                                                                                                  | Übergangsbogen .....                                                           | 108 |
| F.3                                                                                                                                                                                  | Betrieb bei gestörtem Neigungssystem.....                                      | 108 |
| Anhang G (informativ) Einheitliche Begrenzungslinie.....                                                                                                                             |                                                                                | 109 |
| G.1                                                                                                                                                                                  | Allgemeines .....                                                              | 109 |
| G.2                                                                                                                                                                                  | Begrenzungslinie GU1.....                                                      | 109 |
| G.2.1                                                                                                                                                                                | Allgemeines .....                                                              | 109 |
| G.2.2                                                                                                                                                                                | Bestimmung der Begrenzungslinie.....                                           | 109 |
| G.2.3                                                                                                                                                                                | Entsprechende kinematische Begrenzungslinie.....                               | 110 |
| G.3                                                                                                                                                                                  | Begrenzungslinie GU2.....                                                      | 111 |
| G.3.1                                                                                                                                                                                | Allgemeines .....                                                              | 111 |
| G.3.2                                                                                                                                                                                | Bestimmung der Begrenzungslinie.....                                           | 112 |
| G.4                                                                                                                                                                                  | Begrenzungslinie GUC.....                                                      | 113 |
| G.4.1                                                                                                                                                                                | Allgemeines .....                                                              | 113 |
| G.4.2                                                                                                                                                                                | Bestimmung der Begrenzungslinie.....                                           | 114 |
| Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br>grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG, deren Einhaltung<br>angestrebt wird ..... |                                                                                | 116 |
| Literaturhinweise.....                                                                                                                                                               |                                                                                | 120 |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15273-3:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15273-3:2013 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

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

Diese Europäische Norm ist Teil der Reihe prEN 15273, *Bahnwendungen — Begrenzungslinien*, die aus folgenden Teilen besteht:

- prEN 15273-1, *Grundprinzipien und Methoden der Lichtraumbestimmung* enthält die allgemeinen Erläuterungen zur Lichtraumbestimmung und definiert die gemeinsame Raumnutzung von Fahrzeugen und Infrastruktur;
- prEN 15273-2, *Fahrzeuge* enthält Regeln für die Berechnung der Fahrzeugbegrenzung;
- prEN 15273-3: *Infrastrukturbegrenzungslinien* enthält Regeln für die Anordnung der Infrastruktur;
- prEN 15273-4: *Katalog der Begrenzungslinien und zugehörige Regeln* umfasst eine nicht ausschließliche Liste mit Bezugslinien und Parametern, die im Zusammenhang mit der Infrastruktur und den Fahrzeugen verwendet werden müssen;
- prCEN/TR 15273-5: *Hintergrund, Erläuterung und praktizierte Beispiele*.

## Einleitung

Das Ziel der vorliegenden Norm ist es, die Regeln für die Berechnung und Verifizierung der Maße von Schienenfahrzeugen und der verwendeten Infrastruktur vor dem Hintergrund der Lichtraumprofile festzulegen.

Diese Norm bezeichnet Prozesse zur Lichtraumbestimmung unter Berücksichtigung der relativen Bewegungen zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur sowie der erforderlichen Zuschläge oder Spiele.

Dieser Teil der Normenreihe EN 15273 befasst sich mit Fahrzeugbegrenzungslinien und wird im Zusammenhang mit folgenden Komponenten verwendet:

- Teil 1: Grundprinzipien und Methoden der Lichtraumbestimmung;
- Teil 2: Fahrzeuge;
- Teil 4: Katalog der Begrenzungslinien und zugehörige Regeln;
- Teil 5: Hintergrund, Erläuterung und praktizierte Beispiele.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument:

- legt verschiedene Profile fest, die für die Anordnung, Überprüfung und Instandhaltung lichtraumnaher 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 die Regeln für die Festlegung des Gleismittenabstands fest;
- legt die Regeln fest, die bei der Anordnung der Bahnsteige zu beachten sind;
- legt die Regeln für die Bestimmung der Begrenzungslinie für Stromabnehmer fest;
- stellt die Gleichungen auf, die für die Berechnung der Lichträume erforderlich sind;

und ist bei unterschiedlichen Spurweiten anwendbar.

In diesem Dokument wird die Begrenzungslinie als Vereinbarung zwischen Infrastruktur- und Fahrzeugbetreibern dargestellt. Außerdem werden die Zuständigkeiten der folgenden beteiligten Gruppen festgelegt:

a) Seitens der Infrastrukturbetreiber:

- 1) Spiel der Begrenzungslinie;
- 2) Instandhaltung;
- 3) Überwachung der Infrastruktur.

b) Seitens des Fahrzeugbaus:

- 1) die Konformität der eingesetzten Fahrzeuge mit der entsprechenden Begrenzungslinie;
- 2) der dauerhafte Erhalt der Konformität des Lichtraums.

Bei einer bestimmten vorgegebenen Begrenzungslinie ermöglicht die Anwendung der Regeln im vorliegenden Teil 3 zusammen mit den hilfreichen Elementen in prEN 15273-4 die Bestimmung des Mindestmaßes der Infrastruktur. Daher stimmt diese Infrastruktur mit den Begrenzungslinien der Fahrzeuge überein, die die gleiche Bezeichnung haben und nach den Regeln aus prEN 15273-2 beschafft werden.

Andere Bahnsysteme, wie Stadt- oder Vorortbahnen, können die in dieser Norm aufgeführten Regeln für Begrenzungslinien ebenfalls anwenden, zählen aber nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm.

Bei der absoluten und der vergleichenden Rechenmethode ermöglicht die Anwendung der in prEN 15273-3 enthaltenen Regeln in Verbindung mit den Fahrzeugdaten aus prEN 15273-2 in Übereinstimmung mit EN 15273-1 die Bestimmung der Infrastrukturmaßen.

ANMERKUNG Die Regeln, die in dieser Norm angegeben werden, gelten nicht für die Spurweiten „S“ und „T“, auf die in 4.2.3.1 (7) und (8) für die Spurweite 1 520 mm der zusammengeführten TSI LOC & PAS (Richtlinie der Kommission Nr. 1302/2014 vom 18. November 2014) Bezug genommen wird.

## **2 Normative Verweisungen**

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 (Normenreihe), *Bahnanwendungen — Oberbau — Weichen und Kreuzungen*

prEN 15273-1:2018, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 1: Grundprinzipien und Methoden der Lichtraumbestimmung*

prEN 15273-2:2018, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeuge*

prEN 15273-4:2018, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 4: Katalog der Begrenzungslinien und zugehörige Regeln*

prCEN/TR 15273-5:2018, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 5: Hintergrund, Erläuterung und praktizierte Beispiele*

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 Begriffe nach prEN 15273-1.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

## **4 Symbole und Abkürzungen**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Abkürzungen nach prEN 15273-1.

## **5 Festgelegte Begrenzungslinien**

### **5.1 Allgemeines**

#### **5.1.1 Einleitung**

Bei festgelegten Begrenzungslinien wird die Infrastruktur auf der Grundlage einer Bezugslinie und ihrer zugehörigen Regeln festgelegt (siehe prEN 15273-1, prEN 15273-4 sowie 5.2.1). Diese sind Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Infrastrukturbetreiber und Fahrzeugbau und daher nicht voneinander zu trennen.

In dieser Vereinbarung ist festgelegt, wie sich die diversen möglichen Verschiebungen des Fahrzeugs im Gleis verteilen und wie sie berücksichtigt werden.

### **5.1.2 Rechenmethoden**

Es gibt verschiedene Rechenmethoden. Weitere Einzelheiten können prEN 15273-1 entnommen werden. Die verwendete Methode muss unbedingt angegeben werden:

- kinematische Rechenmethode;
- dynamische Rechenmethode;
- statistische Rechenmethode.

### **5.1.3 Lichtraumarten**

Für jede in prEN 15273-4 genannte Bezugslinie gibt es je nach erforderlicher Anwendung unterschiedliche Lichtraumarten:

- Die absolute Grenzlinie berücksichtigt nur Erweiterungen und verbindlich vorgeschriebene Zuschläge, welche die Verkehrssicherheit zum Zeitpunkt einer Überprüfung anhand der vor Ort erhobenen Parameter sicherstellen.
- Der Mindestlichraum (bautechnische Grenzlinie) berücksichtigt die absolute Grenzlinie sowie alle Verschiebungen und Verschleißerscheinungen, die zwischen zwei Durcharbeitungen auftreten können, anhand eines Instandhaltungszuschlags. Die Einhaltung dieser Begrenzungslinie stellt sicher, dass das Spiel von einer Instandhaltungs- und Prüfmaßnahme bis zur folgenden erhalten bleibt.
- Der Nenn-Lichtraum berücksichtigt den Mindestlichraum und die zusätzlichen Infrastrukturzuschläge. Die Einhaltung dieser Begrenzungslinie stellt sicher, dass das Spiel in praktisch allen Situationen aufrechterhalten wird und eine weiter gefächerte Nutzung möglich ist.

### **5.1.4 Einheitliche Begrenzungslinie**

Steht dem Infrastrukturbetreiber genügend Raum zur Verfügung, kann er anhand der Trassierungsparameter eine unveränderliche einheitliche Begrenzungslinie definieren, die ihm die Verwaltung erleichtert und ggf. die Durchfahrt von außergewöhnlichen Sendungen mit Lademaßüberschreitungen ermöglicht. Diese Begrenzungslinie, die im Allgemeinen weitere Zuschläge enthält, ist ein als einheitliche Begrenzungslinie bezeichneter Nenn-Lichtraum.

Einheitliche Begrenzungslinien werden in Europa häufig auf mehreren Netzen verwendet. Je nach Verkehrsnetz können Ihre Anwendungsregeln unterschiedlich sein.

Dieser Ansatz schafft gegenüber dem gewählten Nenn-Lichtraum einen weiteren Zuschlag und kommt nur infrage, wenn vor Ort genügend Spielraum vorhanden ist.

Der Infrastrukturbetreiber hat immer die Voraussetzungen zu prüfen, die der Definition eines solchen Lichtraums zugrunde liegen, und er muss immer dann zum Nenn-Lichtraum zurückzukehren, wenn diese Voraussetzungen nicht mehr gegeben sind.

Es dürfen daher weder der gewählte Lichtraum noch die Voraussetzungen außer Acht gelassen werden, die seiner Definition zugrunde liegen.

Die Durchfahrt von außergewöhnlichen Sendungen mit Lademaßüberschreitungen muss mit dem Infrastrukturbetreiber abgestimmt werden.

## 5.1.5 Wahl des Lichtraums

### 5.1.5.1 Einleitung

Die Wahl der Begrenzungslinie ist Sache des Infrastrukturbetreibers. Daher muss der Infrastrukturbetreiber ggf. die folgenden Punkte überdenken:

- die derzeit geltenden technischen Spezifikationen für die Interoperabilität;
- bi- oder multilaterale Vereinbarungen;
- die derzeit geltenden internationalen technischen Spezifikationen;
- den verfügbaren Raum auf den betroffenen Strecken;
- besondere infrastrukturbedingte Einschränkungen.

Der Infrastrukturbetreiber ist dafür zuständig, dass die festgelegte Begrenzungslinie zeitlichen Bestand hat.

Die Wahl der Rechenmethode hängt in erheblichem Maße von der Wahl der Begrenzungslinie ab.

### 5.1.5.2 Wahl der Lichtraumart

Beim Bau neuer Strecken sollte der Nenn-Lichtraum angewendet werden. In Ausnahmefällen darf der Infrastrukturbetreiber aber auch den Mindestlichtraum anwenden.

Bei allen anderen auf vorhandenen Strecken neu errichteten Anlagen wird bei Umbau, Erweiterung usw. empfohlen den Nenn-Lichtraum anzuwenden. Der Infrastrukturbetreiber darf aber auch den Mindestlichtraum anwenden.

ANMERKUNG 1 Das Ziel wird immer sein, den Nenn-Lichtraum freizuhalten.

Gegebenenfalls kann er beschließen, eine absolute Grenzlinie festzulegen, um bei Störungen den ungehinderten Verkehr der Fahrzeuge zu verifizieren.

ANMERKUNG 2 Nach der Auswahl einer bestimmten Lichtraumart für eine Strecke oder einen Streckenabschnitt gilt aber nicht notwendigerweise, dass die gleiche Lichtraumart auch für die Berechnung des Gleismittenabstands, der Bahnsteige und die Begrenzungslinie für Stromabnehmer berücksichtigt werden sollte.

## 5.1.6 Berücksichtigung der Zuschläge

### 5.1.6.1 Mindestlichtraum

Die zu berücksichtigenden Einflüsse und die Rechenmethoden für die Zuschlagssummen  $\Sigma_1$  und  $\Sigma_2$  werden weiter unten in dieser Norm festgelegt.

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 Norm immer eindeutig festgelegt sind, ist ihre Bestimmung Sache der Infrastrukturbetreiber.

### 5.1.6.2 Nenn-Lichtraum

Aufgrund der unterschiedlichen Zuschläge, die je nach Entscheidung des Infrastrukturbetreibers zu berücksichtigen sind oder auch nicht, gibt es keine gemeinsame Methode zur Bestimmung des Nenn-

Lichtraums. Der Nenn-Lichtraum sollte daher anhand einer Machbarkeitsstudie auf der Grundlage der Zielsetzungen und der sich hieraus ergebenden technischen und wirtschaftlichen Folgen festgelegt werden.

Eine Möglichkeit zur Erzielung eines größeren Sicherheitszuschlags mit dem alleinigen Zweck, die Verwaltung baulicher Anlagen in der Nähe des Lichtraumprofils zu vereinfachen, besteht darin, anstelle des quadratischen Mittels das arithmetische Mittel aller zufallsbedingten Effekte plus einer zusätzlichen *Ergänzung* zu bilden. Diese *Ergänzung* ist für den Infrastrukturbetreiber frei wählbar und berücksichtigt unterschiedliche Einflüsse (aerodynamische Auswirkungen, Zuschläge für außergewöhnlichen Sendungen mit Lademaßüberschreitungen usw.).

## **5.2 Allgemeines zur Berechnung von Begrenzungslinien**

### **5.2.1 Die Bezugslinie und ihre zugehörigen Regeln**

Zu dieser Bezugslinie kommen im Allgemeinen Zusatzgrößen hinzu, die von der Trassierung (Gleisbogenhalbmesser, Überhöhung) und von der Geschwindigkeit (Überhöhungsfehlbetrag) abhängen, sowie Zuschläge für zufallsbedingte Einflüsse und Instandhaltungsreserven. Diese werden als zugehörige Regeln bezeichnet.

Alle Lichtraumarten werden durch Vergrößerung der Bezugslinie in vertikaler und seitlicher Richtung bestimmt. Dies erfolgt häufig voneinander getrennt.

Diese Erweiterung entspricht den Verschiebungen der Referenzfahrzeuge, die als Grundlage für die Festlegung des betreffenden Lichtraums verwendet werden.

### **5.2.2 Verbreiterung**

#### **5.2.2.1 Allgemeines**

In Abhängigkeit von der verwendeten Rechenmethode müssen einige oder alle der folgenden Parameter berücksichtigt werden.

#### **5.2.2.2 Veränderung des Lichtraums in Querrichtung in Abhängigkeit von der örtlichen Situation**

##### **5.2.2.2.1 Allgemeines**

Veränderungen der Begrenzungslinie hängen von der verwendeten Rechenmethode und insbesondere von der gewählten Begrenzungslinie ab.

##### **5.2.2.2.2 Seitlicher Überstand ( $S_{i/a}$ )**

Der seitliche Überstand setzt sich aus den folgenden Einflüssen zusammen:

- geometrische Ausragung der Referenzfahrzeuge im Gleisbogen ( $S_R$ );
- Wirkung der Spurerweiterung ( $S_I$ );
- $F$ -Wert für die statistische Rechenmethode (siehe prEN 15273-1).

Die allgemeinen Gleichungen können prEN 15273-1 entnommen werden. Die für die Berechnung der jeweils gewählten Begrenzungslinie zu verwendenden spezifischen Gleichungen gehen aus EN 15273-4 hervor.

### 5.2.2.2.3 Quasistatische Neigung ( $qs_{i/a}$ )

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

- außerhalb des Gleisbogens, unter den Auswirkungen des Überhöhungsfehlbetrags, der bei der zulässigen Höchstgeschwindigkeit maximal wird;
- innerhalb des Gleisbogens, unter den Auswirkungen des Überhöhungsfehlbetrags, der bei Stillstand des Fahrzeugs maximal wird.

Es sollte beachtet werden, dass bei der kinematischen Rechenmethode bereits ein Teil vom Fahrzeugbau berücksichtigt wird, der Höchstwerte von  $I_0$  und  $D_0$  annehmen kann. Infrastrukturseitig wird nur der Zuschlag berücksichtigt.

Bei der statischen Rechenmethode muss der Infrastrukturbetreiber die Werte  $D$  oder  $I$  vollständig berücksichtigen.

ANMERKUNG Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieses Einflusses. Bei der dynamischen Rechenmethode wird dieser Einfluss beispielsweise beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

Die allgemeinen Gleichungen können prEN 15273-1 entnommen werden. Die für die jeweils gewählte Begrenzungslinie zu verwendenden spezifischen Gleichungen für die kinematische Begrenzungslinie sind in 5.3.2.1 zu finden.

Im unteren Bereich (siehe Anhang B) wird dieser Einfluss fahrzeugseitig berücksichtigt.

### 5.2.2.3 Zufallsbedingte seitlich wirkende Einflussgrößen

#### 5.2.2.3.1 Allgemeines

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

Die nachstehenden Einflüsse fallen gemeinhin in die Zuständigkeit des Infrastrukturbetreibers.

#### 5.2.2.3.2 Fahrzeugschwingungen aufgrund von Unregelmäßigkeiten der Gleislage ( $T_{osc}$ )

Unregelmäßigkeiten der Gleisanlage sind eine der Ursachen für Fahrzeugschwingungen. Die Schwingungsamplitude hängt im Wesentlichen vom Zustand der Gleisanlage und den Eigenschaften der Federung ab. Diese Einflüsse werden vom Infrastrukturbetreiber anhand des Werts  $T_{osc}$  berücksichtigt. In Abhängigkeit von der Elastizität des Fahrzeugs liegen sie der Neigung um den Wankpol zugrunde und bedingen die folgende Verbreiterung:

$$\Delta b_1 = \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc} \cdot (h - h_{c0})_{>0} \quad (1)$$

ANMERKUNG Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieses Einflusses. Bei der dynamischen Berechnungsmethode wird dieser Einfluss beispielsweise beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

Bei einem geraden Gleisverlauf muss der Wert  $T_{osc,a}$  berücksichtigt werden.

#### 5.2.2.3.3 Gleisverschiebungen in Querrichtung ( $T_{voie}$ )

$T_{voie}$  ist ein seitwärts gerichteter Zuschlag, der die Gleisverschiebung in Querrichtung berücksichtigt. Die Gleislage kann sich zwischen zwei Inspektionen bzw. Hindernisüberprüfungen aufgrund von Verkehrsbelastung und Oberbauinstandhaltungsarbeiten verändern.

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

#### **5.2.2.3.4 Querhöhenfehler ( $T_D$ )**

$T_D$  ist ein Wert für die Änderung der Querhöhentoleranz. Die Querrhöhe des Gleises kann sich im Hinblick auf ihren Nennwert aufgrund von Verkehrsbelastung und Instandhaltungstoleranzen ändern. 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, die die folgende Verbreiterung bewirkt:

$$\Delta b_2 = \frac{T_D}{L} \cdot h \quad (2)$$

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

$$\Delta b_3 = \frac{s_0}{L} \cdot T_D \cdot (h - h_{c0})_{>0} \quad (3)$$

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

**ANMERKUNG** Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieses Einflusses. So werden beispielsweise bei der dynamischen Rechenmethode nur die geometrischen Auswirkungen vom Infrastrukturbetreiber berücksichtigt, während die dynamischen Auswirkungen in die Zuständigkeit des Fahrzeugbaus fallen.

#### **5.2.2.3.5 Unsymmetrie ( $\eta_{0,r}$ )**

Kein Fahrzeug ist jemals vollkommen symmetrisch, was folgende Hauptgründe hat:

- Neigung des Wagenkastens aufgrund von unzureichender Einstellung der Federung ( $T_{\text{susp}}$ );
- Neigung des Wagenkastens um die Federung aufgrund von Unsymmetrie der Beladung, was eine Rotation des Fahrzeugs ( $T_{\text{charge}}$ ) zur Folge hat.

In beiden Fällen dreht sich der Wagenkasten um den Wankpol  $C_0$ . Die Summe der beiden Winkel entspricht dem vereinbarten Bezugswinkel  $\eta_{0,r}$ :

$$\eta_{0,r} = T_{\text{charge}} + T_{\text{susp}} \quad (4)$$

Dies führt zu zusätzlichen Verbreiterungen, die gleichzeitig berücksichtigt werden:

$$\Delta b_4 = \tan(T_{\text{charge}}) \cdot (h - h_{c0})_{>0} \quad (5)$$

und

$$\Delta b_5 = \tan(T_{\text{susp}}) \cdot (h - h_{c0})_{>0} \quad (6)$$

**ANMERKUNG** Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieses Einflusses. Bei der dynamischen Rechenmethode wird dieser Einfluss beispielsweise beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

## 5.2.3 Vertikale Einstellung

### 5.2.3.1 Allgemeines

In Abhängigkeit vom Punkt auf der Bezugslinie und von der verwendeten Rechenmethode müssen einige oder alle der folgenden Parameter entweder aufwärts oder abwärts gerichtet berücksichtigt werden.

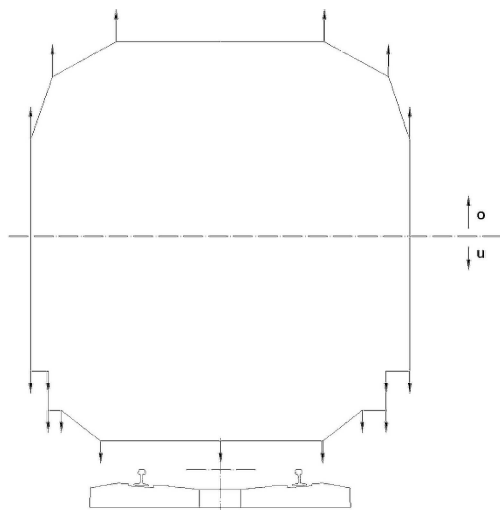


Bild 1 — Vertikale Einstellung

### 5.2.3.2 Veränderung des Lichtraums in vertikaler Richtung in Abhängigkeit von der örtlichen Situation

#### 5.2.3.2.1 Allgemeines

Veränderungen der Begrenzungslinie hängen von der angewandten Rechenmethode und insbesondere von der gewählten Begrenzungslinie ab.

#### 5.2.3.2.2 Vertikaler Überstand ( $S_{vu/o}$ )

Der vertikale Überstand muss in Abhängigkeit von der Position des Punkts auf der Bezugslinie entweder in Aufwärts- ( $S_{vo}$ ) oder in Abwärtsrichtung ( $S_{vu}$ ) berücksichtigt werden.

Der abwärts gerichtete Überstand muss bei Punkten berücksichtigt werden, bei denen die Breite  $b_{CR}$  mit der Höhe zunimmt (siehe Bild 1).

Der aufwärts gerichtete Überstand muss bei Punkten berücksichtigt werden, bei denen die Breite  $b_{CR}$  mit der Höhe zunimmt (siehe Bild 1).

Die allgemeinen Gleichungen können prEN 15273-1 entnommen werden. Die für die Berechnung der jeweils gewählten Begrenzungslinie zu verwendenden spezifischen Gleichungen gehen aus EN 15273-4 hervor.

#### 5.2.3.2.3 Vertikale quasistatische Neigung ( $Dh_{PT}$ )

Unter Umständen verursacht die Neigung eine vertikale Bewegung ( $Dh_{PT}$ ) des oberen Bereichs der Bezugslinie. Dieser Einfluss muss bei Lichträumen berücksichtigt werden, die bedeutende Abflachungen im horizontalen oberen Bereich aufweisen (wie bei GC). Bei anderen Lichträumen wird empfohlen, diesen Einfluss in Betracht zu ziehen, dieser Punkt liegt allerdings im Ermessen des Infrastrukturbetreibers.

Diese Neigung braucht nur für den Punkt PT in Betracht gezogen zu werden (siehe Bild 2).

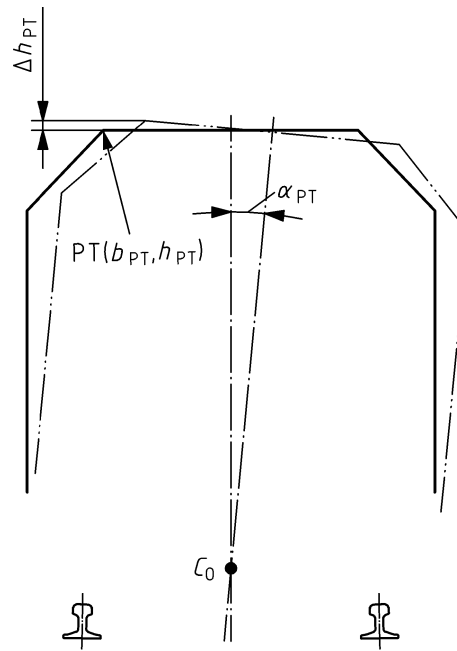


**Bild 2 — Vertikale quasistatische Neigung**

$\Delta h_{PT}$  wird anhand von Gleichung (7) bestimmt:

$$\Delta h_{PT} = b_{PT} \cdot \sin \alpha_{PTi,a} - (h_{PT} - h_{c0}) \cdot (1 - \cos \alpha_{PTi,a}), \text{ dies entspricht } \Delta h_{PT} \cong b_{PT} \cdot \sin \alpha_{PTi,a} \quad (7)$$

Dabei ist/sind

$\alpha_{PTi,a}$  die Drehung der Begrenzungslinie unter dem Einfluss der quasistatischen Neigung. Dieser Wert kann bogeninnenseitig anders als bogenaußenseitig sein und hängt von der Rechenmethode ab. Die Gleichung kann 5.3.2.2 entnommen werden.

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

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

- außerhalb des Gleisbogens, unter den Auswirkungen des Überhöhungsfehlbetrags, der bei Stillstand des Fahrzeugs maximal wird;
- innerhalb des Gleisbogens, unter den Auswirkungen des Überhöhungsfehlbetrags, der bei der zulässigen Höchstgeschwindigkeit maximal wird.

Es sollte beachtet werden, dass bei der kinematischen Rechenmethode bereits ein Teil vom Fahrzeugbau berücksichtigt wird, der Höchstwerte von  $I_0$  und  $D_0$  annehmen kann.

Im unteren Bereich (siehe Anhang B) wird dieser Einfluss fahrzeugseitig mithilfe von Merkmalen in der Zugarchitektur (z. B. bei Zügen mit Neigungstechnik) berücksichtigt.

**ANMERKUNG** Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieses Einflusses. Bei der dynamischen Rechenmethode wird dieser Einfluss beispielsweise beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

### 5.2.3.3 Zufallsbedingte vertikal wirkende Einflüsse

#### 5.2.3.3.1 Allgemeines

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

Die nachstehenden Einflüsse fallen gemeinhin in die Zuständigkeit des Infrastrukturbetreibers.

#### 5.2.3.3.2 Höhenversatz der Gleisanlage ( $T_N$ )

$T_N$  ist ein vertikaler Zuschlag, der den Höhenversatz der Gleisanlage berücksichtigt. Die Gleislage kann sich zwischen zwei Inspektionen bzw. Hindernisüberprüfungen aufgrund von Verkehrsbelastung, Oberbauinstandhaltungsarbeiten und Umwelteinflüssen verändern. Für diesen Parameter können je nach zu berücksichtigendem Einfluss 3 unterschiedliche Werte ausgewählt werden:

- $T_{N,o}$ : aufwärts gerichteter Versatz aufgrund von Instandhaltungsmaßnahmen (Bodenverdichtung);
- $T_{N,u}$  (für an der Gleisanlage angebrachte Hindernisse): abwärts gerichteter Versatz aufgrund von Verschleiß an den Schienen;
- $T_{N,u}$  (für an der Gleisanlage nicht angebrachte Hindernisse): abwärts gerichteter Versatz aufgrund von Verschleiß an den Schienen und Absenkung der Gleisanlage).

#### 5.2.3.3.3 Vertikale Auswirkungen zur Berechnung des Versatzes des Punkts PT

##### 5.2.3.3.3.1 Allgemeines

Die folgenden Einflüsse werden durch Neigung verursacht. Wie in 5.2.3.2.3 erläutert, brauchen diese Einflüsse nur beim Punkt PT berücksichtigt zu werden.

##### 5.2.3.3.3.2 Fahrzeugschwingungen aufgrund von Unregelmäßigkeiten der Gleislage ( $T_{osc}$ )

Fahrzeugschwingungen aufgrund von Unregelmäßigkeiten der Gleislage (siehe 5.2.2.3.2) verursachen einen vertikalen Versatz des oberen Bereichs der Bezugslinie, der anhand der folgenden Gleichung ausgedrückt werden kann:

$$\Delta h_1 = b_{PT} \cdot \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc} \quad (8)$$

Ähnlich wie in 5.2.3.2.3 wird der zu berücksichtigende vertikale Versatz

- an der Bogeninnenseite durch  $T_{osc,a}$  verursacht;
- an der Bogenaußenseite durch  $T_{osc,i}$  verursacht.

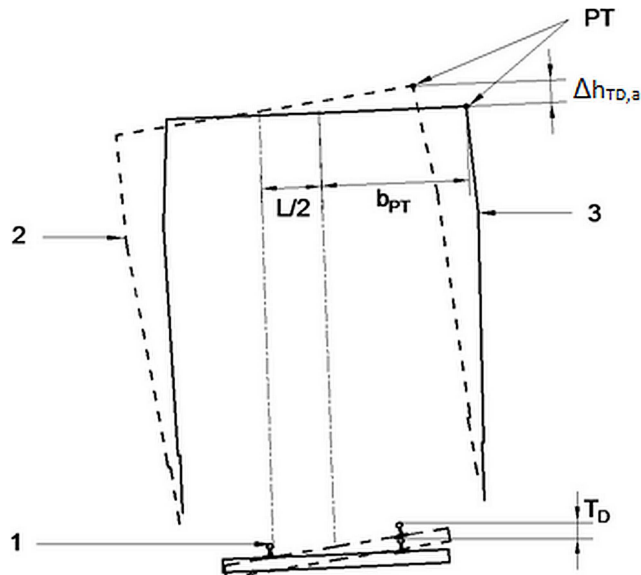
**ANMERKUNG** Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieses Einflusses. Bei der dynamischen Berechnungsmethode wird dieser Einfluss beispielsweise beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

Bei einem geraden Gleisverlauf muss der Wert  $T_{osc,a}$  berücksichtigt werden.

### 5.2.3.3.3 Querhöhenfehler ( $T_D$ )

$T_D$  ist ein Wert für die Änderung der Überhöhung. Dieser Querhöhenfehler,  $T_D$ , bewirkt zweierlei: einen geometrischen Einfluss und einen Einfluss durch die Fahrzeugfederung.

- Der Rotationsmittelpunkt des geometrischen Einflusses wird bei der unteren Schiene berücksichtigt. Dies ist der allgemeine Verweispunkt bei Querhöhenfehlern, aus dem sich zwei unterschiedliche Gleichungen ergeben, die in den folgenden Bildern erläutert werden:



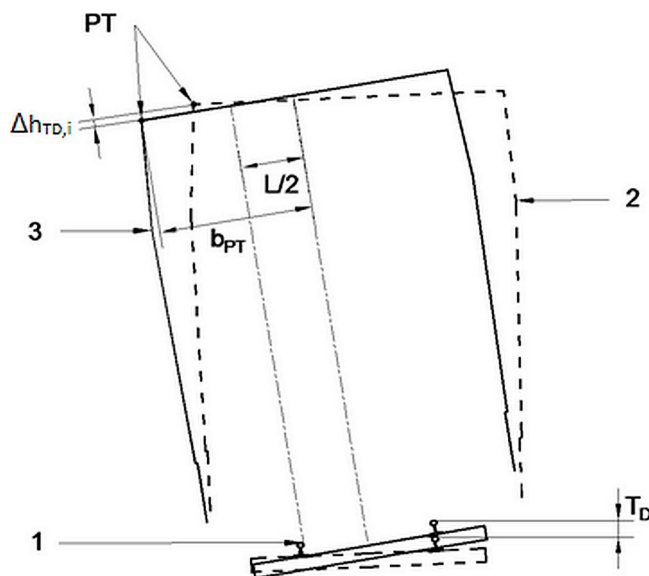
#### Legende

- 1 Rotationsmittelpunkt
- 2 Begrenzungslinie unter dem Einfluss von  $T_D$  (lokal steigende Überhöhung)
- 3 ursprüngliche Begrenzungslinie

**Bild 3 — Geometrischer Einfluss des Querhöhenfehlers am Punkt PT auf der Außenseite eines Gleisbogens**

Dieser Einfluss wird bestimmt durch:

$$\Delta h_{T_{D,a}} = \left( b_{PT} + \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{T_D}{L} \quad (9)$$



### Legende

- 1 Rotationsmittelpunkt
- 2 Lichtraum unter dem Einfluss von  $T_D$  (lokal steigende Überhöhung)
- 3 ursprüngliche Begrenzungslinie

**Bild 4 — Geometrischer Einfluss des Querhöhenfehlers am Punkt PT auf der Innenseite eines Gleisbogens**

Dieser Einfluss wird bestimmt durch:

$$\Delta h_{T_{D,a}} = \left( b_{PT} - \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{T_D}{L} \quad (10)$$

Bei geraden Strecken ohne Überhöhung muss die Gleichung für die Bogenaußenseite verwendet werden, da es hierbei keine niedriger oder höher gelegene Schiene gibt.

ANMERKUNG 1 Informationen zu negativen Überhöhungen siehe EN 13803-1.

$$\Delta h_{T_{D,i}} = \left( b_{PT} + \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{T_D}{L} \quad (11)$$

$$\Delta h_{T_{D,a}} = \left( b_{PT} - \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{T_D}{L} \quad (12)$$

Bei den Bogeninnenseiten kann dieser Einfluss vernachlässigt werden, wenn  $b_{PT} < \frac{l}{2}$ .

- Aufgrund seiner Federungselastizität dreht sich das Fahrzeug um den Wankpol, was einen zusätzlichen vertikalen Versatz nach folgender Gleichung bewirkt:

$$\Delta h_2 = s_0 \cdot b_{PT} \cdot \frac{T_D}{L} \quad (13)$$

ANMERKUNG 2 Es gibt noch andere Methoden zur Berücksichtigung dieses Einflusses. Bei der dynamischen Rechenmethode wird beispielsweise nur der geometrische Einfluss vom Infrastrukturbetreiber in Betracht gezogen. Der dynamische Einfluss wird vom Fahrzeugbau berücksichtigt.

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

#### **5.2.3.3.4 Unsymmetrie ( $\eta_{0,r}$ )**

Ein vertikaler Zuschlag für die Fahrzeugunsymmetrie (siehe 5.2.2.3.5) muss nach der folgenden Gleichung berücksichtigt werden:

$$\Delta h_3 = b_{PT} \cdot \tan(T_{\text{charge}}) \quad (14)$$

und

$$\Delta h_4 = b_{PT} \cdot \tan(T_{\text{susp}}) \quad (15)$$

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

#### **5.2.4 Weitere Zuschläge**

Neben den Zuschlägen zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse kann der Infrastrukturbetreiber weitere Zuschläge vorsehen für:

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

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

### **5.3 Kinematische Rechenmethode**

#### **5.3.1 Allgemeines**

Die kinematische Rechenmethode verwendet eine Bezugslinie (siehe prEN 15273-4) und zugehörige Regeln nach den folgenden Beschreibungen.

**ANMERKUNG** Nachfolgend werden ausschließlich kinematische Parameter verwendet. Der Index „cin“ wird daher weggelassen.

#### **5.3.2 Lichtraum**

##### **5.3.2.1 Querrichtung**

###### **5.3.2.1.1 Allgemeines**

Der Lichtraum muss anhand der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$b_{\text{inf}} = b_{\text{CR}} + S_{i/a} + qS_{i/a} + \Sigma_j \quad (16)$$

Die Erläuterung zum Überstand  $S_{i/a}$  kann 5.2.2.2.2 entnommen werden, die Gleichungen stehen in prEN 15273-4.

Die allgemeinen Gleichungen für die quasistatische Neigung,  $q_{Si/a}$ , lauten:

$$q_{Si} = \frac{S_0}{L} \cdot [D - D_0]_{>0} \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \quad (17)$$

$$q_{Sa} = \frac{S_0}{L} \cdot [I - I_0]_{>0} \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \quad (18)$$

$\Sigma_j$  die Summe der Zuschläge zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse (5.2.2.3). Sie kann je nach gewählttem Lichtraum unterschiedliche Werte annehmen:

- $\Sigma_3$  für den Nenn-Lichtraum;
- $\Sigma_2$  für den Mindestlichtraum;
- $\Sigma_1$  für die absolute Grenzlinie.

In allen Fällen kann sie bestimmt werden

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrungen des Infrastrukturbetreibers mit seinem Netz
- oder als berechneter Wert auf der Grundlage der Instandhaltungstoleranzen.

#### 5.3.2.1.2 Berechnung von $\Sigma_3$ für den Nenn-Lichtraum

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_3$  aus folgender Gleichung:

$$\begin{aligned} \Sigma_{3,i/a} = T_{voie} &+ \frac{T_D}{L} \cdot h + \frac{S_0}{L} \cdot T_D \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \\ &+ \tan(T_{susp}) \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \\ &+ \tan(T_{charge}) \cdot [h - h_{c0}]_{>0} + \frac{S_0}{L} \cdot T_{osc} \cdot [h - h_{c0}]_{>0} + Supl \end{aligned} \quad (19)$$

Der Wert des Ausdrucks *Supl* wird anhand der Werte bestimmt, die der Infrastrukturbetreiber zur Berücksichtigung vorsieht.

Bei einer geraden Strecke wird empfohlen das Maximum von  $[\Sigma_{3,i}; \Sigma_{3,a}]$  zu verwenden.

#### 5.3.2.1.3 Berechnung von $\Sigma_2$ für den Mindestlichtraum

Bei der Festlegung von  $\Sigma_2$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.2.2.3 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher zur Berechnung nicht geeignet. Anhand der folgenden Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_j = k \cdot \sqrt{(\Delta b_{T1})^2 + (\Delta b_{T2})^2 + \dots + (\Delta b_{Tn})^2} \quad (20)$$

Dabei ist jedes  $\Delta b_{Tj}$  nach der Erläuterung in 5.2.2.3 ein zufallsbedingter Einfluss in Querrichtung.

Bei dieser Rechenmethode wird  $\Sigma_2$  nicht unmittelbar anhand der vorherigen Gleichung bestimmt. Um die Zuschläge zu optimieren, werden  $\Sigma'_2$  und  $\Sigma''_2$  berechnet, um quasistatische und zufallsbedingte Einflüsse zu kombinieren.

Weitere Einzelheiten enthält prEN 15273-5:2018, 7.1.2.5.

$$\Sigma'_{2,i/a} = k \cdot \sqrt{T_{\text{voie}}^2 + \left[ \frac{T_D}{L} \cdot h + \frac{S_0}{L} \cdot T_D \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \right]^2 + [\tan(T_{\text{susp}})[h - h_{c0}]_{>0}]^2 + [\tan(T_{\text{charge}})[h - h_{c0}]_{>0}]^2 + \left[ \frac{S_0}{L} \cdot T_{\text{osc}} \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \right]^2} \quad (21)$$

Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer arithmetischen Summe zu betrachten.

Dabei muss beachtet werden, dass für die Bogeninnen- und die Bogenaußenseite im Allgemeinen unterschiedliche Einflussgrößen gelten.

Bei der Bogeninnenseite wird  $\Sigma_{2,i}$  anhand von folgender Gleichung bestimmt:

$$\Sigma_{2,i} = \text{Max} [\Sigma'_{2,i} + K \cdot (D - D_0)_{>0}; \Sigma''_2; \Sigma'_{2,a} - K \cdot I_0] - q s_i \quad (22)$$

ANMERKUNG 1 Es liegt im Ermessen des Infrastrukturbetreibers, in Gleichung (22) „ $>0$ “ und „ $\Sigma'_{2,a} - K \cdot I_0$ “ einzusetzen oder nicht.

Bei der Bogenaußenseite wird  $\Sigma_{2,a}$  anhand von folgender Gleichung bestimmt:

$$\Sigma_{2,a} = \text{Max} [\Sigma'_{2,a} + K \cdot (I - I_0)_{>0}; \Sigma''_2] - q s_a \quad (23)$$

ANMERKUNG 2 Es liegt im Ermessen des Infrastrukturbetreibers, in Gleichung (23) „ $>0$ “ einzusetzen oder nicht.

Dabei ist

$$K = \frac{S_0}{L} \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \quad (24)$$

und

$$\Sigma''_2 = k \cdot \sqrt{T_{\text{voie}}^2 + \left[ \frac{T_D}{L} \cdot h \right]^2} \quad (25)$$

Bei einer geraden Strecke wird empfohlen  $\text{Max}$  von  $[\Sigma_{2,i}; \Sigma_{2,a}]$  zu verwenden.

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

#### **5.3.2.1.4 Berechnung von $\Sigma_1$ für die absolute Grenzlinie**

Bei der Festlegung von  $\Sigma_1$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.2.2.3 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher zur Berechnung nicht geeignet. Anhand von Gleichung (26) kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_j = k \sqrt{(\Delta b_{T1})^2 + (\Delta b_{T2})^2 + \dots + (\Delta b_{Tn})^2} \quad (26)$$

Dabei ist jedes  $\Delta b_{Tj}$  nach der Erläuterung in 5.2.2.3 ein zufallsbedingter Einfluss in Querrichtung.

Bei dieser Rechenmethode wird  $\Sigma_1$  nicht unmittelbar anhand der vorherigen Gleichung bestimmt. Um die Zuschläge zu optimieren, werden  $\Sigma'_1$  und  $\Sigma''_1$  berechnet, um quasistatische und zufallsbedingte Einflüsse zu kombinieren.

$$\Sigma'_{1,i/a} = k \cdot \sqrt{\left[\tan(T_{\text{susp}}) \cdot [h - h_{c0}]_{>0}\right]^2 + \left[\tan(T_{\text{charge}}) \cdot [h - h_{c0}]_{>0}\right]^2 + \left[\frac{S_0}{L} \cdot (T_{\text{osc}}) \cdot (h - h_{c0})_{>0}\right]^2} \quad (27)$$

und

$$\Sigma''_1 = k \cdot \sqrt{\left[\tan(T_{\text{susp}}) \cdot [h - h_{c0}]_{>0}\right]^2 + \left[\tan(T_{\text{charge}}) \cdot [h - h_{c0}]_{>0}\right]^2} \quad (28)$$

Dabei muss beachtet werden, dass für die Bogeninnen- und die Bogenaußenseite im Allgemeinen unterschiedliche Einflussgrößen gelten.

Bei der Bogeninnenseite wird  $\Sigma_{1,i}$  anhand von folgender Gleichung bestimmt:

$$\Sigma_{1,i} = \text{Max} \left[ \Sigma'_{1,i} + K \cdot (D - D_0)_{>0}; \Sigma''_1; \Sigma'_{1,a} - K \cdot I_0 \right] - qS_i \quad (29)$$

ANMERKUNG 1 Es liegt im Ermessen des Infrastrukturbetreibers, in Gleichung (29) „>0“ und „ $\Sigma'_{1,a} - K \cdot I_0$ “ einzusetzen oder nicht.

Bei der Bogenaußenseite wird  $\Sigma_{1,a}$  anhand von folgender Gleichung bestimmt:

$$\Sigma_{1,a} = \text{Max} \left[ \Sigma'_{1,a} + K \cdot (I - I_0)_{>0}; \Sigma''_1 \right] - qS_a \quad (30)$$

ANMERKUNG 2 Es liegt im Ermessen des Infrastrukturbetreibers, in Gleichung (23) „>0“ einzusetzen oder nicht.

Dabei ist/sind

$$K = \frac{S_0}{L} \cdot [h - h_{c0}]_{>0} \quad (31)$$

Bei einer geraden Strecke wird empfohlen  $\text{Max}$  von  $[\Sigma_{1,i}; \Sigma_{1,a}]$  zu verwenden.

### 5.3.2.2 Vertikal

#### 5.3.2.2.1 Allgemeines

Der Lichtraum muss anhand von Formel (32) berechnet werden:

$$h_{\text{inf}} = h_{\text{CR}} \pm S_{\text{Vu}/o} + \Delta h_{\text{PT}} \pm \Sigma_{\text{Vj}} \quad (32)$$

Siehe Bild 1 für die Anwendung dieser vertikalen Anpassung, aus der sich zwei unterschiedliche Gleichungen ergeben:

— für den oberen Bereich:

$$h_{\text{inf}} = h_{\text{CR}} + S_{\text{V,o}} + \Delta h_{\text{PT}} + \Sigma_{\text{Vj}} \quad (33)$$

und

— für den unteren Bereich:

$$h_{\text{inf}} = h_{\text{CR}} - S_{\text{V,u}} - T_{\text{N}} \quad (34)$$

Die Erläuterung zum Überstand kann 5.2.2.2.2 entnommen werden, die Gleichungen stehen in prEN 15273-4.

Die allgemeinen Gleichungen für die vertikale quasistatische Neigung lauten

— für die Bogeninnenseite:

$$\Delta h_{PT,i} = b_{PT} \cdot \sin \alpha_{PT,i} \quad (35)$$

Dabei ist

$$\sin \alpha_{PT,i} = \frac{s_0}{L} \cdot (I - I_0)_{>0} \quad (36)$$

— für die Bogenaußenseite:

$$\Delta h_{PT,a} = b_{PT} \cdot \sin \alpha_{PT,a} \quad (37)$$

Dabei ist

$$\sin \alpha_{PT,a} = \frac{s_0}{L} \cdot (D - D_0)_{>0} \quad (38)$$

$\Sigma_{Vj}$  die Summe der Zuschläge zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse (5.2.3.3). Sie kann je nach gewähltem Lichtraum unterschiedliche Werte annehmen:

- $\Sigma_{V3}$  für den Nenn-Lichtraum;
- $\Sigma_{V2}$  für den Mindestlichtraum;
- $\Sigma_{V1}$  für die absolute Grenzlinie.

In allen Fällen kann sie bestimmt werden

— als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrungen des Infrastrukturbetreibers mit seinem Netz  
oder

— als berechneter Wert auf der Grundlage der Instandhaltungstoleranzen.

#### **5.3.2.2.2 Berechnung von $\Sigma_{V3}$ für den Nenn-Lichtraum**

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_{V3}$  für den Punkt PT aus folgenden Gleichungen:

$$\Sigma_{V3,PTa} = \left( (1 + s_0) \cdot b_{PT} + \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{T_D}{L} + b_{PT} \cdot \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc,i} + b_{PT} \cdot \tan(T_{charge}) + b_{PT} \cdot \tan(T_{susp}) + T_N + Supl \quad (39)$$

$$\Sigma_{V3,PTi} = \left( (1 + s_0) \cdot b_{PT} - \frac{L}{2} \right)_{>0} \cdot \frac{T_D}{L} + b_{PT} \cdot \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc,a} + b_{PT} \cdot \tan(T_{charge}) + b_{PT} \cdot \tan(T_{susp}) + T_N + Supl \quad (40)$$

Für die anderen Punkte der oberen und unteren Bereiche brauchen nur  $T_N$  und  $Supl$  berücksichtigt zu werden.

Der Wert des Ausdrucks  $Supl$  wird anhand der Werte bestimmt, die der Infrastrukturbetreiber zur Berücksichtigung vorsieht. Für die Zuschläge werden daher üblicherweise Festwerte eingesetzt.

Diese Gleichungen sind nur auf positive Überhöhungen anwendbar.

Bei einem geraden Gleisverlauf muss der maximale Wert von  $\Sigma_{V3,PTa}$  und  $\Sigma_{V3,PTi}$  berücksichtigt werden.

### 5.3.2.2.3 Berechnung von $\Sigma_{V2}$ für den Mindestlichtraum

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_{V2}$  für den Punkt PT aus folgenden Gleichungen:

$$\Sigma_{V2,PTa} = k \cdot \sqrt{\left( \left( (1 + s_0) \cdot b_{PT} + \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{T_D}{L} \right)^2 + \left( b_{PT} \cdot \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc,i} \right)^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{charge}))^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{susp}))^2 + T_N^2} \quad (41)$$

$$\Sigma_{V2,PTi} = k \cdot \sqrt{\left( \left( (1 + s_0) \cdot b_{PT} - \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{T_D}{L} \right)^2 + \left( b_{PT} \cdot \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc,a} \right)^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{charge}))^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{susp}))^2 + T_N^2} \quad (42)$$

Für die anderen Punkte der oberen und unteren Bereiche braucht nur  $T_N$  berücksichtigt zu werden. Dabei gilt  $k = 1$ .

Für die Zuschläge werden daher üblicherweise Festwerte eingesetzt.

Diese Gleichungen sind nur auf positive Überhöhungen anwendbar.

Bei einem geraden Gleisverlauf muss der maximale Wert von  $\Sigma_{V2,PTa}$  und  $\Sigma_{V2,PTi}$  berücksichtigt werden.

### 5.3.2.2.4 Berechnung von $\Sigma_{V1}$ für die absolute Grenzlinie

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_{V1}$  für den Punkt PT aus folgenden Gleichungen:

$$\Sigma_{V1,PTa} = k \cdot \sqrt{\left( b_{PT} \cdot \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc,i} \right)^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{charge}))^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{susp}))^2} \quad (43)$$

$$\Sigma_{V1,PTi} = k \cdot \sqrt{\left( b_{PT} \cdot \frac{s_0}{L} \cdot T_{osc,a} \right)^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{charge}))^2 + (b_{PT} \cdot \tan(T_{susp}))^2} \quad (44)$$

Bei den anderen Punkten des oberen Bereichs und beim unteren Bereich brauchen diese Einflüsse nicht berücksichtigt zu werden. Für diese Punkte sollte daher kein vertikaler Zuschlag in Betracht kommen.

Bei einem geraden Gleisverlauf muss  $\Sigma_{V1,PTi}$  berücksichtigt werden.

## 5.4 Dynamische Rechenmethode

### 5.4.1 Allgemeines

Die dynamische Rechenmethode verwendet eine Bezugslinie (siehe prEN 15273-4) und zugehörige Regeln nach den folgenden Beschreibungen.

**ANMERKUNG** Nachfolgend werden ausschließlich dynamische Parameter verwendet. Der Index „dyn“ wird daher weggelassen.

## **5.4.2 Lichtraum**

### **5.4.2.1 Querrichtung**

#### **5.4.2.1.1 Allgemeines**

Der Lichtraum muss anhand von Formel (45) berechnet werden:

$$b_{\text{inf}} = b_{\text{CR}} + S_{i/a} + \Sigma_j \quad (45)$$

Die Erläuterung zum Überstand kann 5.2.2.2.2 entnommen werden, die Gleichungen stehen in prEN 15273-4.

$\Sigma_j$  ist die Summe der Zuschläge zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse (5.2.2.3). Sie kann je nach gewähltem Lichtraum unterschiedliche Werte annehmen:

- $\Sigma_3$  für den Nenn-Lichtraum;
- $\Sigma_2$  für den Mindestlichtraum;
- $\Sigma_1$  für die absolute Grenzlinie.

In allen Fällen kann sie bestimmt werden

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrungen des Infrastrukturbetreibers mit seinem Netz
- oder
- als berechneter Wert auf der Grundlage der Instandhaltungstoleranzen.

#### **5.4.2.1.2 Berechnung von $\Sigma_3$ für den Nenn-Lichtraum**

##### **5.4.2.1.2.1 Allgemeines**

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_3$  aus folgender Gleichung:

$$\Sigma_3 = T_{\text{voie}} + \frac{T_D}{L} \cdot h + \text{Supl} \quad (46)$$

Der Wert des Ausdrucks *Supl* wird anhand der Werte bestimmt, die der Infrastrukturbetreiber zur Berücksichtigung vorsieht.

##### **5.4.2.1.2.2 Berechnung von $\Sigma_2$ für den Mindestlichtraum**

Bei der Festlegung von  $\Sigma_2$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.2.2.3 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand von folgender Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_2 = k \cdot \sqrt{T_{\text{voie}}^2 + \left[ \frac{T_D}{L} \cdot h \right]^2} \quad (47)$$

Voneinander abhängige Einflussgrößen sind gemeinsam, d. h. in ihrer arithmetischen Summe zu betrachten.

Dabei muss beachtet werden, dass für die Bogeninnen- und die Bogenaußenseite im Allgemeinen unterschiedliche Einflussgrößen gelten.

#### 5.4.2.1.2.3 Berechnung von $\Sigma_1$ für die absolute Grenzlinie

Bei der Festlegung von  $\Sigma_1$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse nach 5.2.2.3 gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher nicht akzeptabel. Anhand von folgender Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_1 = 0$$

ANMERKUNG Die absolute Grenzlinie bei der dynamischen Rechenmethode ist die Summe der Breiten der Bezugslinie und des Überstands.

#### 5.4.2.1.3 Vertikal

##### 5.4.2.1.3.1 Allgemeines

Der Lichtraum muss anhand von folgender Gleichung berechnet werden:

$$h_{\text{inf}} = h_{\text{CR}} \pm S_{\text{Vu/o}} \pm \Sigma_{\text{Vj}} \quad (48)$$

Siehe Bild 1 für die Anwendung dieser vertikalen Anpassung, aus der sich 2 unterschiedliche Gleichungen ergeben:

— für den oberen Bereich:

$$h_{\text{inf}} = h_{\text{CR}} + S_{\text{Vo}} + \Sigma_{\text{Vj}} \quad (49)$$

und

— für den unteren Bereich:

$$h_{\text{inf}} = h_{\text{CR}} - S_{\text{Vu}} - T_{\text{N}} \quad (50)$$

Die Erläuterung zum Überstand kann 5.2.2.2.2 entnommen werden, die Gleichungen stehen in prEN 15273-4.

$\Sigma_{\text{vj}}$  ist die Summe der Zuschläge zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse (5.2.3.3). Sie kann je nach gewähltem Lichtraum unterschiedliche Werte annehmen:

- $\Sigma_{\text{V3}}$  für den Nenn-Lichtraum;
- $\Sigma_{\text{V2}}$  für den Mindestlichtraum;
- $\Sigma_{\text{V1}}$  für die absolute Grenzlinie.

In allen Fällen kann sie bestimmt werden

- als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrungen des Infrastrukturbetreibers mit seinem Netz
- oder
- als berechneter Wert auf der Grundlage der Instandhaltungstoleranzen.

#### **5.4.2.1.3.2 Berechnung von $\Sigma_{V3}$ für den Nenn-Lichtraum**

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_{V3}$  für den Punkt PT aus folgenden Gleichungen:

$$\Sigma_{V3, PTa} = \left(b_{PT} + \frac{L}{2}\right) \cdot \frac{T_D}{L} + T_N + Supl \quad (51)$$

$$\Sigma_{V3, PTi} = \left(b_{PT} - \frac{L}{2}\right)_{>0} \cdot \frac{T_D}{L} + T_N + Supl \quad (52)$$

Für die anderen Punkte der oberen und unteren Bereiche brauchen nur  $T_N$  und  $Supl$  berücksichtigt zu werden.

Der Wert des Ausdrucks  $Supl$  wird anhand der Werte bestimmt, die der Infrastrukturbetreiber zur Berücksichtigung vorsieht. Für die Zuschläge werden daher üblicherweise Festwerte eingesetzt.

#### **5.4.2.1.3.3 Berechnung von $\Sigma_{V2}$ für den Mindestlichtraum**

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_{V2}$  für den Punkt PT aus folgenden Gleichungen:

$$\Sigma_{V2, PTa} = k \cdot \sqrt{\left(\left(b_{PT} + \frac{L}{2}\right) \cdot \frac{T_D}{L}\right)^2 + T_N^2} \quad (53)$$

$$\Sigma_{V2, PTi} = k \cdot \sqrt{\left(\left(b_{PT} - \frac{L}{2}\right)_{>0} \cdot \frac{T_D}{L}\right)^2 + T_N^2} \quad (54)$$

Für die anderen Punkte der oberen und unteren Bereiche braucht nur  $T_N$  berücksichtigt zu werden. Für die Zuschläge werden daher üblicherweise Festwerte eingesetzt.

#### **5.4.2.1.3.4 Berechnung von $\Sigma_{V1}$ für die absolute Grenzlinie**

Im Allgemeinen ergibt sich die Summe der Zuschläge  $\Sigma_{V1}$  aus folgender Gleichung:

$$\Sigma_{V1} = 0 \quad (55)$$

**ANMERKUNG** Die absolute Grenzlinie bei der dynamischen Rechenmethode ist die Summe der Breiten der Bezugslinie und des Überstands.

### **5.5 Statische Rechenmethode**

#### **5.5.1 Allgemeines**

Die statische Rechenmethode verwendet eine Bezugslinie (siehe prEN 15273-4) und zugehörige Regeln nach den folgenden Beschreibungen.

**ANMERKUNG** Nachfolgend werden ausschließlich statische Parameter verwendet. Der Index „stat“ wird daher weggelassen.

Die Verwendung der statischen Rechenmethode ist auf einen begrenzten Neigungskoeffizient,  $s_{lim}$ , eingeschränkt (siehe prEN 15273-4). Wenn der Neigungskoeffizient größer ist, muss entweder die dynamische oder die kinetische Rechenmethode angewendet werden.

## 5.5.2 Lichtraum

### 5.5.2.1 Querrichtung

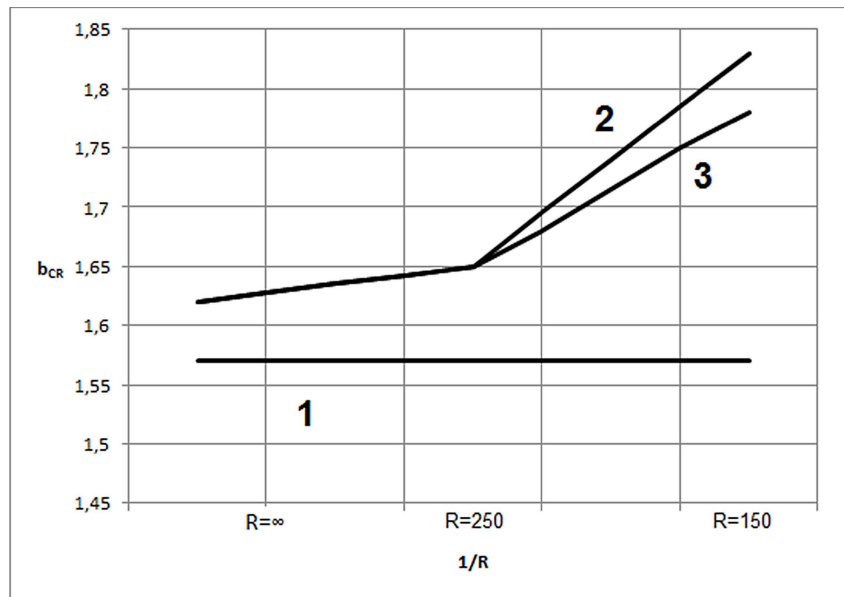
Der Lichtraum muss anhand von Formel (56) berechnet werden:

$$b_{\text{inf}} = b_{\text{CR}} + S_{\text{I/a}} + \Sigma_j \quad (56)$$

Der seitliche Überstand setzt sich aus den folgenden Einflüssen zusammen:

- geometrische Ausragung der Referenzfahrzeuge im Gleisbogen ( $S_{\text{R}}$ );
- Wirkung der Spurerweiterung ( $S_{\text{I}}$ );
- ein fester Wert  $F$  (siehe EN 15273-1)

Das folgende Bild erläutert den Wert für den Überstand:



**Legende**

- 1  $b_{CR,stat} = 1,575 \text{ m}$  (siehe EN 15273-4)
- 2  $b_{inf,a}$  Bogenaußenseite
- 3  $b_{inf,a}$  Bogeninnenseite

ANMERKUNG Referenzfahrzeug  $a = 5,48 \text{ m}$  bei  $R \geq 250 \text{ m}$ .

Referenzfahrzeug  $a = 20 \text{ m}$ ,  $p = 0 \text{ m}$  bei  $250 \text{ m} \geq R \geq 150 \text{ m}$ .

Radien  $< 150 \text{ m}$  werden in der vorliegenden Norm nicht behandelt.

**Bild 5 — Verbreiterung einer statischen Begrenzungslinie in Querrichtung**

$\Sigma_j$  deckt zufallsbedingte Einflüsse und die quasistatische Neigung ab. In allen Fällen kann sie bestimmt werden

— als fester Wert auf der Grundlage der Erfahrungen des Infrastrukturbetreibers mit seinem Netz

oder

— als berechneter Wert auf der Grundlage der Instandhaltungstoleranzen.

Der folgende Einfluss muss berücksichtigt werden:

- die quasistatische Neigung kann unter Berücksichtigung von  $s_{lim}$  bei vollem  $D$  oder  $I$  geschätzt werden;
- die Zuschläge aufgrund von  $T_{osc}$  und  $T_D$  (siehe 5.2.2.3);
- $\eta$  (siehe 5.2.2.3);
- $T_{voie}$  (siehe 5.2.2.3).

$$\Sigma_j = T_{\text{voie}} + \frac{T_D}{L} \cdot h + \frac{T_D}{L} \cdot s_{\text{lim}} \cdot (h - h_{c0})_{>0} + \tan(1^\circ) \cdot (h - h_{c0})_{>0} + \frac{T_{\text{osc}}}{L} \cdot s_{\text{lim}} \cdot (h - h_{c0})_{>0} + \frac{s_{\text{lim}}}{L} \cdot D \text{ or } I \cdot (h - h_{c0})_{>0} \quad (57)$$

Die Werte von  $T_{\text{osc}}$ ,  $T_D$  und  $T_{\text{voie}}$  können Tabelle A1 entnommen werden.

Zur Berechnung der Zuschläge kann auch die Wahrscheinlichkeitsmethode (nach der Erläuterung bei der kinematischen Rechenmethode) verwendet werden.

### 5.5.2.2 Vertikal

Der Lichtraum muss anhand von folgender Gleichung (58) berechnet werden:

$$h_{\text{inf}} = h_{\text{CR}} \pm S_{\text{Vu}/0} + \Delta h_{\text{PT}} \pm \Sigma_{\text{Vj}} + \text{Supl} \quad (58)$$

Die Erläuterung zum Überstand kann 5.2.2.2.2 entnommen werden, die Gleichungen stehen in prEN 15273-4.

Die allgemeinen Gleichungen für die vertikale quasistatische Neigung lauten

— für die Bogeninnenseite:

$$\Delta h_{\text{PT,i}} = b_{\text{PT}} \cdot \sin \alpha_{\text{PT,i}} \quad (59)$$

Dabei ist/sind

$$\sin \alpha_{\text{PT,i}} = \frac{s_{\text{lim}}}{L} \cdot I \quad (60)$$

— für die Bogenaußenseite:

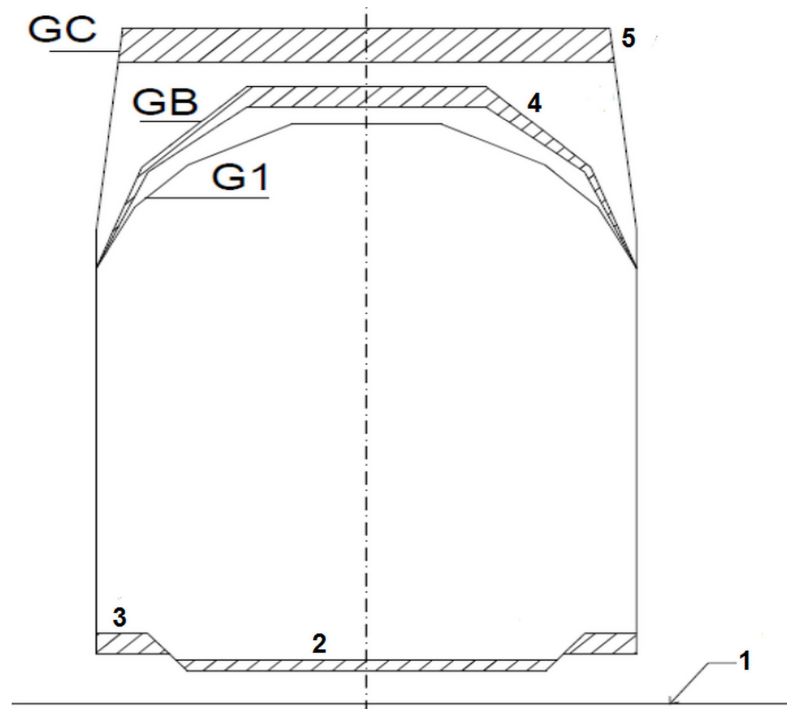
$$\Delta h_{\text{PT,a}} = b_{\text{PT}} \cdot \sin \alpha_{\text{PT,a}} \quad (61)$$

Dabei ist/sind

$$\sin \alpha_{\text{PT,a}} = \frac{s_{\text{lim}}}{L} \cdot D \quad (62)$$

ANMERKUNG Bei der statischen Methode gilt der Punkt PT nur die Begrenzungslinie GC.

$\Sigma_{\text{Vj}}$  ist die Summe der Zuschläge zur Abdeckung des dynamischen Hochfederns und Absenkens. Sie beträgt 30 mm bei abgefederten und 15 mm bei nicht abgefederten Teilen. Diese Zuschläge enthalten keine zusätzlichen Zuschläge, wie die Degradation der Infrastruktur und  $T_N$ . Für diese Einflüsse sind keine Regeln festgelegt, sodass der Infrastrukturbetreiber die erforderlichen Zuschläge nach seiner Erfahrung berücksichtigt (*Supl*).



#### Legende

- 1 Laufebene
- 2 zulässige Absenkung bei nicht abgefederten Komponenten ( $\sim 15$  mm)
- 3 Absenkung aufgrund der Elastizität der Federung ( $\sim 30$  mm)
- 4 dynamisches Hochfedern für G1, G2, GA, GB ( $+ 30$  mm)
- 5 dynamisches Hochfedern für GC (dynamisches Hochfedern ( $30$  mm) + vertikale quasistatische Neigung bei  $s_{\text{lim}} = 0,3$ ,  $h_{c0} = 0,50$  m und  $D/I$ )

ANMERKUNG Die angegebenen Werte sind zumeist die Höhendifferenz zwischen der statischen und der kinematischen Bezugslinie.

**Bild 6 — Vertikale Ergänzungen zu statischen und Bezugslinien**

## 5.6 Gleismittenabstand

### 5.6.1 Einleitung

#### 5.6.1.1 Allgemeines

Der Gleismittenabstand (EA) wird festgelegt, um einen uneingeschränkten gleichzeitigen 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 Infrastrukturbetreiber kann 3 Arten von Gleismittenabständen festlegen:

#### 5.6.1.2 Regelgleismittenabstand

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

Es gibt jedoch keinen allgemeinen Ansatz für alle Netze zur Bestimmung des Regelgleismittenabstands, da dieser sich aus verschiedenen Zuschlägen ergibt, die je nach empfundenem Bedarf der Infrastrukturbetreiber zu beachten sind oder nicht.

ANMERKUNG Die Bereitstellung eines Regelgleismittenabstands vereinfacht die Gleisplanung und -instandhaltung.

Die Zuschläge für die Regelgleismittenabstände können folgende Punkte umfassen:

- Zuschlag zur Erhöhung der Sicherheit;
- zusätzlicher Instandhaltungszuschlag;
- Zuschlag zur Berücksichtigung der aerodynamischen Einflüsse;
- Zuschlag zur Vereinfachung des Weichenbaus;
- Reserve für Änderungen der Trassierung oder des Lichtraums;
- Zuschläge zur Herstellung eines unveränderlichen Gleismittenabstands, der bei Vorhandensein tatsächlicher Spielräume für Instandhaltungs- und Verifizierungsmaßnahmen leicht zu handhaben ist.

Weitere Zuschläge für die Sicherheit von Personen und außergewöhnliche Sendungen mit Lademaßüberschreitungen gehen über den Anwendungsbereich dieser Norm hinaus und müssen durch die zuständigen Stellen festgelegt werden.

#### 5.6.1.3 Mindestgleismittenabstand

Der Mindestgleisabstand wird so festgelegt, dass Berührungen zwischen den Begrenzungslinien benachbarter Gleise vermieden werden. Hierbei werden die Bezugslinien mit ihren zugehörigen Regeln sowie eine Zuschlagssumme  $\Sigma_{EAj}$  berücksichtigt.

Der Mindestgleismittenabstand wird im Allgemeinen durch den obersten Punkt  $P$  im senkrechten Bereich der Bezugslinie bestimmt (siehe Bild 10).

ANMERKUNG Der Mindestgleismittenabstand ist kleiner als die Summe der Mindestlichträume beider Gleise, da die Summe der zufallsbedingten Einflüsse mithilfe einer Quadratwurzel berechnet werden (siehe 5.6.3.3.2.1.2).

#### 5.6.2 Bei der Bestimmung des Gleismittenabstands zu berücksichtigende Parameter

##### 5.6.2.1 Allgemeine Parameter

Für jedes der beiden Gleise müssen die folgenden Parameter betrachtet werden:

- der Überstand,  $S_{i/a}$ ;
- die quasistatische Neigung,  $qs_{i/a}$ ;
- der Einfluss des Überhöhung zwischen den beiden Gleisen  $\Delta b_{\delta D}$  (siehe 5.6.2.2);
- die Zuschläge  $\Sigma_j$ .

ANMERKUNG Bei der dynamischen Berechnungsmethode,  $qs_{i/a}$ , wird dieser Einfluss beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

Die Auswirkungen der Krümmung müssen der Erklärung unten folgend immer berücksichtigt werden.

BEISPIEL Im Fall von zwei konzentrischen Bogengleisen werden beim Außengleis alle bogeninnenseitigen Einflüsse und beim Innengleis alle bogenaußenseitigen Einflüsse betrachtet (siehe Bild 7).

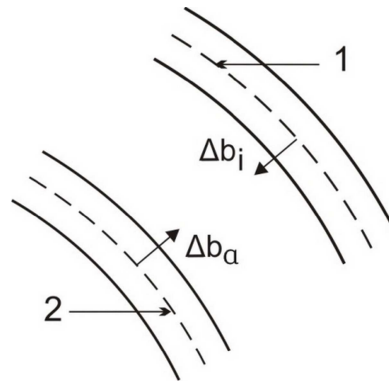


**Bild 7 — Abstand zwischen 2 konzentrischen Bogengleisen**

**BEISPIEL** Im Fall von zwei konvex verlaufenden Bogengleisen werden alle Einflüsse auf der Außenseite jedes Gleises mit dem jeweiligen Gleisbogenhalbmesser, der Überhöhung und der Fahrgeschwindigkeit betrachtet.

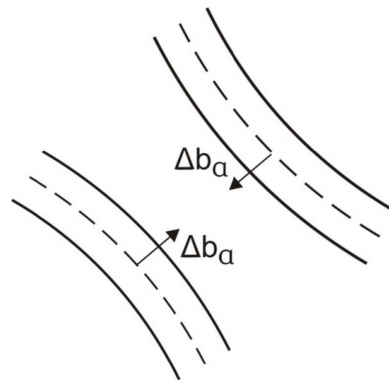


**Bild 8 — Abstand zwischen 2 konvex verlaufenden Bogengleisen**

**BEISPIEL** Im Fall von zwei konkav verlaufenden Bogengleisen werden alle Einflüsse auf der Innenseite jedes Gleises mit dem jeweiligen Gleisbogenhalbmesser, der Überhöhung und der Fahrgeschwindigkeit betrachtet.

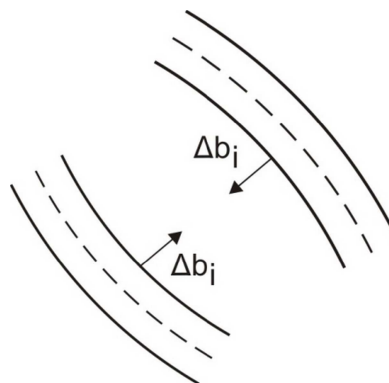
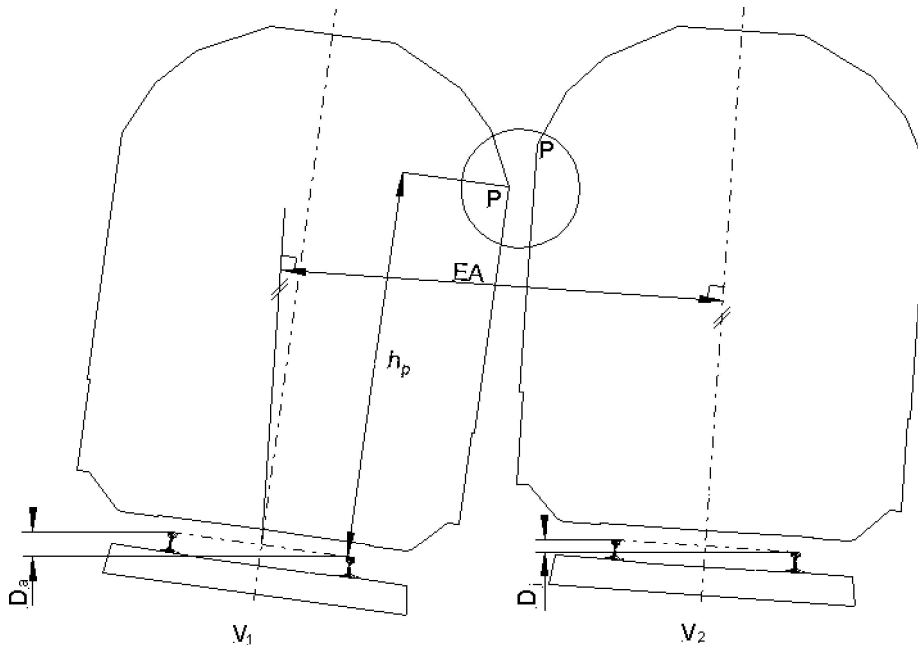


**Bild 9 — Abstand zwischen 2 konkav verlaufenden Bogengleisen**

#### 5.6.2.2 Der Einfluss der Überhöhungsdifferenz $\Delta b_{\delta D}$

Wenn die beiden betrachteten Gleise eine unterschiedliche Überhöhung aufweisen, wird der Gleismittenabstand,  $EA$ , auf der Lauebene des Gleises mit der niedrigsten Überhöhung berechnet.



### Legende

- $V_1$  Gleis 1
- $V_2$  Gleis 2

**Bild 10 — Gleismittenabstand bei unterschiedlichen Überhöhungen**

Weisen die beiden betrachteten Gleise einen Unterschied in ihrer Überhöhung auf, nähern sich die beiden Bezugslinien im oberen Bereich des vertikalen Abschnitts häufig einander an oder entfernen sich voneinander. Dies hat einen großen Einfluss auf den Gleismittenabstand, der in Höhe der Lafebene gemessen wird.

Hat der Überhöhungsunterschied zur Folge, dass sich die beiden Bezugslinien einander auf Höhe des Punkts  $P$  nähern (siehe Bild 10), muss der Gleismittenabstand erhöht werden. Entfernen sich die beiden Begrenzungslinien auf Höhe des Punkts  $P$  dagegen voneinander, wäre es möglich, den Gleismittenabstand soweit zu reduzieren, bis die beiden Bezugslinien sich an der Unterseite berühren. Eine solche Verringerung des Abstands wird aber sehr selten umgesetzt.

- Bei 2 konzentrischen Gleisen wird dieser Einfluss bestimmt durch:

$$\Delta b_{\delta D} = \frac{h_p}{L} \cdot [D_a - D_i]_{>0} \quad (63)$$

- Bei 2 konkaven Gleisen wird dieser Einfluss bestimmt durch:

$$\Delta b_{\delta D} = \frac{h_p}{L} \cdot (|D_{\text{voie1}}| + |D_{\text{voie2}}|) \quad (64)$$

- Bei 2 konvexen Gleisen kann dieser Einfluss vernachlässigt werden. Dies liegt im Ermessen des Infrastrukturbetreibers.

## 5.6.3 Bestimmung des Gleismittenabstands

### 5.6.3.1 Allgemeines

Die abzudeckenden Einflüsse sind in 5.2.2 erläutert.

Die Zuschläge müssen festgelegt werden, um bei der Bestimmung der Gleismittenabstände zufallsbedingte Einflüsse einzubeziehen. Die unterschiedlichen Einflüsse werden ihren Charakteristiken folgend gruppiert:

- Der absolute Grenzgleismittenabstand berücksichtigt nur Erweiterungen und verbindlich vorgeschriebene Zuschläge, welche die Verkehrssicherheit zum Zeitpunkt einer Überprüfung anhand der vor Ort erhobenen Parameter sicherstellen. Diese Zuschläge werden zu  $\Sigma_{EA1}$  zusammengefasst.
- Der Mindestgleismittenabstand berücksichtigt den absoluten Grenzgleismittenabstand sowie alle Verschiebungen und Verschleißerscheinungen, die zwischen zwei Durcharbeitungen auftreten können, anhand eines Durcharbeitungszuschlags,  $\Sigma_{EA2}$ . Die Einhaltung dieses Gleismittenabstands stellt sicher, dass das Spiel von einer Instandhaltungs- und Prüfmaßnahme bis zur folgenden erhalten bleibt.
- Der Nenn- oder Regelgleismittenabstand sieht neben dem Mindestgleismittenabstand noch einen weiteren Zuschlag  $\Sigma_{EA3}$  vor, der in 5.2.4 beschrieben ist. Mit diesem Abstand wird sichergestellt, dass das Spiel unter praktisch allen Bedingungen erhalten bleibt und eine weiter gefächerte Nutzung möglich ist.

Bei der Bestimmung des Gleismittenabstands wird davon ausgegangen, dass der Einfluss der Zuschläge auf die beiden Gleise gleichzeitig auftritt.

**ANMERKUNG** Bei der Berücksichtigung von Weichen muss der Infrastrukturbetreiber ein Grenzzeichen festlegen, an dem zwei Züge passieren können, ohne dass es zu einer Verletzung der betreffenden Lichträume kommt.

### **5.6.3.2 Allgemeine Gleichung für $EA_j$**

Die in 5.6.2.1 beschriebenen Einflüsse hängen von der örtlichen Situation des jeweiligen Gleises ab (Überhöhung, Gleisbogenhalbmesser und Spurweite) und müssen durch Addition der beiden halben Breiten der Bezugslinie berücksichtigt werden. Die in 5.6.3.3 dargestellten zufallsbedingten Effekte werden durch einen einzelnen Zuschlag,  $\Sigma_{EAj}$ , berücksichtigt. Durch Addition des Effekts der Überhöhungsdifferenz kann der Gleismittenabstand anhand von folgender arithmetischer Summe berechnet werden:

$$EA_j = (b_{CR} + S_{i/a} + qS_{i/a})_{\text{voie1}} + (b_{CR} + S_{i/a} + qS_{i/a})_{\text{voie2}} + \Delta b_{\delta D} + \Sigma_{EAj} \quad (65)$$

**ANMERKUNG** Bei der dynamischen Rechenmethode wird  $qS_{i/a}$  beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

### **5.6.3.3 Bestimmung des Zuschlags $\Sigma_{EAj}$**

#### **5.6.3.3.1 Allgemeines**

$\Sigma_{EAj}$  ist die Summe der Zuschläge zur Abdeckung zufallsbedingter Einflüsse. Er kann je nach gewähltem Lichtraum unterschiedliche Werte annehmen:

- $\Sigma_{EA3}$  für den Regelgleismittenabstand;
- $\Sigma_{EA2}$  für den Mindestgleismittenabstand;
- $\Sigma_{EA1}$  für den absoluten Grenzgleismittenabstand.

Der Rechenwert  $\Sigma_{EAj}$  kann entweder

- als fester Wert gewählt, auf der Grundlage der Erfahrung des Infrastrukturbetreibers mit seinem Netz festgelegt

oder

- als berechneter Wert auf der Grundlage der Instandhaltungstoleranzen angegeben werden.

Die zu berücksichtigenden Einflüsse hängen von der Rechenmethode und der Art des betrachteten Gleismittenabstands (siehe 5.6.1) ab.

### 5.6.3.3.2 Rechenmethode

#### 5.6.3.3.2.1 Kinematisch

##### 5.6.3.3.2.1.1 Berechnung von $\Sigma_{EA3}$ und $EA_3$

Zur Bestimmung des Regelgleismittenabstands wird die arithmetische Summe der Zuschläge berücksichtigt:

$$\Sigma_{EA3} = (\Sigma_{3,i/a})_{\text{voie 1}} + (\Sigma_{3,i/a})_{\text{voie 2}} \quad (66)$$

Die Berechnung von  $\Sigma_{EA3}$  kann 5.3.2.1.2 entnommen werden.

Der Regelgleismittenabstand ergibt sich im Fall von zwei konzentrischen Gleisen aus folgender Gleichung:

$$EA_3 = 2 \cdot b_{CR} + S_a + S_i + qS_a + qS_i + \Delta b_{\delta D} + \Sigma_{EA3} \quad (67)$$

##### 5.6.3.3.2.1.2 Berechnung von $\Sigma_{EA2}$ und $EA_2$

Bei der Festlegung von  $\Sigma_{EA2}$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse gleichzeitig Extremwerte annehmen. Daher ist die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge keine geeignete Vorgehensweise. Anhand der folgenden Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_{EA} = k \cdot \sqrt{\left( (\Delta b_{T_1})^2 + (\Delta b_{T_2})^2 + \dots + (\Delta b_{T_n})^2 \right)_{\text{voie 1}} + \left( (\Delta b_{T_1})^2 + (\Delta b_{T_2})^2 + \dots + (\Delta b_{T_n})^2 \right)_{\text{voie 2}}} \quad (68)$$

Hierbei ist  $T_j$  der Zuschlag für die verschiedenen zu berücksichtigenden Einflüsse. Voneinander abhängige Einflussgrößen müssen gemeinsam, d. h. in ihrer Summe betrachtet werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die gleichen Wirkungen auf den beiden Gleisen als voneinander unabhängig anzusehen sind.

Für den Mindestgleismittenabstand gilt:

$$\Sigma'_{EA2} = \sqrt{(\Sigma'_{2,i/a})_{\text{voie 1}}^2 + (\Sigma'_{2,i/a})_{\text{voie 2}}^2} \quad (69)$$

$$\Sigma''_{EA2} = \sqrt{(\Sigma''_2)_{\text{voie 1}}^2 + (\Sigma''_2)_{\text{voie 2}}^2} \quad (70)$$

Es werden die Gleichungen nach 5.3.2.1.3 verwendet.

$$\Sigma_{EA2} = \max[\Sigma'_{EA2} + qS_a + qS_i; \Sigma''_{EA2}] \quad (71)$$

Der Mindestgleismittenabstand ergibt sich im Fall von zwei konzentrischen Gleisen (siehe Bild 7) aus folgender Gleichung:

$$EA_2 = 2 \cdot b_{CR} + S_a + S_i + \max[\Sigma'_{EA2} + qS_a + qS_i; \Sigma''_{EA2}] + \Delta b_{\delta D} \quad (72)$$

Der Überhöhungsfehlbetrag und  $S_a$  werden beim Gleis auf der Bogeninnenseite, die Überhöhung und  $S_i$  beim Gleis auf der Bogenaußenseite berücksichtigt.

#### **5.6.3.3.2.1.3 Berechnung von $\Sigma_{EA1}$ und $EA_1$**

Bei der Festlegung von  $\Sigma_{EA1}$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher zur Berechnung nicht geeignet. Anhand der folgenden Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma'_{EA1} = \sqrt{(\Sigma'_1)_{\text{voie1}}^2 + (\Sigma'_1)_{\text{voie2}}^2} \quad (73)$$

und

$$\Sigma''_{EA1} = \sqrt{(\Sigma''_1)_{\text{voie1}}^2 + (\Sigma''_1)_{\text{voie2}}^2} \quad (74)$$

Es werden die Gleichungen nach 5.3.2.1.4 verwendet.

$$\Sigma_{EA1} = \max[\Sigma'_{EA1} + qS_a + qS_i; \Sigma''_{EA1}] \quad (75)$$

Der absolute Gleismittenabstand ergibt sich im Fall von zwei konzentrischen Gleisen (siehe Bild 7) aus folgender Gleichung:

$$EA_1 = 2 \cdot b_{CR} + S_a + S_i + \max[\Sigma'_{EA1} + qS_a + qS_i; \Sigma''_{EA1}] + \Delta b_{\delta D} \quad (76)$$

Der Überhöhungsfehlbetrag und  $S_a$  werden beim Gleis auf der Bogeninnenseite, die Überhöhung und  $S_i$  beim Gleis auf der Bogenaußenseite berücksichtigt.

#### **5.6.3.3.2.2 Dynamisch**

##### **5.6.3.3.2.2.1 Berechnung von $\Sigma_{EA3}$ und $EA_3$**

Zur Bestimmung des Regelgleismittenabstands wird die arithmetische Summe der Zuschläge berücksichtigt:

$$\Sigma_{EA3} = (\Sigma_{3,i/a})_{\text{voie1}} + (\Sigma_{3,i/a})_{\text{voie2}} \quad (77)$$

Die Berechnung von  $\Sigma_{EA3}$  kann 5.4.2.1.2 entnommen werden.

Der Regelgleismittenabstand ergibt sich im Fall von zwei konzentrischen Gleisen aus folgender Gleichung:

$$EA_3 = 2 \cdot b_{CR} + S_a + S_i + \Delta b_{\delta D} + \Sigma_{EA3} \quad (78)$$

##### **5.6.3.3.2.2.2 Berechnung von $\Sigma_{EA2}$ und $EA_2$**

Bei der Festlegung von  $\Sigma_{EA2}$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse gleichzeitig Extremwerte annehmen. Daher ist die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge keine geeignete Vorgehensweise. Anhand der folgenden Gleichung kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_{EA2} = \sqrt{(\Sigma_{2,i/a})_{\text{voie1}}^2 + (\Sigma_{2,i/a})_{\text{voie2}}^2} \quad (79)$$

Die Berechnung von  $\Sigma_{EA2}$  kann 5.4.2.1.2.2 entnommen werden.

Der Mindestgleismittenabstand ergibt sich im Fall von zwei konzentrischen Gleisen aus folgender Gleichung:

$$EA_2 = 2 \cdot b_{CR} + S_a + S_i + \Sigma_{EA2} + \Delta b_{\delta D} \quad (80)$$

#### 5.6.3.3.2.3 Berechnung von $\Sigma_{EA1}$ und $EA_1$

Bei der Festlegung von  $\Sigma_{EA1}$  muss beachtet werden, dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass alle Einflüsse gleichzeitig Extremwerte annehmen. Die Bildung der arithmetischen Summe der Zuschläge ist daher zur Berechnung nicht geeignet. Anhand von Gleichung (81) kann nachweislich ein akzeptabler Sicherheitsgrad erreicht werden:

$$\Sigma_{EA1} = \sqrt{(\Sigma_{1, i/a})_{\text{voie1}}^2 + (\Sigma_{1, i/a})_{\text{voie2}}^2} \quad (81)$$

Die Berechnung von  $\Sigma_{EA1}$  kann 5.4.2.1.2.3 entnommen werden.

Der absolute Gleismittenabstand ergibt sich im Fall von zwei konzentrischen Gleisen aus folgender Gleichung:

$$EA_1 = 2 \cdot b_{CR} + S_a + S_i + \Sigma_{EA1} + \Delta b_{\delta D} \quad (82)$$

#### 5.6.3.3.2.3 Statisch

Bei der statischen Begrenzungslinie gibt es im Allgemeinen keine Regel zur Berechnung des Mindestgleismittenabstands.

Sehr häufig wird der Mindestgleismittenabstand als die Summe der statischen Bezugslinien plus die seitlichen Überstände und die Toleranzen bestimmt.

Wenn es eine entsprechende kinematische Begrenzungslinie gibt, sollte der Mindestgleismittenabstand anhand der kinematischen Methode berechnet werden.

### 5.7 Trassierung in Übergangsbereichen

#### 5.7.1 Einleitung

##### 5.7.1.1 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 in Abhängigkeit von den Merkmalen zweier betroffener Trassierungsabschnitte graduell veränderliche 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 11).

- 1 Tangentialpunkt (Beginn des Gleisbogens)
- 2 Mittellinie von Drehgestellen oder Radsätzen
- 3 Gleisachse
- 3 Fahrzeugachse

### Bild 11 — Übergangseffekte

Bei den Regeln für den seitlichen Überstand und der quasistatische Neigung wird die Position des Extrempunkts 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. Die Regeln für die Berechnung von Begrenzungslinien beim Befahren von Trassierungen mit Übergangsbögen sind nachstehend beschrieben.

#### 5.7.1.2 Merkmale der Übergangsbereiche

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

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

Bei vertikalen Gleisbögen gibt es im Regelfall keine Übergangsbögen (siehe EN 13803-1).

Weichen sind sehr spezifische Trassierungsabschnitte, und jede Trassierung wird separat betrachtet.

### 5.7.1.3 Lichtraumveränderung in Querrichtung

Die Veränderung des Lichtraums hängt von der Art der Begrenzungslinie ab. Im Allgemeinen gelten folgende Begrenzungslinienparameter als veränderlich in Querrichtung:

- der seitliche Überstand;
- die quasistatische Neigung.

Die Lichtraumveränderung in Querrichtung ergibt sich über einen Abstand, der vom Radstand des Fahrzeugs  $a$  und dem Überhang  $n_a$  abhängt. Da die Länge der Fahrzeuge nicht bekannt ist, muss die maximal zulässige Länge bestimmt werden. Die Bestimmung dieser Änderung wird durch Simulation aller Referenzfahrzeuge bei Veränderung der Krümmung erreicht.

**ANMERKUNG** Die Merkmale dieser Referenzfahrzeuge können Anhang C entnommen werden.

Es muss beachtet werden, dass der seitliche Überstand der verschiedenen Referenzfahrzeuge nur vom Gleisbogenhalbmesser und der örtlichen Spurweite abhängt. 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. Es muss darauf geachtet werden, dass der maßgebende Punkt des Fahrzeugs, der die größte Ausladung bestimmt, sich in der Mitte des Wagenkastens befindet.

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.

Ähnliche Überlegungen müssen auf Einflüsse angewendet werden, die die vertikale Richtung beeinflussen.

## 5.7.2 Übergänge in der Trassierung

### 5.7.2.1 Unvermittelte Krümmungswechsel

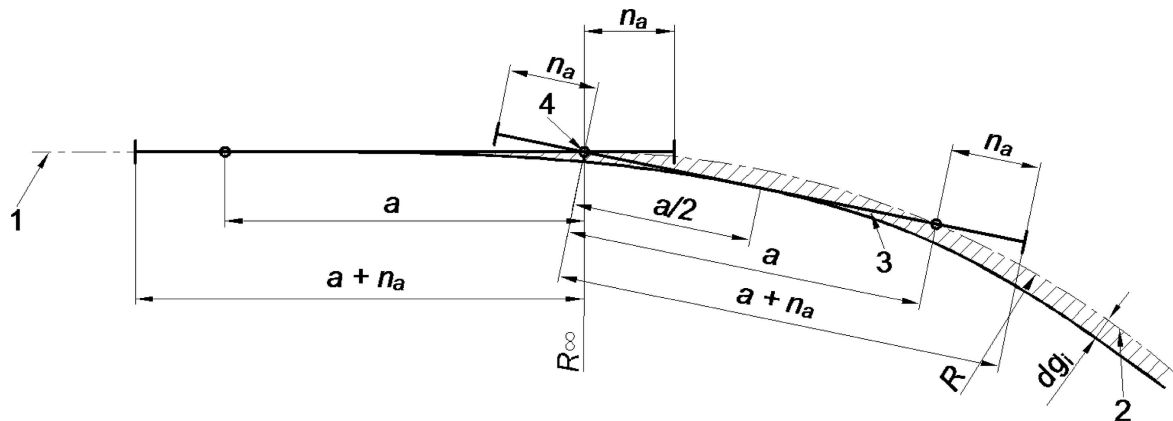
#### 5.7.2.1.1 Abweichung des seitlichen Überstands

Befindet sich ein Fahrzeug am Beginn eines Gleisbogens, ist am Fahrzeugbug bereits eine geometrische Ausragung gegenüber der Gleisachse zu verzeichnen, bevor der erste Radsatz bzw. das erste Drehgestell überhaupt in den Gleisbogen eingefahren ist.

Sobald dann der erste Radsatz bzw. das erste Drehgestell in den Gleisbogen einfährt, weist das Fahrzeugheck eine geometrische Ausragung auf. Das bedeutet, dass der äußere seitliche Überstand aus einem Abstand ( $n_a + a$ ) vom Tangentialpunkt zum Teil in Betracht gezogen werden muss. Die geometrische Ausragung erreicht ihren Maximalwert, wenn sich das gesamte Fahrzeug im Gleisbogen befindet, d. h. wenn das Fahrzeugheck sich am Tangentialpunkt befindet. Zwischen diesen beiden Extremsituationen kommt es zu einer allmählichen Veränderung.

Auf der Bogeninnenseite ist die Situation ähnlich. Da sich die kritischen Punkte zwischen den beiden Drehgestellen befinden, beginnt die Änderung des seitlichen Überstands im Abstand  $a$  zum Tangentialpunkt und endet im Abstand  $a/2$  im Gleisbogen, wo der seitliche Überstand seinen Maximalwert  $S_{R,i}$  erreicht.

Auf der Innenseite des Gleisbogens entsteht folgende Situation:

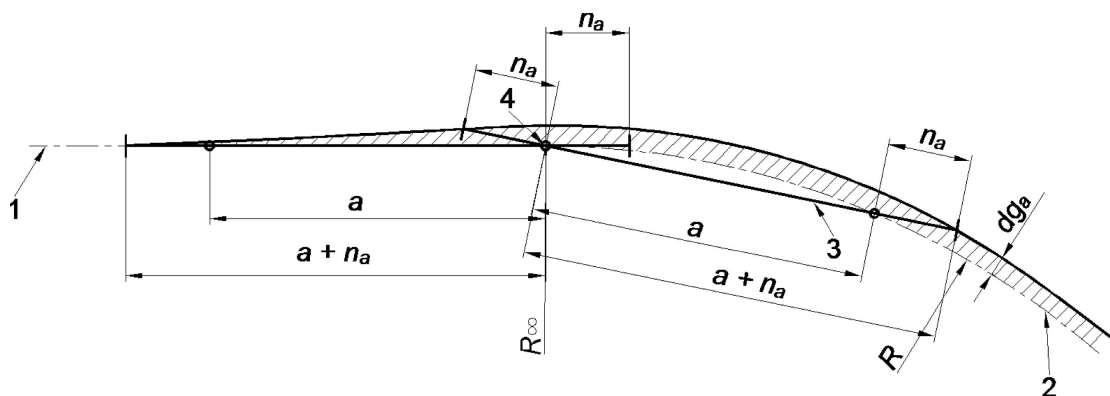


#### Legende

- |   |                                                    |   |                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Trassierungsabschnitt in der Geraden               | 3 | Referenzfahrzeug                                                                                                                                  |
| 2 | Trassierungsabschnitt im Gleisbogen mit Radius $R$ | 4 | Tangentialpunkt (das ist gleichzeitig der Punkt, bei der die geometrische Ausragung an der Außenseite des Gleisbogens ihren Maximalwert erreicht) |

**Bild 1 — Auswirkungen eines abrupten Krümmungswechsels auf der Innenseite des Gleisbogens**

Auf der Außenseite des Gleisbogens entsteht folgende Situation:



#### Legende

- |   |                                                                                                                                                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Trassierungsabschnitt in der Geraden                                                                                                              |
| 2 | Trassierungsabschnitt im Gleisbogen mit Radius $R$                                                                                                |
| 3 | Referenzfahrzeug                                                                                                                                  |
| 4 | Tangentialpunkt (das ist gleichzeitig der Punkt, bei der die geometrische Ausragung an der Außenseite des Gleisbogens ihren Maximalwert erreicht) |

**Bild 13 — Auswirkungen eines abrupten Krümmungswechsels auf der Außenseite des Gleisbogens**

#### 5.7.2.1.2 Quasistatische Neigung im Übergangsbereich

Der Krümmungswechsel führt bei gleichzeitiger Überhöhungsänderung zu einer Veränderung der quasistatischen Neigung.

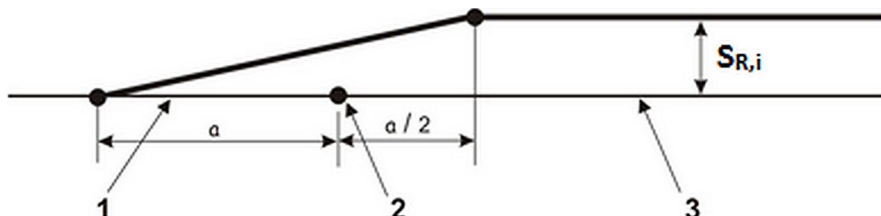
Für die quasistatische Neigung muss am Schwerpunkt des Wagenkastens geprüft werden, der sich normalerweise in dessen Mittelpunkt befindet. Die zu berücksichtigende Krümmung ist der „mittlere“ Wert zwischen den Führungsquerschnitten.

Im Allgemeinen wird ein Teil der Neigung beim Fahrzeugbau berücksichtigt.

### 5.7.2.1.3 Vereinfachungen

Die Berechnung des Raumbedarfs der Referenzfahrzeuge hängt in wesentlichem Maße von den Merkmalen des abrupten Krümmungswechsels ab. Daher ist für jede Krümmung eine erneute Berechnung anzustellen. Zur Vereinfachung der Berechnungen

- kann die geometrische Ausragung auf der Innenseite des Gleisbogens linear zwischen dem Startpunkt und einem Punkt im Abstand  $a/2$  über den Tangentialpunkt hinaus geändert werden:

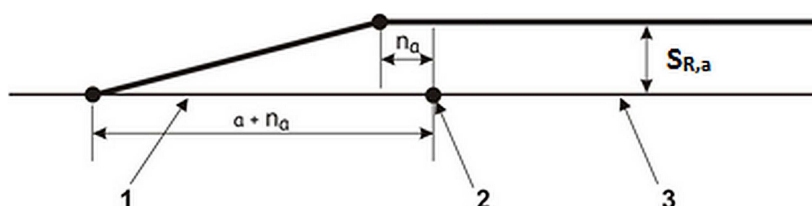


#### Legende

- 1 gerade Strecke
- 2 Tangentialpunkt
- 3 Kreisbogen

**Bild 14 — Änderung der geometrischen Ausragung auf der Innenseite des Gleisbogens (abrupter Krümmungswechsel)**

- kann die geometrische Ausragung auf der Außenseite des Gleisbogens linear zwischen dem Startpunkt und einem Punkt im Abstand  $n_a$  zum Tangentialpunkt geändert werden:



#### Legende

- 1 gerade Strecke
- 2 Tangentialpunkt
- 3 Kreisbogen

**Bild 2 — Änderung der geometrischen Ausragung auf der Außenseite des Gleisbogens (abrupter Krümmungswechsel)**

### 5.7.2.2 Übergangsbögen

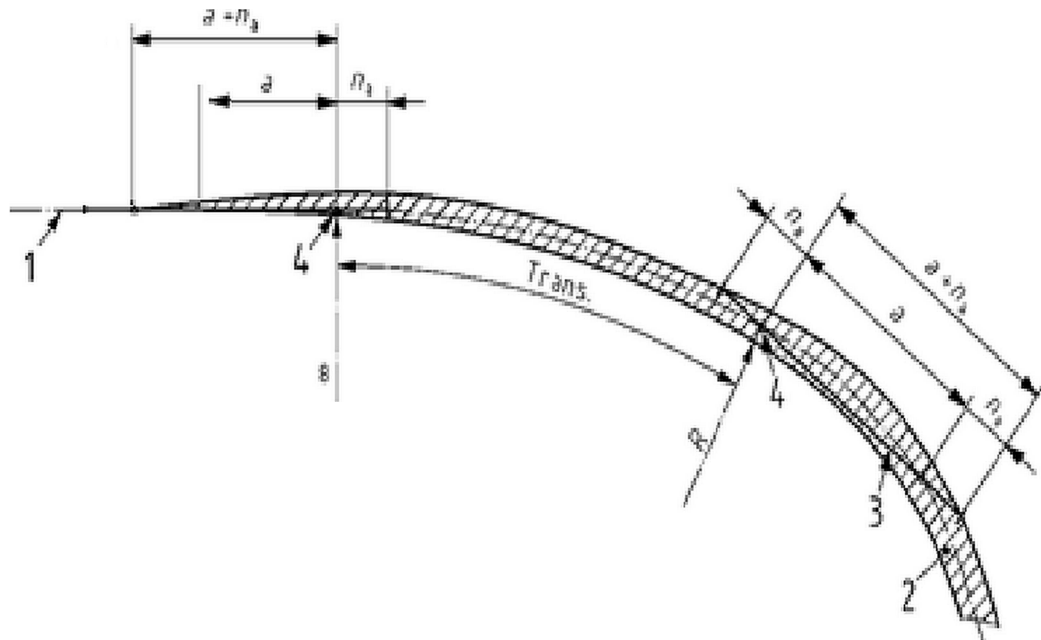
#### 5.7.2.2.1 Prinzip

Das Prinzip ist genau das gleiche wie beim abrupten Krümmungswechsel, 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. Beim Tangentialpunkt auf der Bogenaußenseite und in einem Abstand  $a/2$  hinter demselben Punkt auf der Bogeninnenseite;
- die seitlichen Verschiebungen nehmen allmählich zu, da sich auch der Gleisbogenhalbmesser allmählich verändert.

Es können weitere Vereinfachungen dieser Art eingebracht werden (siehe 5.7.2.1.3). Häufig wird von einem linearen, gegenüber der Geraden jedoch verschobenen Verlauf des Übergangsbereichs über seine gesamte Länge ausgegangen.



## Legende

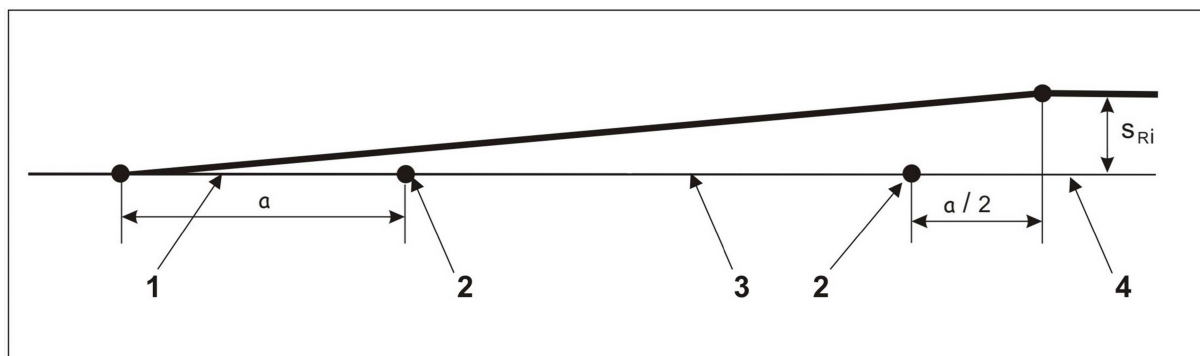
- |        |                                                                                                                                         |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Trassierungsabschnitt in der Geraden                                                                                                    |
| 2      | Trassierungsabschnitt im Gleisbogen mit Radius $R$                                                                                      |
| 3      | Referenzfahrzeug                                                                                                                        |
| 4      | Tangentialpunkt (ist am zweiten Punkt, bei der die geometrische Ausragung an der Außenseite des Gleisbogens ihren Maximalwert erreicht) |
| Trans: | Übergang                                                                                                                                |

**Bild 16 — Übergangsbogen (mit allmählicher Veränderung der Krümmung)**

#### 5.7.2.2.2 Vereinfachungen

Die Berechnung des Raumbedarfs der Referenzfahrzeuge hängt in wesentlichem Maße von den Merkmalen des allmählichen Krümmungswechsels ab. Daher ist für jede Krümmung eine erneute Berechnung anzustellen. Zur Vereinfachung der Berechnungen

- kann die geometrische Ausragung auf der Innenseite des Gleisbogens linear zwischen dem Startpunkt und einem Punkt im Abstand  $a/2$  über den zweiten Tangentialpunkt hinaus geändert werden:

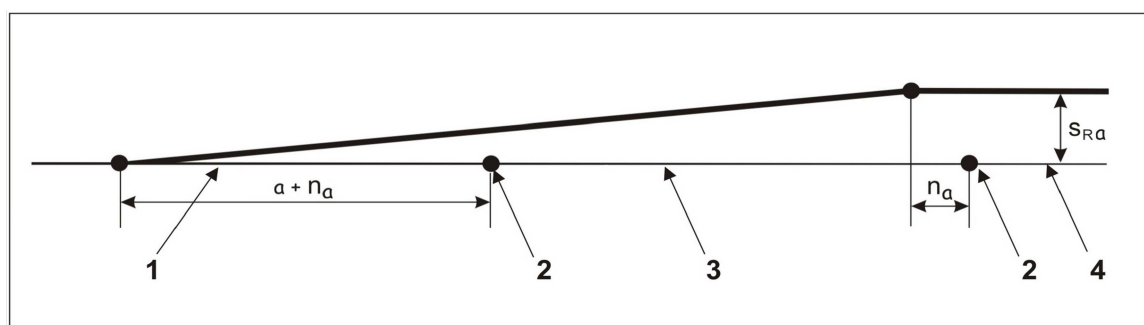


#### Legende

- 1 gerade Strecke
- 2 Tangentialpunkt
- 3 Tangentialpunkt
- 4 Kreisbogen

**Bild 17 — Änderung der geometrischen Ausragung auf der Innenseite des Gleisbogens (allmählicher Krümmungswechsel)**

- kann die geometrische Ausragung auf der Außenseite des Gleisbogens linear zwischen dem Startpunkt und einem Punkt im Abstand  $n_a$  zum zweiten Tangentialpunkt geändert werden:



#### Legende

- 1 gerade Strecke
- 2 Tangentialpunkt
- 3 Tangentialpunkt
- 4 Kreisbogen

**Bild 3 — Änderung der geometrischen Ausragung auf der Außenseite des Gleisbogens (allmählicher Krümmungswechsel)**

### 5.7.3 Befahren von Weichen

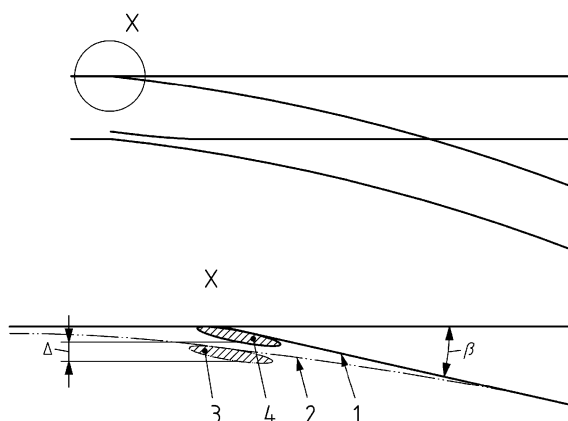
#### 5.7.3.1 Einleitung

Die Trassierung von Weichen umfasst ein Hauptgleis und ein gebogenes Zweiggleis. Damit Infrastrukturen korrekt montiert werden können, muss der Verkehr auf beiden Gleisen berücksichtigt werden. Der für das Zweiggleis freizuhaltenen Raum bedarf einer besonderen Studie.

Die Trassierung von Weichen weist zahlreiche Besonderheiten auf:

- am Beginn der Weiche wird das Fahrzeug aufgrund des Weichenanlaufwinkels (siehe  $\beta$  in Bild 19) abgelenkt. Ein solcher Weichenanlaufwinkel ist selbst bei Weichen mit tangentialem Aufbau vorhanden (siehe EN 13232-1). Der Winkel zwingt den Radsatz und das Fahrzeug weg vom theoretischen tangentialen Verlauf und hin zur Bogenaußenseite und erzeugt eine zusätzliche Verschiebung,  $\Delta$ , deren Berücksichtigung im Ermessen des Infrastrukturbetreibers liegt (Bild 19);
- der Gleisbogenradius kann entlang der Weiche erhebliche Veränderungen erfahren, wobei Gleisbogenabschnitte 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 Spurkranzposition
- 4 tatsächliche Spurkranzposition
- $\Delta$  zusätzliche Verschiebung aufgrund des Weichenanlaufwinkels

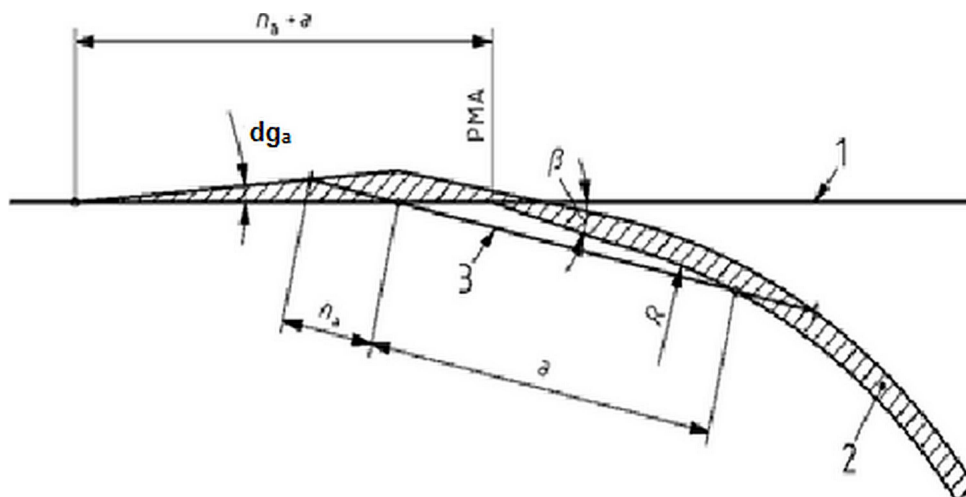
**Bild 4 — Prinzip des Einflusses des Weichenanlaufwinkels**

Weichen können nicht als übliche Krümmungsübergänge angesehen werden sondern gehen vielmehr mit einem abrupten Krümmungswechsel einher.

#### 5.7.3.2 Veränderung des seitlichen Überstands

Aufgrund des Weichenanlaufwinkels wird das Fahrzeug an der rechnerischen Weichenspitze (PMA) in Bezug auf die theoretische Trassierung aus der Zweiggleisstrecke hinaus 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 herangezogen werden.

ANMERKUNG Die Ausladungen im Bereich der Weichenspitze können größer ausfallen als diejenigen im Gleisbogen.



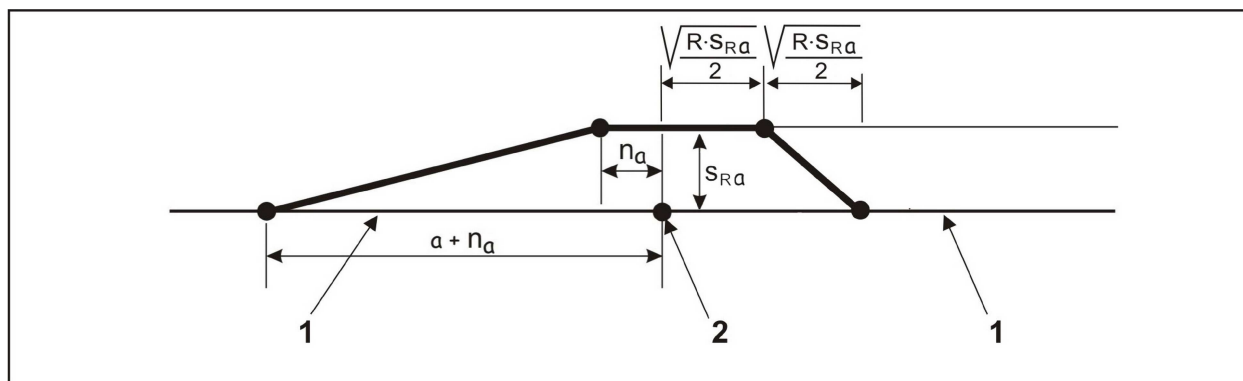
### Legende

- 1 gerade Strecke
- 2 Trassierung des Zweiggleises
- 3 Referenzfahrzeug
- PMA rechnerische Weichenspitze
- $\beta$  Anlaufwinkel einer Weiche
- $dg_a$  geometrische Ausragung einer Weiche

**Bild 5 — Geometrische Ausragung in Weichen**

Wie aus den folgenden Bildern hervorgeht, können bei Weichen mit tangentialer Einfahrt die gleichen Vereinfachungen gelten wie bei abrupten Krümmungswechseln.

— bei einem geraden Hauptgleis:

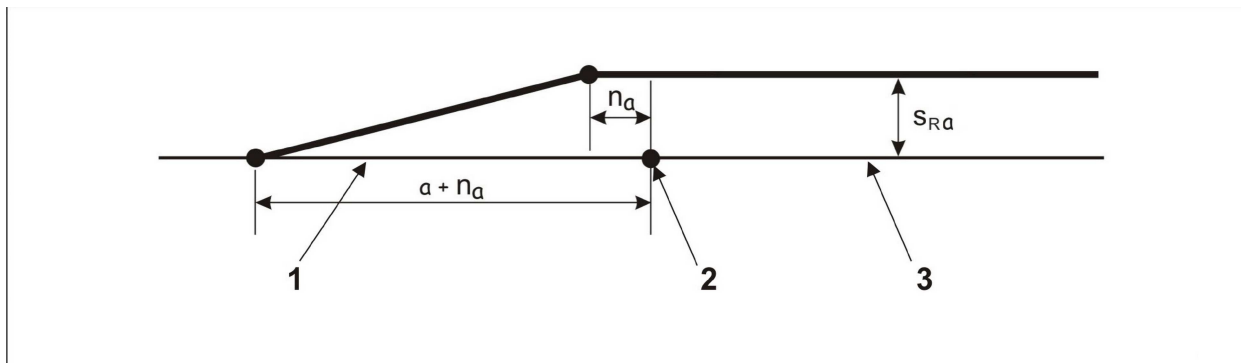


### Legende

- 1 gerades Hauptgleis
- 2 Tangentialpunkt

**Bild 21 — Änderung der geometrischen Ausragung bei einem geraden Hauptgleis einer Weiche**

— bei einer gebogenen Trassierung des Zweiggleises:



### Legende

- 1 gerades Hauptgleis
- 2 Tangentialpunkt
- 3 gebogene Trassierung des Zweiggleises

**Bild 22 — Änderung der geometrischen Ausragung bei einer gebogenen Trassierung des Zweiggleises einer Weiche**

Bei einer nicht-tangentialen Einfahrt liegt die Art der Bestimmung der geometrischen Ausragung im Ermessen des Infrastrukturbetreibers.

#### 5.7.3.3 Änderung der quasistatischen Neigung

Aufgrund der möglichen 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.

Bei Weichen können sehr kurze Trassierungsabschnitte mit unterschiedlichen Gleisbogenhalbmessern auftreten. 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.

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

ANMERKUNG Anhang E enthält ein Berechnungsbeispiel für einen gegebenen Abzweig.

## 5.8 Bestimmung des ungehinderten Durchgangs des Stromabnehmers

### 5.8.1 Allgemeines

#### 5.8.1.1 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 Norm hinaus. Der zweite Punkt wird im Folgenden ausführlich behandelt.

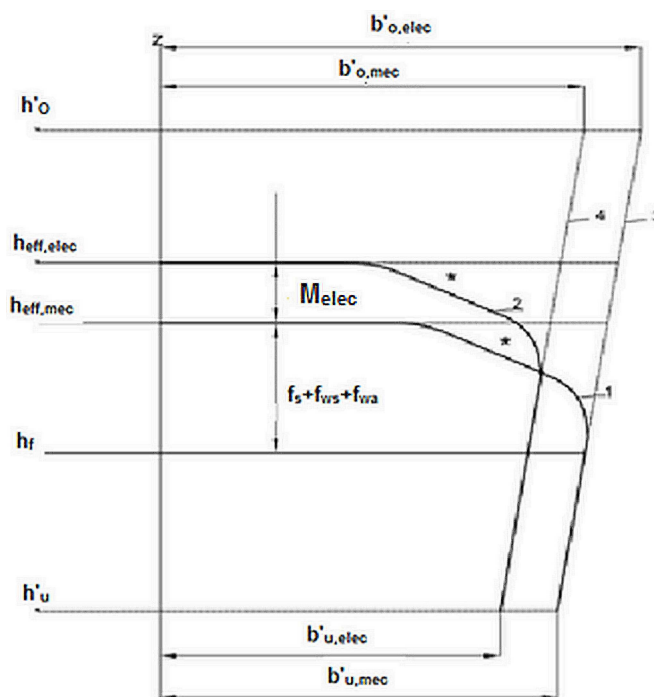
### 5.8.1.2 Besonderheiten

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

- der Stromabnehmer steht (teilweise) unter Spannung, sodass je nach Art der baulichen Anlage (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.

### 5.8.1.3 Grundlagen

- Mit isolierten Hörnern:



#### Legende

- Z Gleisachse
- 1 mechanische Begrenzungslinie
- 2 elektrische Begrenzungslinie
- 3 Stromabnehmerbereich der mechanischen Begrenzungslinie
- 4 Stromabnehmerbereich der elektrischen Begrenzungslinie
- \* abhängig von der Geometrie des zulässigen Stromabnehmers

ANMERKUNG In Querrichtung ist die elektrische Begrenzungslinie nicht immer kleiner bzw. größer als die mechanische. Dies hängt von den Werten  $c_w$  (ist gleich 0 bei nicht isolierten Hörnern) und  $M_{elec}$  (siehe 5.8.3.1) ab.

**Bild 6 — Mechanische und elektrische Begrenzungslinie für Stromabnehmer mit isolierten Hörnern**