

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 1 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

Einheitliche Rechtsvorschriften APTU (Anhang F zum COTIF 1999)

## Einheitliche Technische Vorschriften (ETV) zum Teilsystem - Fahrzeuge

### GÜTERWAGEN - (ETV WAG) - ANLAGE C

#### FAHRZEUG GLEIS/SPUR INTERAKTION

#### KINEMATISCHE BEGRENZUNGSLINIE

##### Erläuternde Anmerkung:

Die Textpassagen dieser ETV, die nicht in Spaltenform gedruckt sind, sind identisch mit den entsprechenden EU Vorschriften. Die in zwei Spalten gedruckten Textpassagen sind nicht identisch, sie enthalten in der linken Spalte die ETV Vorschriften und in der rechten Spalte die entsprechenden EU Vorschriften. Der Text in der rechten Spalte dient lediglich der Information und ist nicht Teil der OTIF Vorschriften.

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

## C.1 ANWENDUNGSBEREICH

Die auf internationaler Ebene gebräuchlichen Begrenzungslinien werden in folgende Kategorien eingeteilt:

- Uneingeschränkt zulässige Begrenzungslinie: G1  
Ziel-Begrenzungslinie: auf allen Strecken vorhanden (außer England, siehe Anhang T)
- Begrenzungslinie, deren freie Verwendung auf einige ganz bestimmte Strecken begrenzt ist: Begrenzungslinien GA, GB, GC
- Begrenzungslinien, deren Verwendung zuvor unter den betroffenen Infrastrukturbetreibern vereinbart werden muss:  
Begrenzungslinien G2, 3.3, GB-M6, GB1, GB2 etc.
- Wagenladungen  
Bei Wagenladungen gelten allein die Ladeprofile und Lademethoden gemäß Anlage 6.
- Kombiniertes Verkehr  
Bezüglich der Anforderungen des Kombinierten Verkehrs mit Ladeinheiten mit genau festgelegtem Volumen (Wechselbehälter, Container und Sattelaufhänger) auf bestimmten Güterwagen....(siehe ATMF Kapitel 3.2.1).
- Interoperable Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge  
Die Fahrzeuge von Hochgeschwindigkeitszügen, die in Ländern der EU interoperabel sind, halten die Begrenzungslinien gemäß Punkt 4.1.4 der TSI Fahrzeuge ein.
- Fahrzeuge mit Neigetechnik  
Fahrzeuge mit Neigetechnik sind entsprechend dem Verfahren gemäß Anlage 3 zu überprüfen.
- Stromabnehmer  
Der Platzbedarf der Stromabnehmer und der Bauteile auf dem Dach ist gemäß den Bestimmungen in Kapitel 4.2.2.5 zu überprüfen.

<sup>1</sup> TSI Güterwagen - Anlage des am 8.12.2006 im Amtsblatt der Europäischen Union L344 veröffentlichten Beschlusses 2006/861/EC der Kommission, in der durch den Beschluss der Kommission 2009/107/EC (erschieden im Amtsblatt der Europäischen Union am 14.2.2009) abgeänderten Version.

<sup>2</sup> Wird auf kein EU Dokument verwiesen, so ist die Kapitel/Paragraphen Nummer die gleiche wie im OTIF Text.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 2 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

- SShD-Begrenzungslinien  
Die Mitgliedstaaten der OSShD verwenden eigene Begrenzungslinien. Sobald die technischen Unterlagen und die Anwendungsunterlagen vorliegen, wird die entsprechende Textpassage in Anlage 7 aufgenommen.
- Türen, Stufen  
Die Bestimmungen für Türen und Stufen sind Anlage 1 zu entnehmen.
- Absenkung der Einfederungen für Bereiche außerhalb des Abstützungsvielecks B — C — D  
Die Bestimmungen sind Anlage 2 zu entnehmen
- Ausnutzung der vorhandenen Freiräume des Fahrwegs durch Fahrzeuge mit feststehenden Kenngrößen  
Diese Fahrzeuge sind entsprechend der Verfahren gemäß Anlage 4 zu überprüfen.

## C.2 ALLGEMEINER TEIL

### C.2.1 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN

- A : Schränkungskoeffizient  
a : Abstand zwischen den Endradsätzen der Fahrzeuge ohne Drehgestelle bzw. zwischen den Drehzapfen der Fahrzeuge mit Drehgestellen (siehe Anmerkung)  
b : halbe Breite des Fahrzeugs (siehe Schema, Anlage 2)  
b1 : halber Abstand der Primärfedern (siehe Schema, Anlage 2)  
b2 : halber Abstand der Sekundärfedern (siehe Schema, Anlage 2)  
bG : halber Abstand der Gleitstücke  
bw : halbe Breite der Wippe des Stromabnehmers  
C : Wankpol (siehe Bild C3)  
d : äußerer Abstand der Spurkränze, gemessen 10 mm unterhalb des Laufkreises, absoluter Grenzwert 1,410 m. Dieser Grenzwert kann je nach den Instandhaltungskriterien des betrachteten Fahrzeugs verschieden sein.  
dga : äußere geometrische Ausragung  
dgi : innere geometrische Ausragung  
D : Querverschiebung  
Ea : äußere Einschränkung  
Ei : innere Einschränkung  
E'a : Auslenkung des Stromabnehmers unter Berücksichtigung der zugelassenen Verschiebung auf der Höhe des oberen Nachweispunktes (6,5 m), außen  
E'i : Auslenkung des Stromabnehmers unter Berücksichtigung der zugelassenen Verschiebung auf der Höhe des oberen Nachweispunktes (6,5 m), innen  
E''a : Auslenkung des Stromabnehmers unter Berücksichtigung der zugelassenen Verschiebung auf der Höhe des unteren Nachweispunktes (5,0 m), außen  
E''i : Auslenkung des Stromabnehmers unter Berücksichtigung der zugelassenen Verschiebung auf der Höhe des unteren Nachweispunktes (5,0 m), innen  
ea : senkrechte äußere Einschränkung des unteren Teils der Fahrzeuge  
ei : senkrechte innere Einschränkung des unteren Teils der Fahrzeuge  
f : senkrechte Einfederungen (siehe Anlage 2)  
h : Höhe über Schienenoberkante  
hc : Wankpolhöhe des Fahrzeugquerschnitts über Schienenoberkante  
ht : Einbauhöhe über Schienenoberkante des unteren Stromabnehmergelenks  
J : Gleitstückspiel  
J'a, J'i : Differenz zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Verschiebung infolge der Spiele  
l : Spurweite  
n : Abstand des betrachteten Querschnitts vom nächstgelegenen Endradsatz bzw. vom nächstgelegenen Drehzapfen (siehe Anmerkung)  
na : n für außerhalb der Radsätze bzw. der Drehzapfen gelegene Querschnitte  
ni : n für zwischen den Radsätzen bzw. den Drehzapfen gelegene Querschnitte  
nμ : Abstand des betrachteten Querschnitts vom Drehzapfen des Triebdrehgestells

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 3 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

- von Triebwagen (siehe Anmerkung)
- p : Drehgestellradsatzstand
- p' : Drehgestellradsatzstand des Laufdrehgestells von Triebwagen
- q : Querspiel zwischen Radsatz und Drehgestellrahmen bzw. bei Fahrzeugen mit Einzelradsätzen, zwischen Radsatz und Fahrzeugkasten
- R : Gleisbogenradius
- Rv : Radius des Neigungswechsels
- s : Neigungskoeffizient des Fahrzeugs
- S : Ausladung
- So : größte Ausladung
- t : Nachgiebigkeitspunkt des Stromabnehmers: die seitliche Verschiebung der auf 6,50 m angehobenen Wippe bei Anwendung einer Kraft von 300 N, gemessen in m
- w : Querspiel zwischen Drehgestellrahmen und Fahrzeugkasten
- w<sup>∞</sup> : Querspiel zwischen Drehgestellrahmen und Fahrzeugkasten in der Geraden
- wa : Querspiel zwischen Drehgestell und Fahrzeugkasten auf der Außenseite des Gleisbogens
- wi : Querspiel zwischen Drehgestell und Fahrzeugkasten auf der Innenseite des Gleisbogens
- wa(R): Querspiel zwischen Drehgestell und Fahrzeugkasten auf der Außenseite eines Gleisbogens mit dem Radius R
- wi(R): Querspiel zwischen Drehgestell und Fahrzeugkasten auf der Innenseite eines Gleisbogens mit dem Radius R
- w<sup>∞</sup> — w'a — w'i — w'a(R) — w'i(R) haben bei den Laufdrehgestellen der Triebwagen die gleiche Bedeutung
- xa : zusätzliche Einschränkung bei Fahrzeugen mit großer Länge außerhalb der Drehzapfen der Drehgestelle
- xi : zusätzliche Einschränkung bei Fahrzeugen mit großer Länge zwischen den Drehzapfen der Drehgestelle
- y : Abstand des gedachten Drehzapfens vom geometrischen Mittelpunkt des Drehgestells (siehe Anmerkung)
- z : Abweichung von der Mittellage im Gleis infolge quasistatischer Seitenneigung und Unsymmetrie
- z' : Differenz zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Verschiebung infolge von Seitenneigung am oberen Nachweispunkt des Stromabnehmers
- z'' : Differenz zwischen der rechnerischen und der tatsächlichen Verschiebung infolge von Seitenneigung am unteren Nachweispunkt des Stromabnehmers
- α: zusätzliche Neigung des Fahrzeugkastens infolge der Gleitstückspiele
- δ: Neigung des überhöhten Gleises (siehe Bild C3)
- η<sub>0</sub>: Unsymmetrie eines Fahrzeugs infolge der Bau- und Einstellungstoleranzen sowie ungleichmäßig verteilter Lasten (in Grad)
- ϑ : Einstelltoleranz der Federung: die Neigung, die der Fahrzeugkasten infolge der Einstellungsmängel der Federung einnehmen kann, wenn das Fahrzeug unbesetzt (leer) auf einem waagerechten Gleis steht (in Radiant)
- μ: Haftreibungszahl Rad-Schiene
- τ: Bau- und Einbautoleranz des Stromabnehmers: die zulässige Abweichung zwischen der Mittelebene des Fahrzeugkastens und der Mitte der auf 6,5 m angehobenen Wippe, bei Fehlen jeglicher seitlichen Beanspruchung

#### Anmerkung:

Bei Fahrzeugen, die keine festen Drehzapfen haben, wird für die Bestimmung der Zahlenwerte von a und n als gedachter Drehzapfen der auf graphischem Wege ermittelte Schnittpunkt der Längsmittellinie des Drehgestells mit derjenigen des Fahrzeugkastens genommen, wenn sich das Fahrzeug bei gleichmäßig verteilten Spielen und mittig im Gleis stehenden Radsätzen in einem Gleisbogen von 150 m Radius befindet. Wenn der Abstand dieses gedachten Drehzapfens vom geometrischen Mittelpunkt des Drehgestells (Mitte zwischen den äußeren Radsätzen) mit y bezeichnet wird, ist in den Formeln der Wert  $p^2$  durch

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 4 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$(p_2 - y_2)$  and  $p'^2$  by  $(p'_2 - y_2)$

zu ersetzen.

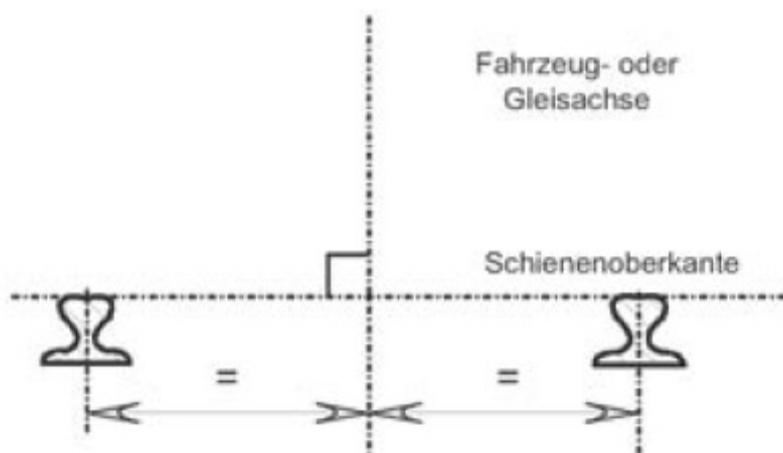
## C.2.2 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

### C.2.2.1 Normalkoordinaten

Als Normalkoordinatenachsen bezeichnet man zueinander rechtwinklige Achsen in einer Ebene senkrecht zur Längsmittellinie der in Soll-Lage liegenden Schienen. Die Abszisse, auch waagerechte Achse genannt, ist die Schnittlinie vorgenannter Ebene mit der Laufebene; die andere Achse steht senkrecht zu dieser Schnittlinie in der Mitte zwischen den Schienen.

Für Zwecke der Berechnung muss angenommen werden, dass diese Achse und die Mittellinie des Fahrzeugquerschnitts zusammenfallen, um die Fahrzeugbegrenzungslinie und die Grenzlinie für feste Anlagen miteinander vergleichen zu können, die beide von der gemeinsamen Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie aus berechnet werden.

Bild C1



### C2.2.2 Bezugslinie

Umriss, der sich auf die Normalkoordinatenachsen bezieht, und zu dem immer Regeln gehören, die, soweit sie die Fahrzeuge betreffen, dazu dienen, deren Begrenzungslinie zu bestimmen, die beim Bau nicht überschritten werden darf.

### C.2.2.3 Geometrische Ausragung

Die geometrische Ausragung eines Teils eines in einem Gleisbogen mit dem Radius  $R$  stehenden Fahrzeugs ist die Differenz zwischen dem Abstand dieses Teils von der Gleismittellinie und demjenigen, den das Teil in einem geraden Gleis hätte, wenn die Radsätze in beiden Fällen mittig im Gleis stehen, die Spiele gleichmäßig verteilt sind, und das Fahrzeug symmetrisch und nicht geneigt auf seinen Tragfedern ruht; mit anderen Worten, sie ist der Teil der Außermittigkeit des Fahrzeugteils, der aus dem Gleisbogen herrührt.

Auf ein und derselben Seite der Gleismittellinie haben alle Punkte des gleichen Querschnitts eines Fahrzeugkastens die gleiche geometrische Ausragung.

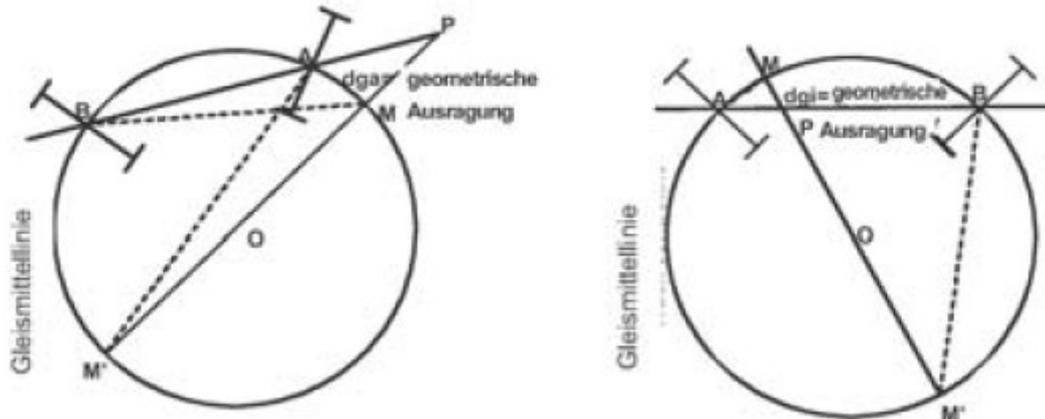
 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 5 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C2



#### C.2.2.4 Wankpol C

Wenn der Kasten eines Fahrzeugs einer parallel zur Lafebene wirkenden Querkraft ausgesetzt ist (Schwerkraftkomponente — siehe Bild C3a oder Fliehkraft — siehe Bild C3b), neigt er sich auf seinen Tragfedern.

Wenn die Querspiele des Fahrzeugs und auch die Wirkung der Stoßdämpfer erschöpft sind, nimmt die Mittellinie  $XX'$  eines Querschnitts des Fahrzeugkastens in dieser Schräglage die Position  $X1X'1$  ein.

Bei den üblicherweise auftretenden Querverschiebungen des Fahrzeugs hängt die Lage des Punkts C nicht von der wirkenden Querkraft ab. Der Punkt C wird Wankpol des Fahrzeugs genannt, sein Abstand  $h_c$  von Schienenoberkante Wankpolhöhe.

Bei der äußersten Lage des Fahrzeugkastens gegenüber dem Drehgestell muss für  $h_c$  die Höhe des maßgebenden Anschlags zwischen Fahrzeugkasten und Drehgestell genommen werden (Drehanschlag oder Mittenanschlag); falls dieser Wert weder gemessen noch berechnet werden kann, wird ein Pauschalwert von  $h_c = 0,5\text{m}$  verwendet.

Bild C3

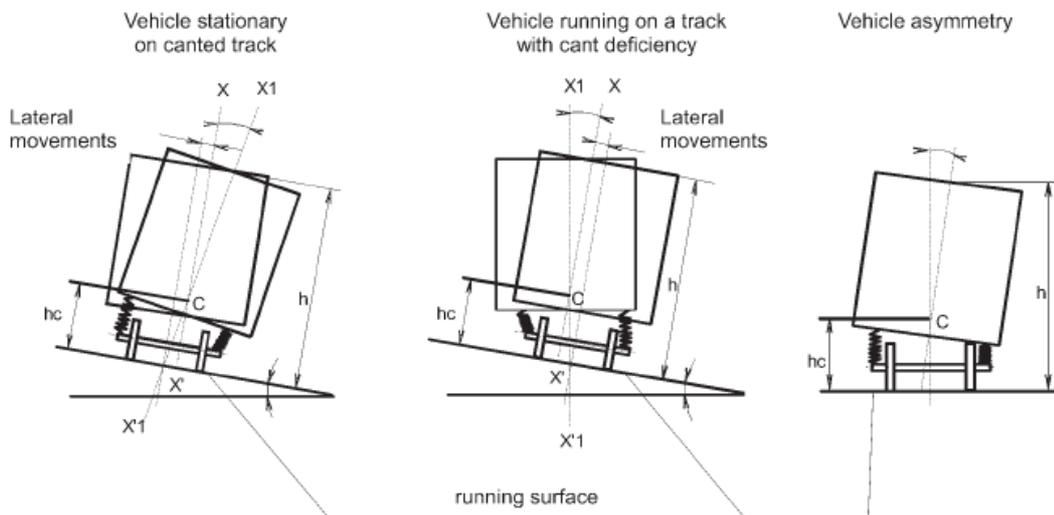


Fig C3a

Fig C3b

Fig C3c

#### C.2.2.5 Unsymmetrie

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 6 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Unsymmetrie eines Fahrzeugs heißt der Winkel  $\eta_0$ , den die Mittellinie des Fahrzeugkastens mit der Senkrechten bilden würde, wenn das Fahrzeug auf einem waagerechten Gleis steht und keine Reibung vorhanden wäre (siehe Bild C3c).

Die Unsymmetrie kann auf einen baulichen Mangel, eine falsche Einstellung der Federungen (Beilagen, Gleitstücke, pneumatische Nivellierventile usw.) und auf eine Außermittigkeit der Belastung zurückzuführen sein.

### 2.2.6 Neigungskoeffizient $s$ (siehe Bild C3)

Wenn ein Fahrzeug auf einem überhöhten Gleis steht, dessen Lafebene mit der Waagerechten einen Winkel  $\delta$  bildet, neigt sich sein Kasten auf seinen Tragfedern und bildet mit der Senkrechten zur Lafebene einen Winkel  $\eta$ . Der Neigungskoeffizient:

$$s = \frac{\eta}{\delta}$$

kann berechnet oder gemessen werden (siehe UIC-Merkblatt 505-5). Er hängt insbesondere vom Belastungszustand des Fahrzeuges ab.

**Triebfahrzeuge mit gleichbleibender Masse:** Lokomotiven usw.: Beladungszustand: unbesetzt — lauffähig

**Fahrzeuge mit veränderlicher Masse:** Triebwagen, Reisezugwagen, Gepäckwagen, Wendezugsteuerwagen usw.

Beladungszustand: unbesetzt — lauffähig — und außergewöhnliche Besetzung (maximale Last)

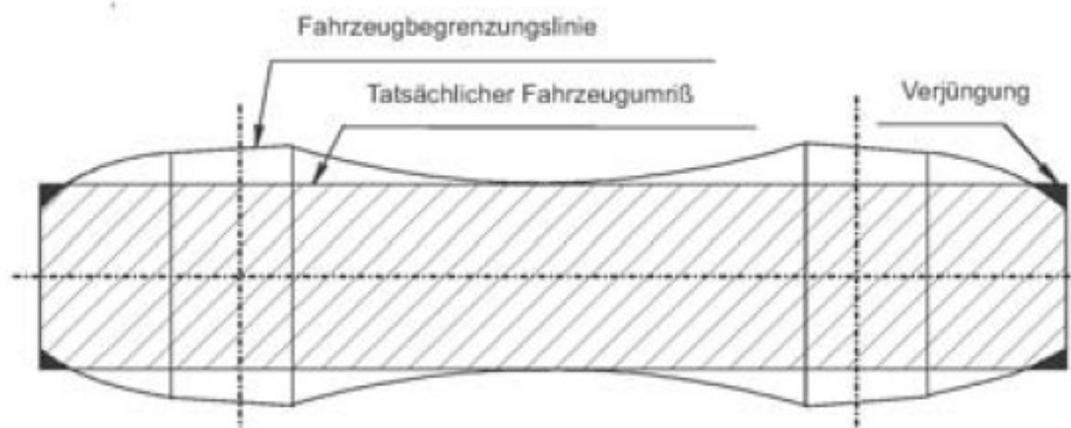
**Fahrzeuge mit veränderlicher Masse:** Güterwagen: Beladungszustand: unbeladen — lauffähig und Ladegewicht bis zur maximalen Tragfähigkeit beladen.

### C.2.2.6 Fahrzeugbegrenzungslinie

Die Fahrzeugbegrenzungslinie ist die größte Umrisslinie, die die einzelnen Fahrzeugteile nicht überschreiten dürfen. Man erhält sie durch Anwendung der Regeln über die Einschränkungen bezüglich der Bezugslinie. Die Einschränkungen hängen ab von den geometrischen Kenngrößen der betreffenden Fahrzeuge, der Lage des jeweiligen Querschnitts in Bezug auf die Drehzapfen oder die Radsätze, der Höhe des betrachteten Punktes über Schienenoberkante, den aus baulichen Gründen erforderlichen Spielen, den vorgesehenen größten Abnutzungen und den Kenngrößen der Federung.

Der tatsächliche Fahrzeugumriß beansprucht die nicht schraffierten Bereiche des durch die Fahrzeugbegrenzungslinie beschriebenen Raumes im Allgemeinen nur teilweise für den Einbau von Einstiegstufen, Einstiegriffen usw.

Bild C4



 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 7 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

### **C.2.2.7 Begrenzungslinie für den kinematischen Raumbedarf**

Die Begrenzungslinie für den kinematischen Raumbedarf ist die auf Normalkoordinaten bezogene Hülllinie der äußersten Lagen. Die Hülllinie kann die verschiedenen Punkte eines Fahrzeugs unter Berücksichtigung der ungünstigsten Einstellungen der Radsätze im Gleis, der Querspiele sowie der zu Lasten des Fahrzeugs und des Gleises gehenden quasistatischen Verschiebungen einnehmen.

Die Begrenzungslinie für den kinematischen Raumbedarf berücksichtigt nicht bestimmte zufallsbedingte Faktoren (Schwingungen, Unsymmetrien, wenn  $\eta_0 \leq 1$ ). Deshalb können die abgefederten Teile der Fahrzeuge bei ihren Schwingungen über die Begrenzungslinie für den kinematischen Raumbedarf hinausgehen. Diese Verschiebungen sind bei den Sicherheitszuschlägen des Baudienstes berücksichtigt.

### **C.2.2.8 Quasistatische Verschiebungen z**

Der zu Lasten des Fahrzeugs gehende Teil der seitlichen Verschiebungen (entspricht einem Überhöhungsfehlbetrag von 50 mm), die durch das Federverhalten (Neigungskoeffizient  $s$ ) unter dem Einfluss der durch die Überhöhung nicht ausgeglichenen Fliehkraft bzw. des Überhöhungsüberschusses (siehe Bild C3a bzw. C3b) und der Unsymmetrie  $\eta_0$  (siehe Bild C3c) bedingt sind. Ihr Wert ist abhängig von der Höhe  $h$  des betrachteten Punktes.

### **C.2.2.9 Ausladung S (Bild C5)**

Überschreitung der Bezugslinie, wenn sich das Fahrzeug in einem Gleisbogen und/oder auf einem Gleis mit einer Spurweite von mehr als 1,435 m befindet.

Man erhält die Ausladung  $S$ , indem man zur halben Breite des Fahrzeugs die Verschiebungen  $D$  hinzuzählt und die halbe Breite der Bezugslinie auf gleicher Höhe abzieht.

Siehe auch Punkt 2.3 „Zulässige Ausladungen“.

### **C.2.2.10 Einschränkung Ei oder Ea**

Damit ein Fahrzeug im Gleis die „Grenzlage des Fahrzeugs“ bei Berücksichtigung seiner Verschiebungen  $D$  nicht überschreitet, müssen die halben Breitenmaße gegenüber den Maßen der Bezugslinie um den Wert  $E_i$  oder  $E_a$  eingeschränkt werden, so dass:

$$E_i \text{ oder } E_a \geq D - S_0.$$

Man unterscheidet:

- $E_i$  : Wert der Einschränkung der halben Breitenmaße der Bezugslinie für Querschnitte zwischen den Endradsätzen der Fahrzeuge ohne Drehgestelle bzw. zwischen den Drehzapfen der Fahrzeuge mit Drehgestellen.
- $E_a$  : Wert der Einschränkung der halben Breitenmaße der Bezugslinie für Querschnitte außerhalb der Endradsätze der Fahrzeuge ohne Drehgestelle bzw. außerhalb der Drehzapfen der Fahrzeuge mit Drehgestellen.

### **C.2.2.11 Grenzlinie für feste Anlagen**

Auf die Normalkoordinaten bezogener Umriss, in den keine festen Gegenstände hineinragen dürfen, trotz der elastischen oder nichtelastischen Verschiebungen des Gleises.

## **C.2.3 ALLGEMEINES ÜBER DAS VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG DER FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE**

Bei der Ermittlung der maximalen Fahrzeugbegrenzungslinie werden sowohl die Querverschiebungen als auch die senkrechten Verschiebungen der Fahrzeuge berücksichtigt, die sich aus den geometrischen Kenngrößen und Federkennlinien des Fahrzeugs bei verschiedenen Belastungszuständen ergeben.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 8 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Im allgemeinen wird die maximale Fahrzeugbegrenzungslinie für die Werte  $n_i$  bzw.  $n_a$  berechnet, die der Mitte des Fahrzeugkastens bzw. den Kopfstücken zugeordnet sind. Es ist erforderlich, alle vorstehenden Punkte zu überprüfen sowie die, die aufgrund ihrer Lage in die Nähe der Fahrzeugbegrenzungslinie des betreffenden Querschnitts gelangen können.

Unter Berücksichtigung der Verschiebungen des Fahrzeugkastens, die für einen Punkt ermittelt werden, der in einem Querschnitt mit der Lage  $n_i$  bzw.  $n_a$  und in einer Höhe  $h$  über SO liegt, dürfen die halben Breiten der Fahrzeugbegrenzungslinie in keinem Fall größer sein als die entsprechenden halben Breiten der Bezugslinie für die betreffende Fahrzeugart, vermindert um die Einschränkungen  $E_i$  oder  $E_a$ .

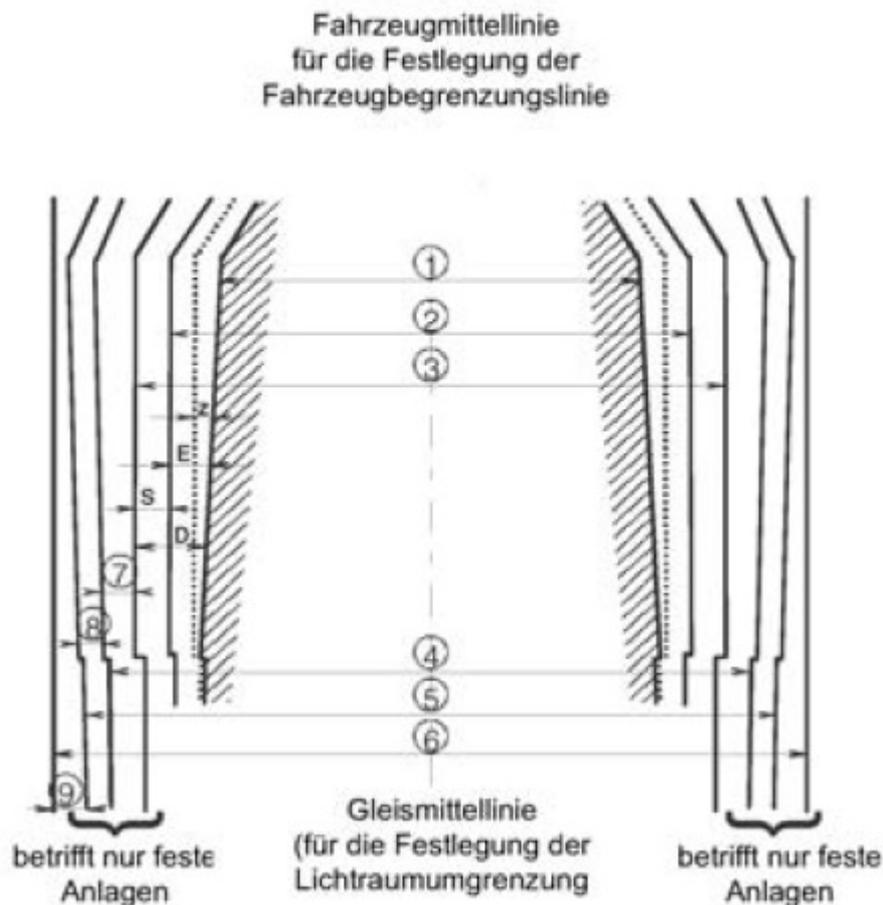
Diese Einschränkungen müssen der Beziehung  $E_i$  oder  $E_a \geq D - S_0$  genügen. Darin steht:

- $D$  für die Verschiebungen, deren Werte mit Hilfe der unter Punkt 1.4.2 aufgeführten Formeln berechnet werden.
- $S_0$  für die größten Ausladungen entsprechend dem Abschnitt „Zulässige Ausladungen“ unter Punkt 2.3.

### C.2.3.1 Lage der verschiedenen Begrenzungslinien zueinander

Bild C5 zeigt die Lage der verschiedenen Begrenzungslinien zueinander sowie die hauptsächlichsten Einflussgrößen, die bei der Ermittlung der Fahrzeugbegrenzungslinie eine Rolle spielen.

Bild C5



 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 9 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

#### **Bild C5**

- ① Fahrzeugbegrenzungslinie
- ② Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie
- ③ Grenzlage des Fahrzeugs, die sich aus den Einschränkungsformeln ergibt
- ④ Begrenzungslinie für den kinematischen Raumbedarf des Fahrzeugs
- ⑤ Grenzlinie für feste Anlagen
- ⑥ Lichtraumumgrenzung

$z$  = in den Einschränkungsformeln berücksichtigte, ermittelte quasistatische Verschiebung durch:

- Überhöhungsfehlbetrag von 0,05 m
- den 1° übersteigenden Anteil der Unsymmetrie
- den 0,05 m übersteigenden Anteil der Überhöhung oder des Überhöhungsfehlbetrages bis zu höchstens 0,2 m, der vom Baudienst nicht berücksichtigt wird, wenn  $s > 0,4$  und/ oder  $hc < 0,5$  m

$E$  = Einschränkung ( $E_1$  bzw.  $E_2$ )

$S$  = Ausladung (für Fahrzeugbau  $S_0$  = größte Ausladung)

$D$  = Querverschiebung

- ⑦ Quasistatische Verschiebung durch den 0,05 m übersteigenden Anteil der Überhöhung oder des Überhöhungsfehlbetrages (für  $s = 0,4$ ,  $hc = 0,5$  m)
- ⑧ Vom Baudienst angesetzter Wert für Verschiebungen infolge der sich im Betrieb einstellenden Gleislagefehler, Schwingungen, Unsymmetrie  $\leq 1^\circ$ .
- ⑨ Dervon jeder Bahn angesetzte eigene Zuschlag zur Berücksichtigung besonderer Umstände (außergewöhnliche Sendungen, Zuschläge für Geschwindigkeitserhöhungen, starke Seitenwinde).

## **C.2.4 REGELN ZUR ERMITTLUNG DER FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE, DIE SICH AUF DIE BEZUGSLINIE BEZIEHEN**

Die sich auf die Bezugslinie beziehenden Regeln müssen, um die Fahrzeugbegrenzungslinie bestimmen zu können,

- den senkrechten Verschiebungen
- und den Querverschiebungen Rechnung tragen.

Bautoleranzen werden in der Berechnung der Unsymmetrien berücksichtigt.

Der Wert der Nennbreite wird anhand der Maße der Fahrzeugbegrenzungslinie ermittelt.

Die Toleranzwerte dürfen allerdings nicht systematisch zur Vergrößerung der Fahrzeugabmessungen benutzt werden.

### **C.2.4.1 Senkrechte Verschiebungen**

Diese ermöglichen es, für das Fahrzeug oder für ein bestimmtes Bauteil eine Mindesthöhe und eine größte Höhe über SO zu bestimmen; dies gilt insbesondere für:

- Bauteile in der Nähe des unteren Teils der Begrenzungslinie (untere Teile),
- die Stufe der Bezugslinie in 1 170 mm Höhe über SO,
- die Bauteile im oberen Teil der Fahrzeuge.

Anzumerken ist, dass die vertikale Komponente der quasistatischen Verschiebungen bei allen Teilen, die sich mehr als 400 mm über SO befinden, nicht berücksichtigt wird.

#### **C.2.4.1.1 Bestimmung der Mindesthöhen über SO**

Zur Bestimmung der Mindesthöhen über SO der Bauteile in der Nähe des unteren Teils der Begrenzungslinie — 1 170 mm über SO und darunter –, werden die in den folgenden Punkten beschriebenen senkrechten Verschiebungen berücksichtigt.

Der Untersuchung der Absenkung des Fahrzeugkastens (siehe auch Anlage 2) liegt die Zonenaufteilung gemäß Bild C6 zugrunde.

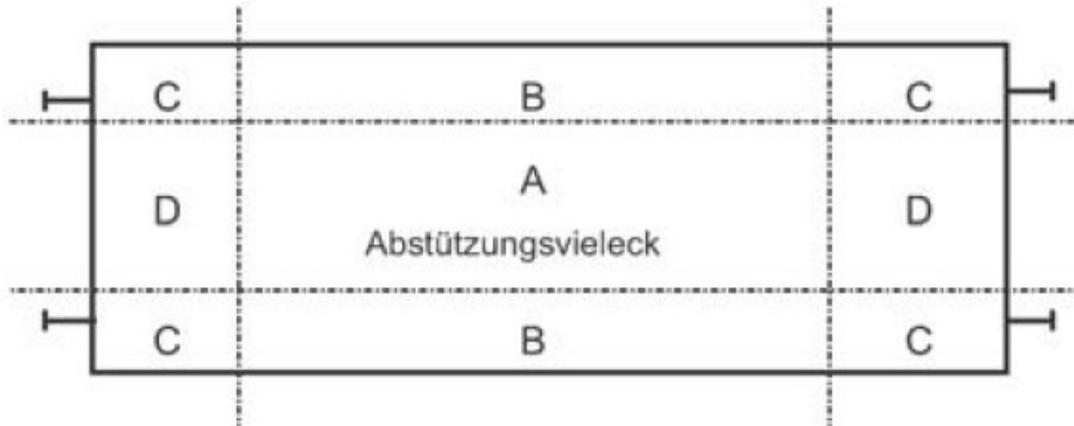
 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 10 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C6



Vom Zustand der Belastung und vom Zustand der Federung unabhängige Absenkungen

Diese Absenkungen sind für die Gesamtheit der Zonen A, B, C und D anzusetzen; sie betreffen die folgenden Bauteile:

- Räder: größte Abnutzung für alle Fahrzeugarten.
- Verschiedene Bauteile: größte Abnutzungen — Beispiele: Gleitstücke, Bremsgestänge usw. bei allen Fahrzeugarten und für jede Konstruktion besonders.
- Radsatzlagergehäuse: Abnutzung vernachlässigt.
- Drehgestellrahmen: Bautoleranzen, die zu einem Absenken gegenüber den Nennmaßen führen: vernachlässigt.
- Fahrzeugkasten: Bautoleranzen, die zu einem Absenken gegenüber den Nennmaßen führen: vernachlässigt bei allen Fahrzeugarten, einschließlich aller herkömmlichen Güterwagen und aller Spezialgüterwagen.

Vom Zustand der Belastung der Fahrzeuge und vom Zustand ihrer Federung abhängige Absenkungen

1 - Verformung der Bauteile: Durchbiegungen für die Gesamtheit der Zonen A, B, C und D

- |                      |                     |   |
|----------------------|---------------------|---|
| – Radsätze:          | Durchbiegungen      | vernachlässigt  |
| – Drehgestellrahmen: | Durchbiegungen      | vernachlässigt  |
| – Fahrzeugkasten:    | Querdurchbiegungen  | vernachlässigt  |
|                      | Torsion             | vernachlässigt  |
|                      | Längsdurchbiegungen | vernachlässigt bei allen Fahrzeugen mit Ausnahme der Güterwagen, bei denen die Längsdurchbiegungen unter der Wirkung der um 30 % erhöhten größtzulässigen Last berücksichtigt werden müssen, um den dynamischen Beanspruchungen Rechnung zu tragen. |

2 - Einfederungen

Tragfederarten

Die Primär- und Sekundärfederungen bestehen aus verschiedenen Federarten, für die die Einfederungen wie folgt berücksichtigt werden müssen:

- Stahlfeder: Einfederung unter statischer Last  
zusätzliche Einfederung unter dynamischen Beanspruchungen  
Einfederung aufgrund der Federungstoleranzen
- Gummifeder: die gleichen Einfederungen wie bei Stahlfedern
- Luftfeder: vollständige Einfederung — Luftfederbalg entleert (einschließlich Notfederung, soweit vorhanden).

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 11 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

- Bedingungen für die Einfederung
- Gleichmäßige und gleichzeitige Einfederung aller Federn (betroffen sind die Zonen A, B, C und D).
- „Herkömmliche Güterwagen“: vollständige Einfederung (Durchfedern bis zum Aufsetzen)
- Spezial-Güterwagen: Einfederung bei einer Überlast von 30 % des abgedeckten Gewichts (um die Begrenzungslinie maximal ausnutzen zu können, insbesondere im Kombinierten Verkehr oder bei voluminösen Ladungen oder vollständige Einfederung (Durchfedern bis zum Aufsetzen).
- Andere Einfederungen: siehe Anlage 3.

#### C.2.4.1.2 Befahren von Neigungswechseln (einschliesslich der Ablaufberge) und von Brems-, Rangier- oder Hemmeinrichtungen

a) Fahrzeuge mit einer Bezugslinie (unter 130 mm über SO liegender Teil) gemäß Punkt C.3.2.3

Normalwerte der vertikalen Einschränkungen  $e_i$  oder  $e_a$ , die für leere Reisezugwagen und leere oder beladene Gepäck- und Güterwagen zu berücksichtigen sind.

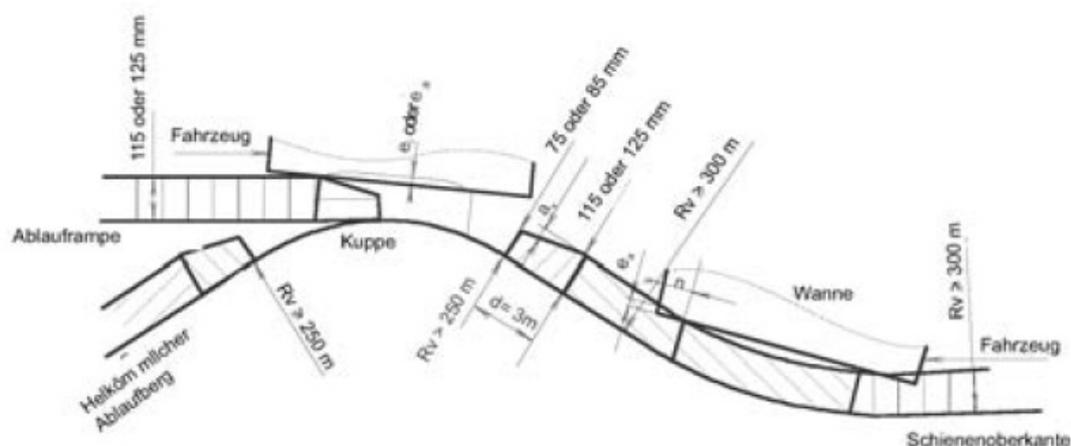
Diese Fahrzeuge müssen, wenn sie ablaufen dürfen, auf vertikal nicht gekrümmten Gleisabschnitten Gleisbremsen in

Arbeitsstellung und andere Rangier- oder Hemmeinrichtungen befahren können, die die Maße 115 bzw. 125 mm über Schienenoberkante erreichen und zwar bis zu 3 m Abstand von der Grenze von Kuppen mit einem Radius von  $R_v \geq 250$  m (Maß d).

Sie müssen diese Einrichtungen auch dann überfahren können, wenn sich diese innerhalb oder in der Nähe von Wannen mit einem Radius von  $R_v \geq 300$  m befinden.

Um diesen Bestimmungen zu genügen, müssen die unteren Teile dieser Fahrzeuge unter Berücksichtigung der gemäß Punkt 1.4.1 angesetzten senkrechten Ausschläge im ebenen Gleis mindestens 115 bzw. 125 mm zuzüglich der nachstehend angegebenen Größen  $e_i$  bzw.  $e_a$  von der Schienenoberkante entfernt sein:

Bild C7



$e_i$  und

$e_a$ : Höheneinschränkung des Fahrzeugunterteils gegenüber den Maßen 115 bzw. 125 mm.

$e_v$ : Absenkung der Gleisbremsen gegenüber den Maßen 115 bzw. 125 mm.

Für die Querschnitte zwischen den Endradsätzen bzw. zwischen den Drehzapfen (Regelwerte in Metern) Der Zahlenindex, mit dem die Werte  $e_i$  und  $e_i'$  versehen sind, soll

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 12 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011
			Datum: 11.07.2011

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

die Regelwerte von den verringerten Werten unterscheiden.

$$e_{il} = \frac{n}{a} \cdot \frac{(a-n-3)^2}{500} \text{ wenn } a \leq 17,80 \text{ m und } n < \frac{a-3}{n}$$

$$e_{il} = \frac{(a-3)^3}{3375a} \text{ wenn } a \leq 17,80 \text{ m und } n \geq \frac{a-3}{3} \text{ (1)}$$

$$e_{il} = \left[ \frac{27}{4} \cdot \frac{n}{a-3} \right] \left[ 1 - \frac{n}{a-3} \right]^2 \left[ \frac{a^2}{3375} - 0,04 \right] \text{ wenn } a > 17,80 \text{ m und } n < \frac{a-3}{3}$$

$$e_{il} = \frac{a^2}{3375} - 0,04 \text{ wenn } a > 17,80 \text{ m und } n \geq \frac{a-3}{3} \text{ (1)}$$

#### Anmerkungen:

Die Formel für

$$n \geq \frac{a-3}{3}$$

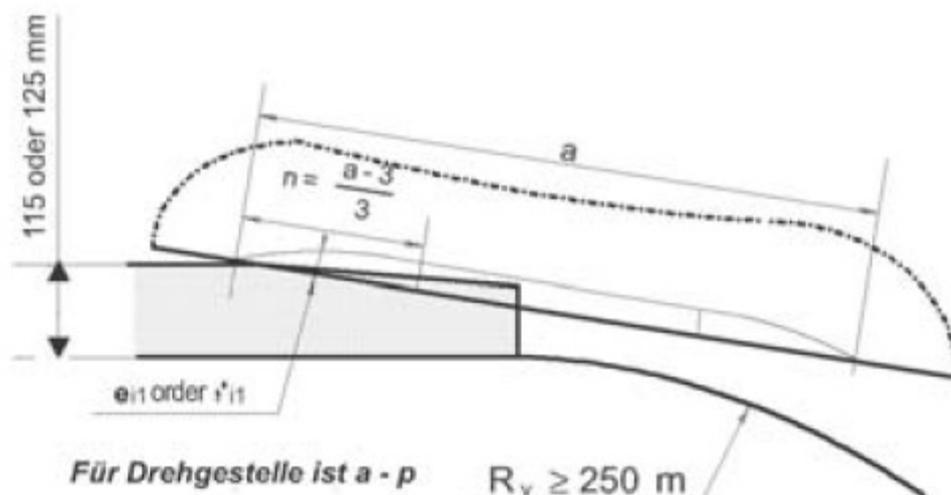
ergibt Einschränkungen, die größer oder gleich denjenigen Einschränkungen sind, die sich aus der Formel für

$$n < \frac{a-3}{3}$$

Unbesetzte Reisezugwagen und unbeladene oder beladene Gepäck- und Güterwagen müssen, wenn sie ablaufen dürfen, außerdem Kuppen mit einem Radius  $\geq 250$  m befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen der Spurkranz der Räder, unter die Schienenoberkante hinabreicht.

Diese Bedingung, die den mittleren Teil der Fahrzeuge betrifft, kommt zu jenen hinzu, die sich aus den Formeln  $e_{il}$  für lange Fahrzeuge ergeben.

Bild C8



 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 13 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

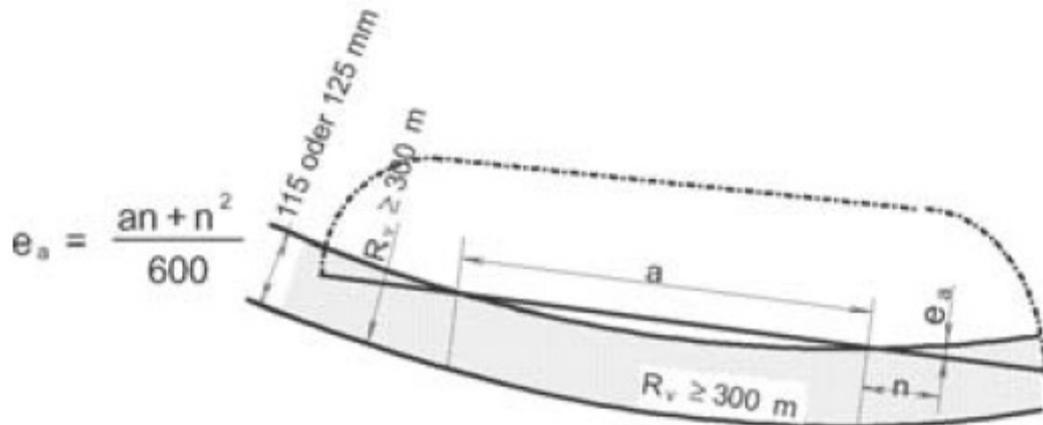
OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Für Querschnitte außerhalb der Endradsätze bzw. der Drehzapfen (Regelwerte in Metern)

Bild C9



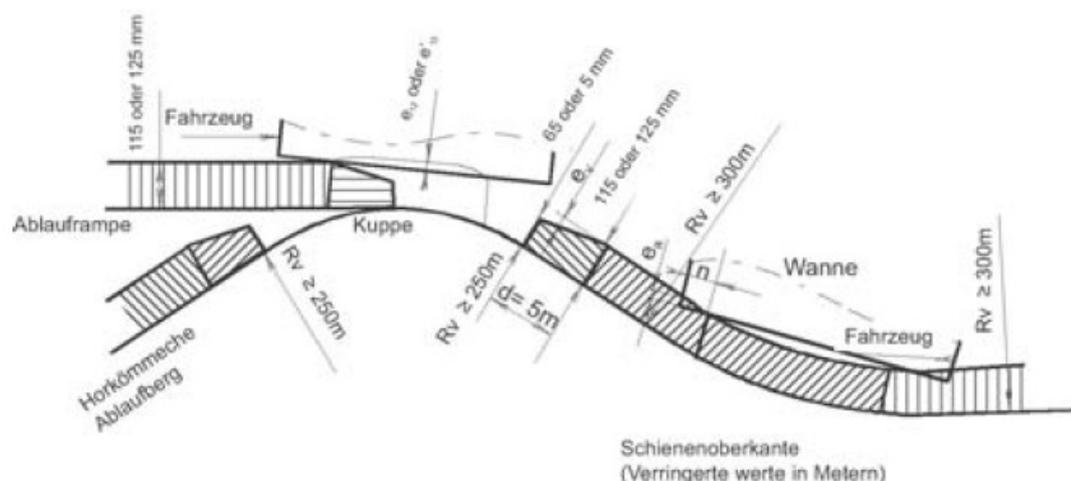
Verringerte Werte der Höheneinschränkung  $e_i$  (Querschnitte zwischen den Endradsätzen bzw. zwischen den Drehzapfen), die bei bestimmten Fahrzeugen für das Befahren von Neigungswechseln einschließlich Ablaufbergen zu berücksichtigen sind.

Diese verringerten Werte sind nur bei gewissen Güterwagenbauarten zugelassen, falls diese einen größeren Raum in Anspruch nehmen als den, der sich bei Anwendung der Regelwerte ergibt. Dies sind z. B. Taschenwagen für den Kombinierten Verkehr sowie Wagen gleicher oder ähnlicher Bauart.

Die Benutzung dieser verringerten Werte kann zur Folge haben, dass besondere Vorsichtsmaßnahmen in gewissen Rangierbahnhöfen zu treffen sind, bei denen Talbremsen am Fuß einer Ablauframpe vorhanden sind.

Für diese Fahrzeuge ändert sich das Maß  $d$  auf 5 m.

Bild C10



(verringerte Werte in Metern)

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 14 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

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

$$e_{i2} = \frac{(a-5)^3}{3375a} \text{ wenn } a \leq 15,80 \text{ m und } n \geq \frac{a-5}{3}$$

$$e_{i2} \left[ \frac{27}{4} \cdot \frac{n}{a-5} \right] \left[ 1 - \frac{n}{a-5} \right]^2 \left[ \frac{a^2}{3375} - 0,05 \right] \text{ wenn } a > 15,80 \text{ m und } n < \frac{a-5}{3}$$

$$e_{i2} = \frac{a^2}{3375} - 0,05 \text{ wenn } a > 15,80 \text{ m und } n \geq \frac{a-5}{3} \text{ (1)}$$

### Anmerkungen:

(1) Die Formel für

$$n \geq \frac{a-5}{3}$$

ergibt Einschränkungen, die größer oder gleich denjenigen Einschränkungen sind, die sich aus der Formel

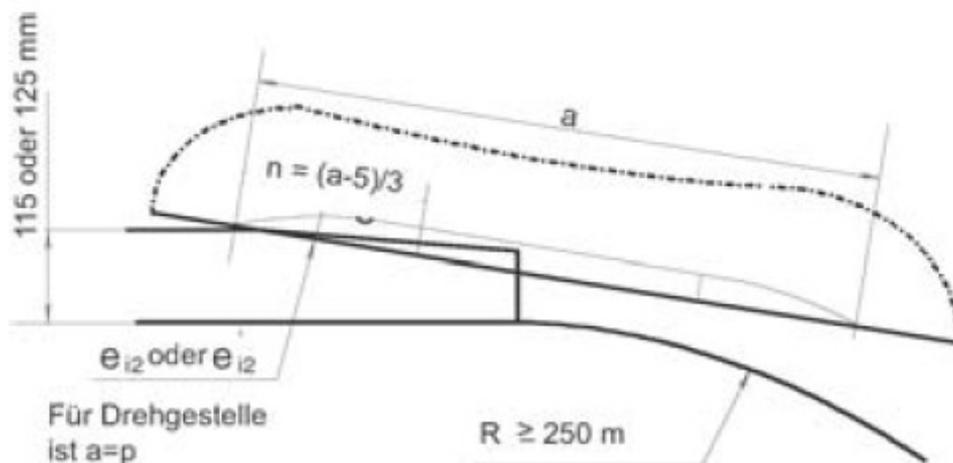
$$n < \frac{a-5}{3}$$

ergeben.

Güterwagen müssen, wenn sie ablaufen dürfen, außerdem Kuppen mit einem Radius von  $R > 250$  m befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen der Spurkranz der Räder, unter Schienenoberkante hinabreicht.

Diese Bedingung, die den mittleren Teil der Güterwagen betrifft, kommt zu jenen hinzu, die sich aus den Formeln  $e_i$  für lange Güterwagen ergeben.

Bild C11



Für Drehgestelle ist  $a = p$ .

Tafel C1 der Werte  $e_i$  und  $e_i'$  Angaben in Millimetern,  $a$  und  $n$  in Metern angegeben.



OTIF

FAHRZEUGE  
GÜTERWAGEN – ANLAGE C

ETV WAG - C  
Seite 15 von 89

Status: ANTRAG

Fassung: 01

Ref.: A 94-02-C/2.2011

Original: EN

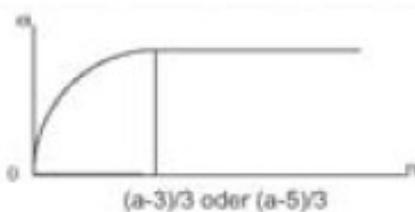
Datum: 11.07.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

a	n	≥ 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0													
20	79	69	78	69	78	69	76	68	73	66	69	63	59	57	54	49	46	39	37	28	27	15	14	0	0		
19.5	73	63	73	63	72	63	71	62	68	61	65	59	60	55	54	50	46	43	37	35	26	25	14	14	0	0	
19	67	57	67	57	67	57	66	57	64	56	60	54	56	51	50	46	43	40	35	33	25	24	13	13	0	0	
18.5	61	51	61	51	61	51	61	51	59	51	56	49	52	47	47	43	41	37	33	30	23	22	13	12	0	0	
18	56	46	56	46	56	46	56	46	54	46	52	45	48	42	44	39	38	34	31	28	22	20	12	11	0	0	
17.5	52	41	52	41	52	41	51	41	50	41	48	40	45	38	41	35	36	31	29	26	21	19	11	10	0	0	
17	48	36	48	36	48	36	48	36	47	36	45	35	43	34	39	31	34	28	28	23	20	17	11	9	0	0	
16.5	44	31	44	31	44	31	44	31	44	31	42	30	40	30	37	28	32	25	26	20	19	15	10	8	0	0	
16	41	26	41	26	41	26	41	26	41	26	40	26	38	25	34	24	30	21	25	18	18	13	10	7	0	0	
15.5	37	22	37	22	37	22	37	22	37	22	37	22	35	22	32	21	28	19	23	16	17	12	9	6	0	0	
15	34	20	34	20	34	20	34	20	34	20	34	20	32	20	30	19	27	17	22	14	16	11	9	6	0	0	
14.5	31	18	31	18	31	18	31	18	31	18	31	18	30	17	28	17	25	16	21	13	15	10	8	6	0	0	
14	28	15	28	15	28	15	28	15	28	15	28	15	27	15	26	15	23	14	19	12	14	9	8	5	0	0	
13.5	25	13	25	13	25	13	25	13	25	13	25	13	25	13	24	13	21	13	18	11	13	8	7	5	0	0	
13	23	12	23	12	23	12	23	12	23	12	23	12	23	12	22	12	20	11	17	10	12	8	7	4	0	0	
12.5	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	18	10	15	9	12	7	7	4	0	0	
12	18	8	18	8	18	8	18	8	18	8	18	8	18	8	18	8	16	8	14	8	11	6	6	4	0	0	
11.5			16	7	16	7	16	7	16	7	16	7	16	7	16	7	15	7	13	7	10	5	6	3	0	0	
11			14	6	14	6	14	6	14	6	14	6	14	6	14	6	13	6	12	6	9	5	5	3	0	0	
10.5					12	5	12	5	12	5	12	5	12	5	12	5	12	5	10	5	8	4	5	2	0	0	
10					10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	9	4	7	3	4	2	0	0	
9.5							9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3	8	3	6	3	4	2	0	0	
9							7	2	7	2	7	2	7	2	7	2	7	2	7	2	6	2	3	1	0	0	
8.5									6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	5	1	3	1	0	0	
8											5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1	3	1	0	0	
7.5													4	1	4	1	4	1	4	1	3	1	2	1	0	0	
7															3	0	3	0	3	0	3	0	2	0	0	0	
6.5																	2	0	2	0	2	0	1	0	0	0	
6																			1	0	1	0	1	0	0	0	
5.5																					1	0	1	0	0	0	0
5																					0	0	0	0	0	0	0
4.5																					0	0	0	0	0	0	0



normale Werte



reduzierte Werte

b) Fahrzeuge, die wegen ihrer Länge Ablaufberge nicht befahren dürfen

Unbesetzte Reisezugwagen, für den internationalen Verkehr geeignete unbeladene oder beladene Güterwagen und unbeladene oder beladene Gepäckwagen müssen, wenn sie wegen ihrer Länge nicht ablaufen dürfen, dennoch den Umriss nach Punkt 3.2.3

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 16 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

einhalten, wenn sie sich auf einem vertikal nicht gekrümmten Gleis befinden, um die Verwendung von Rangier- oder Hemmeinrichtungen zu ermöglichen.

c) Alle Fahrzeuge

Alle Fahrzeuge müssen Wannen und Kuppen mit  $R_v \geq 500$  m befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen der Spurkranz der Räder, unter Schienenoberkante reicht.

Betroffen sein können Fahrzeuge mit:

- Drehzapfenabstand über 17,80 m,
- einem Überhang von mehr als 3,4 m.

d) Sonderfälle

Folgende Sonderfälle sind zu berücksichtigen:

- Neigungswechsel für Fahrzeuge mit automatischer Kupplung;
- Knickwinkel für fährbootfähige Fahrzeuge.

#### **C.2.4.1.3 Ermittlung der grössten Höhen über SO**

Der für die oberen Teile der Fahrzeuge  $h \geq 3\,250$  mm zu berücksichtigende Wert der senkrechten Verschiebungen wird unter Berücksichtigung der dynamischen Verschiebungen nach oben bei einem unbeladenen (unbesetzten), lauffähigen Fahrzeug ohne Verschleiß ermittelt.

In diesem Bereich bewegen sich die Fahrzeuge unter der Einwirkung

- 1) der Schwingungen nach oben,
- 2) der senkrechten Komponente der quasistatischen Neigung,
- 3) der Querverschiebungen auf die Bezugslinie zu.

Dementsprechend sind die Höhenmaße der Bezugslinie um die durch diese Verschiebungen erzeugten Werte  $\xi$  zu verringern, sofern diese errechnet werden können, oder sonst um einen Pauschalwert von 15 mm je Federstufe.

Anzumerken bleibt, dass unter dem Einfluss einer quasistatischen Neigung die der Neigung gegenüberliegende Seite des Fahrzeugs sich zwar anhebt, sich aber gleichzeitig von der Bezugslinie entfernt, so dass keine Überschreitung zu befürchten ist. Auf der Neigungsseite hingegen senkt sich das Fahrzeug ab, wodurch ein Teil der Verschiebungen nach oben ausgeglichen wird.

Als Annäherungswert und bei einem Überhöhungsüberschuss bzw. einem Überhöhungsfehlbetrag von 50 mm hat diese vertikale Einschränkung  $\Delta V(h)$  der Bezugslinie bei Nennhöhen  $h=3,25$  m folgenden Ausdruck:

$$\Delta V(h) = \xi - \left\{ \frac{\left[ \frac{1}{2} LCR(h) - E_i \text{ or } a \right] s}{30} \right\}$$

In dieser Formel stellt

$$\frac{1}{2} LCR(h)$$

die halbe Breite der Bezugslinie,

$E_i$  oder  $E_a$  die Einschränkungen in der Querrichtung,

$s$  den Neigungskoeffizienten des Fahrzeugs,

$\xi$  die senkrechten Ausschläge des Fahrzeugs nach oben (errechnetes oder Pauschal-

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 17 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

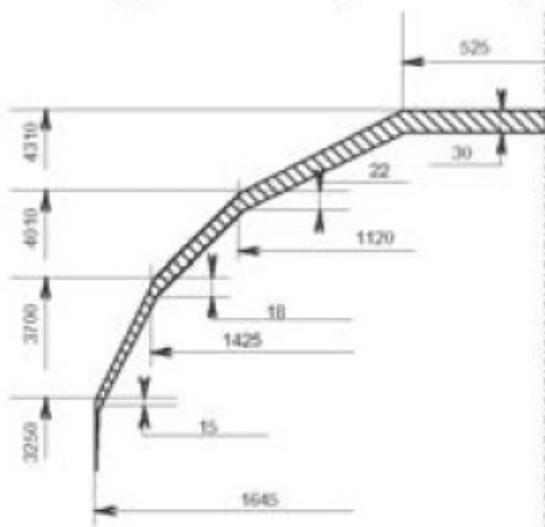
glied) dar.

Beispiel für ein Fahrzeug mit Einschränkung  $E_i$  oder  $E_a$  von 217 mm ab  $h = 3,25$  m. Man erhält:

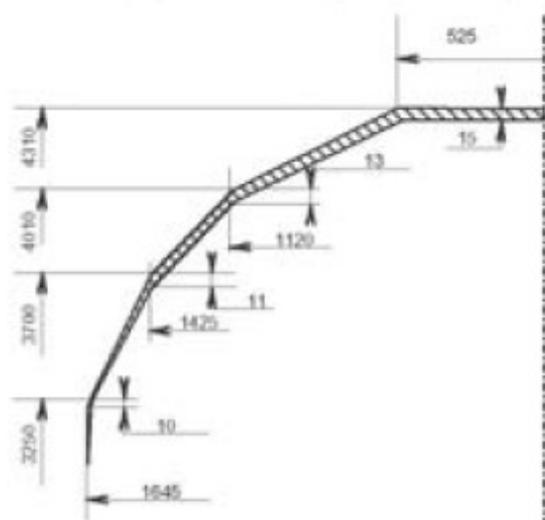
Einschränkungen im abgeschrägten oberen Teil der Bezugslinie.

Bild C12

Fahrzeug mit zweistufiger Federung  $s = 0.3$ ;  $\xi = 30$  mm



Fahrzeug mit einstufiger Federung  $s = 0.1$ ;  $\xi = 15$  mm



#### C.2.4.2 Querverschiebungen (D)

Diese Verschiebungen setzen sich wie folgt zusammen:

- geometrische Verschiebungen, die aus der Einstellung des Fahrzeugs im Gleisbogen und im geraden Gleis herrühren (Ausladungen, Querspiele usw.), wobei die Fahrzeugmittellinie als senkrecht zur Lafebene angesehen wird;
- quasistatische Verschiebungen, die aus der Neigung der abgedeuterten Teile herrühren unter dem Einfluss der Schwerkraft (überhöhtes Gleis) und/oder der Fliehkraft (Gleisbogen);

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 18 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

- Querdurchbiegungen des Wagenkastens, die im allgemeinen vernachlässigt werden, außer bei Güterwagen in Sonderbauart oder bei Schwerlastwagen mit erheblichen Werten.

### C.2.4.2.1 Einstellung der Fahrzeuge im Gleis und Schränkungskoeffizient (A)

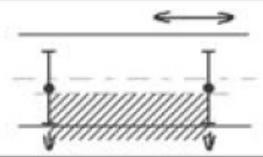
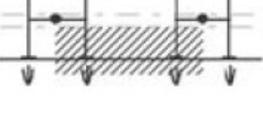
Die verschiedenen Einstellungen eines Fahrzeuges im Gleis hängen von den Querspielen der verschiedenen Bauteile, die den Fahrzeugkasten mit dem Gleis verbinden, und von der Art der Laufwerke des Fahrzeugs (Einzelradsätze, Triebdrehgestelle, Laufdrehgestelle usw.) ab.

Man muss deshalb aus den verschiedenen Einstellungen, die das Fahrzeug im Gleis einnehmen kann, ggf. einen Schränkungskoeffizienten A ableiten, der auf bestimmte Glieder der Grundformeln zur Berechnung der inneren und äußeren Einschränkung E<sub>i</sub> bzw. E<sub>a</sub> anzuwenden ist.

Der Schränkungskoeffizient und die Einstellung der Fahrzeuge im Gleis sind in der nachstehenden Tabelle angegeben. Für Radsatzkonfigurationen, die in der Tabelle nicht enthalten sind, müssen die ungünstigsten Einstellungen im Gleis berücksichtigt werden.

Für Gelenkfahrzeuge wird empfohlen, die für die herkömmlichen Fahrzeuge mit 2 Drehgestellen angegebene Einstellung zu verwenden.

Tafel 2 Schränkungskoeffizient und Einstellung der Fahrzeuge im Gleis

Berechnung der inneren Einschränkung an E1					
Fahrzeugart	Einstellung der Fahrzeuge im Gleis	Formelglieder, in denen der Koeffizient A auftritt	W		$\frac{p^2}{4}$ (im Gleisbogen)
			im geraden Gleis	abhängig vom Gleisbogenhalbmesser	
		$\frac{1.465 - d}{2}$	$W_{-}$	$W_{(R)}$	
im geraden Gleis			Schränkungskoeffizient A		
1	Fahrzeuge mit 2 Radsätzen oder einzeln betrachtete Drehgestelle sowie die mit ihnen verbundenen Bauteile		1		
2	Fahrzeuge mit 2 Drehgestellen, ausgenommen die unter 3 aufgeführten		1	1	
3	Fahrzeuge mit 1 als "Trieb-drehgestell" anzusehenden Drehgestell und mit 1 Lauf-drehgestell oder als "Lauf-drehgestell" anzusehenden Drehgestell		1	$W_{-}$ $\frac{a - n_1}{a}$	$W_{-}$ $\frac{n_2}{a}$



OTIF

FAHRZEUGE  
GÜTERWAGEN – ANLAGE C

ETV WAG - C  
Seite 19 von 89

Status: ANTRAG

Fassung: 01

Ref.: A 94-02-C/2.2011

Original: EN

Datum: 11.07.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

im Gleisbogen		Schränkungskoeffizient A					
4	Fahrzeuge mit 2 Rad-sätzen oder einzeln betrachtete Drehgestelle sowie die mit ihnen verbundenen Bauteile		Die Einstellungen und die Schränkungskoeffizienten im Gleisbogen sind die gleichen wie im geraden Gleis				
5	Fahrzeuge mit 2 Triebdrehgestellen oder als "Triebdrehgestelle" anzusehenden Drehgestellen		1	/		1	1
6	Fahrzeuge mit 1 als "Triebdrehgestell" anzusehenden Drehgestell und mit 1 Laufdrehgestell oder als "Laufdrehgestell" anzusehenden Drehgestell		$\frac{a - n_p}{a}$			$\frac{W_{(R)}}{a}$	$\frac{W'_{(R)}}{a}$
7	Fahrzeuge mit 2 Laufdrehgestellen oder als "Laufdrehgestelle" anzusehenden Drehgestellen (1) Sonderfall für Güterwagen		0 0(1)	/		1 1(1)	1 1(1)

Berechnung der äußeren Einschränkung an E <sub>a</sub>							
Einstellung der Fahrzeuge im Gleis	Formelglieder, in denen der Koeffizient A auftritt	$\frac{1,465 - d}{2}$	q	abhängig vom Gleisbogenhalbmesser			$\frac{p^2}{4}$ (im Gleisbogen)
				im geraden Gleis	$W'_{(R)}$	$W_{(R)}$	
<b>im geraden Gleis</b>				<b>Schränkungskoeffizient A</b>			
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	/			
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$				
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{W_{(R)}}{a}$	$\frac{W'_{(R)}}{a}$	/	
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	Triebdrehgestell vorlaufend $\frac{n+a}{a}$	$\frac{n}{a}$		
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	/	
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	Laufdrehgestell vorlaufend $\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$		



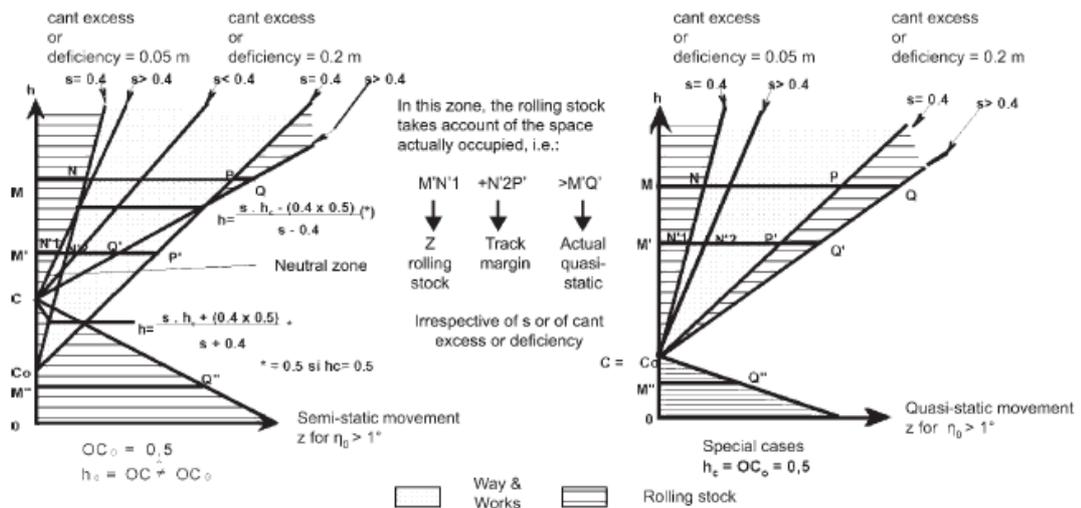
OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

im Gleisbogen	Schränkungskoeffizient A					
	Die Einstellungen und die Schränkungskoeffizienten im Gleisbogen sind die gleichen wie im geraden Gleis					
	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	1
	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{p^2}{4}$
	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{p^2}{4}$
	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	1
	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$			1

Fig. C13



### C.2.4.2.2 Sonderfall Triebwagen und Wendezugsteuerwagen

Bei diesen Fahrzeugen werden die Drehgestelle nach Maßgabe ihrer Anfahrtriebzahl  $\mu$  unterschieden.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 21 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Wenn $\mu \geq 0,2$	wird das Drehgestell als	„Triebdrehgestell“ bezeichnet,
wenn $0 < \mu < 0,2$	wird das Drehgestell als	„Laufdrehgestell“ betrachtet,
wenn $\mu = 0$	ist das Drehgestell ein	„Laufdrehgestell“.

### C.2.4.2.3 Quasistatische Verschiebungen (z)

Diese Verschiebungen werden bei der Berechnung von  $E_i$  bzw.  $E_a$  in Abhängigkeit vom Neigungskoeffizienten  $s$ , von der Höhe über Schienenoberkante des betrachteten Punktes  $h$  und der Wankpolhöhe  $h_c$  berücksichtigt.

Der Baudienst legt der Ermittlung der Grenzlinie für feste Anlagen im Bereich  $h > 0,5$  m, wenn die örtliche Überhöhung bzw. der örtliche Überhöhungsfehlbetrag  $0,05$  m überschreitet, den quasistatischen Neigungszuschlag der Fahrzeuge zu Grunde, die vereinbarungsgemäß einen Neigungskoeffizienten von  $0,4$  und eine Wankpolhöhe von  $0,5$  m aufweisen.

Der Fahrzeugdienst ermittelt  $E_i$  und  $E_a$  unter Berücksichtigung

- eines Überhöhungsfehlbetrags bzw. eines Überhöhungsüberschusses von  $0,05$  m;
- ggf. eines Überhöhungsfehlbetrags bzw. eines Überhöhungsüberschusses von  $0,2$  m, wenn die jeweiligen Werte von  $s$  und  $h_c$  die vom Baudienst in Rechnung gestellten Werte überschreiten (siehe nachstehendes Bild und Punkt 1.5.1.3).
- über  $1\sigma$  hinaus, des Einflusses der Unsymmetrien, die sich aus den baulichen und einstellungsspezifischen (Gleitstückspiel) Toleranzen und der möglichen ungleichen Verteilung der Normallast ergeben. Der Einfluss der Unsymmetrie kleiner  $1\sigma$  wird bei der Grenzlinie für feste Anlagen berücksichtigt. Dies gilt auch für transversale Schwingungen, die zufällig aufgrund fahrzeug- und oberbauspezifischer Eigenschaften entstehen (insbesondere z. B. durch das Phänomen der Resonanz).

Gerade	Gleichung	Aus den nebenstehenden Gleichungen wird die Länge der nachstehenden Strecken abgeleitet, deren Werte sich in den „besonderen Fällen“ in Punkt 1.5.1.3 wiederfinden:
$C_0N$	$z = 0,4 \cdot 0,05 \frac{ h - 0,5 }{1,5}$ $z = s \cdot 0,05 \frac{ h - h_c }{1,5}$ $z = 0,4 \cdot 0,2 \frac{ h - 0,5 }{1,5}$	Überhöhungsfehlbetrag oder -überschuss = $0,05$ m $\overline{MN}_1 = s \cdot 0,05 \frac{h - h_c}{1,5} = \frac{s}{30}  h - h_c $
$CN^1$	$z = s \cdot 0,2 \frac{ h - h_c }{1,5} = \frac{4s}{30}  h - h_c $	Überhöhungsfehlbetrag oder -überschuss = $0,2$ m $\overline{MQ} \text{ oder } \overline{M^1Q^1}$ $= \left( \frac{s}{30} + \frac{s}{10} \right)  h - h_c  = \frac{4s}{30}  h - h_c $
$C_0P$		$\overline{NP} = 0,4 \cdot (0,2 - 0,05) \frac{h - 0,5}{1,5}$ $= 0,04(h - 0,5)$
$CQ$		
$CQ^1$		

(in obigen Formeln Maße in Metern)

## C.2.5 RECHNERISCHE ERMITTLUNG DER EINSCHRÄNKUNGEN

Die Einschränkungen  $E_i$  oder  $E_a$  werden anhand folgender grundlegender Beziehungen bestimmt:

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 22 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Einschränkung  $E_i$  oder  $E_a$  = Verschiebung  $D_i$  oder  $D_a$  — Ausladung  $S_o$   
innere Einschränkungen

$$E_i = \frac{an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{1,465 - d}{2}(A) + q + w(A) + z + x_i - S_o$$

äußere Einschränkungen

$$E_a = \frac{an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{1,465 - d}{2}(A) + q(A) + w(A) + z + x_a - S_o$$

In diesen Formeln bedeutet:

- A Schränkungskoeffizient, kennzeichnet die Stellung der Radsätze im Gleis. Werte (siehe ATMF Seite 30).
- $D_i$  oder  $D_a$  Summe der definierten Verschiebungen.
- $S_o$  die größte Ausladung.

$x_i$  und  $x_a$  Sonderglieder für die Berechnung von Wagen mit sehr großem Drehzapfenabstand

### C.2.5.1 Formelglieder zur Berechnung der Verschiebungen (D)

Aufgrund der jeder Fahrzeugart eigenen Besonderheiten sind Ergänzungsglieder notwendig, und Parameter können die in der Folge aufgeführten Glieder verändern:

#### C.2.5.1.1 Glied für den Auschlag des Fahrzeugs im Gleisbogen (geometrische Ausragung)

$$\frac{1}{2R} \left( an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} \right)$$

Geometrische Ausragung eines betrachteten Querschnitts nach der Innenseite eines Gleisbogens mit dem Radius R (Problem der Kastenquerschnitte, die zwischen den Drehzapfen bzw. Endradsätzen liegen).

$$\frac{1}{2R} \left( an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \right)$$

Geometrische Ausragung eines betrachteten Querschnitts nach der Außenseite eines Gleisbogens mit dem Radius R (Problem der Kastenquerschnitte, die außerhalb der Drehzapfen bzw. Endradsätze liegen).

#### Anmerkung:

Für Sonderfahrzeuge mit besonderen Drehgestell-Konfigurationen müssen diese Formeln ggf. angepasst werden.

#### C.2.5.1.2 Formelglieder für die Querspiele

Diese Spiele werden direkt an den Radsätzen oder den Drehzapfen gemessen, wobei alle Bauteile die größte Abnutzung aufweisen.

Die Stellungen der Fahrzeuge im Gleis (siehe Punkt 7.2.2) ermöglichen es, die Spiele in den Formeln sowie den maßgebenden Schränkungskoeffizienten zu bestimmen und deren Auswirkung auf den betrachteten Querschnitt zu berechnen.

$$\frac{1,465 - d}{2}$$

= Spurspiel im Gleis

$q$  = Spiel zwischen Radsätzen und Drehgestellrahmen bzw. zwischen Radsätzen und Untergestell. Dies ist die Querverschiebung zwischen den Radsatzlagergehäusen und den Wellenschenkeln, zuzüglich derjenigen zwischen dem Untergestell und den Radsatzlagergehäusen.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 23 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

w = Spiele der Drehzapfen oder der Wiegen Dies ist die mögliche Querverschiebung der Drehzapfen oder der Wiegen aus der Mittellage heraus nach jeder Seite, bzw. bei Fahrzeugen ohne Drehzapfen die mögliche Querverschiebung des Untergestells gegenüber den Drehgestellrahmen aus der Mittellage heraus, jeweils in Abhängigkeit vom Gleisbogenradius und der Verschieberichtung.

Ist die Größe von w in Abhängigkeit vom Gleisbogenradius variabel, so gilt:

- $w_i$  (R) für den Radius R auf der Bogeninnenseite;
- $w_a$  (R) für den Radius R auf der Bogenaußenseite,
- $w^\infty$  für ein Gleis in der Geraden.

Entsprechend den Besonderheiten jeder Fahrzeugart kann dieses Glied auch  $w'$ ,  $w_i$ ,  $w'_i$  usw. heißen; es kann auch der Summe bestimmter dieser Bezeichnungen entsprechen:  $w_i + w_a$  usw. Jedes dieser Glieder kann unter Umständen mit dem entsprechenden Schränkungskoeffizienten versehen sein.

### C.2.5.1.3 Quasistatische Verschiebungen (Glied für die Neigung des Fahrzeugs auf seiner Federung und für seine Unsymmetrie, wenn diese $1^\circ$ übersteigt)

Eine graphische Darstellung der verschiedenen Glieder von z findet sich unter Punkt C.2.4.2.3 „Quasistatische Verschiebungen“.

z = Quasistatische Verschiebung gegenüber der Mittellage im Gleis. Diese quasistatische Verschiebung setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

$$\frac{s}{30}|h - h_c|$$

Teil, der auf die Neigung auf den Tragfedern zurückgeht (Querverschiebung infolge der Nachgiebigkeit der Federung unter der Einwirkung eines Überhöhungsfehlbetrages oder eines Überhöhungsüberschusses von 0,05 m) ;

$$\tan[\eta_0 - 1^\circ]|h - h_c|$$

Teil, der auf die Unsymmetrie zurückgeht (Querverschiebung infolge des Teils der Unsymmetrie, der  $1^\circ$  übersteigt)

Diese Summe wird ggf. vergrößert durch:

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

Glied, das einen Überhöhungsfehlbetrag bzw. einen Überhöhungsüberschuss von 0,2 m berücksichtigt, und das unter den in Punkt 1.4.2.3 dargelegten Bedingungen angewandt wird.

Für die abgefederten Teile, in einer Höhe h, ergeben obengenannte Glieder in den Formeln folgenden Wert:

$$z = \left[ \frac{s}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] |h - h_c| + \left[ \frac{s}{10}|h - h_c| - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$$

a) Sonderfälle

– wenn

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

– wenn

$$\left\{ \begin{array}{l} h < 0,5 \text{ m} \\ \eta_0 \leq 1^\circ \\ \text{und unabhängig von } h_c \text{ und } s \end{array} \right\} \quad z = \frac{4s}{30}|h_c - h|$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 24 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

- wenn  $h = h_c$   $z = 0$

Für die nicht abgefederten Teile  $z = 0$ .

b) Einfluss der Gleitstückspiele von Drehgestellgüterwagen

- Für Drehgestellgüterwagen, deren Gleitstückspiel kleiner oder gleich 5 mm ist, geht man davon aus, dass die Unsymmetrie von  $1\sigma$  dieses Spiel einschließt und schreibt üblicherweise  $\eta_0 = 1\sigma$ .

Das Formelglied „z“, das ein Gleitstückspiel von  $< 5$  mm berücksichtigt, lautet dann:

$$z = \left[ \frac{s}{30} |h - h_c| + \left[ \frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04 [h - 0,5]_{>0} \right]_{>0} \right]$$

wobei die Sonderfälle des vorhergehenden Abschnitts berücksichtigt werden müssen.

- Für Drehgestellgüterwagen, deren Gleitstückspiel größer als 5 mm ist, muss der zusätzlichen Neigung  $\alpha$  des Fahrzeugkastens Rechnung getragen werden, die sich wie folgt ausdrückt:

$$\alpha = \arctg \frac{j - 0,005}{b_G}$$

Diese zusätzliche Neigung  $\alpha$  zieht eine Einfederung nach sich, die sich multipliziert mit dem Neigungskoeffizienten  $s$  als Drehung des Kastens äußert:  $\alpha s$

Die gesamte zusätzliche Neigung lässt sich wie folgt ausdrücken:

$$\alpha (1 + s)$$

Der Ausdruck  $z$ , der ein Gleitstückspiel von mehr als 5 mm berücksichtigt, wird dann zu:

$$z = \left\{ \frac{s}{30} + \tan \left[ \eta'_0 + \left( \arctan \frac{j - 0,005}{b_G} > 0 \right) (1 + s) - 1^\circ \right]_{>0} \right\} |h - h_c| + \left[ \frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04 [h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$$

Anmerkung:

$$\eta'_0$$

bedeutet, dass der Ausdruck in der Klammer mit seinem Wert einzusetzen ist, wenn er positiv ist, und mit 0, wenn er negativ oder gleich Null ist.

$$\eta'_0$$

= Unsymmetrie im Falle eines Gleitstückspiels von 5 mm

c) Sonderglieder  $x_i$  und  $x_a$

Glieder zur Berichtigung bestimmter Formeln für die drehzapfenfernen Teile von Fahrzeugen mit sehr großem Radsatzstand und/oder Überhang, die den Raumbedarf in Gleisbögen zwischen 250 und 150 m begrenzen:

Man stellt fest, dass:

- $x_i$  sich nur bei Formeln auswirkt, wenn

$$\frac{a^2 + p^2}{4} > 100$$

ist, also bei einem Wert von annähernd 20 m für  $a$ ;

- $x_a$  sich nur dann auswirkt, wenn

$$a n_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} > 120$$

ist (Ausnahmefall).

Besondere Bemerkung zu  $x_a$ :

Das Glied  $x_a$  wirkt sich nicht auf die Einschränkungsberechnung derjenigen Fahrzeuge

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 25 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

aus, deren Überhang die für die Automatische Kupplung festgelegten Bedingungen erfüllt.

### C.3 BEGRENZUNGSLINIE G1

1991 wurde beschlossen, die Regeln der statischen Begrenzungslinie nicht mehr für den Bau von Güterwagen anzuwenden.

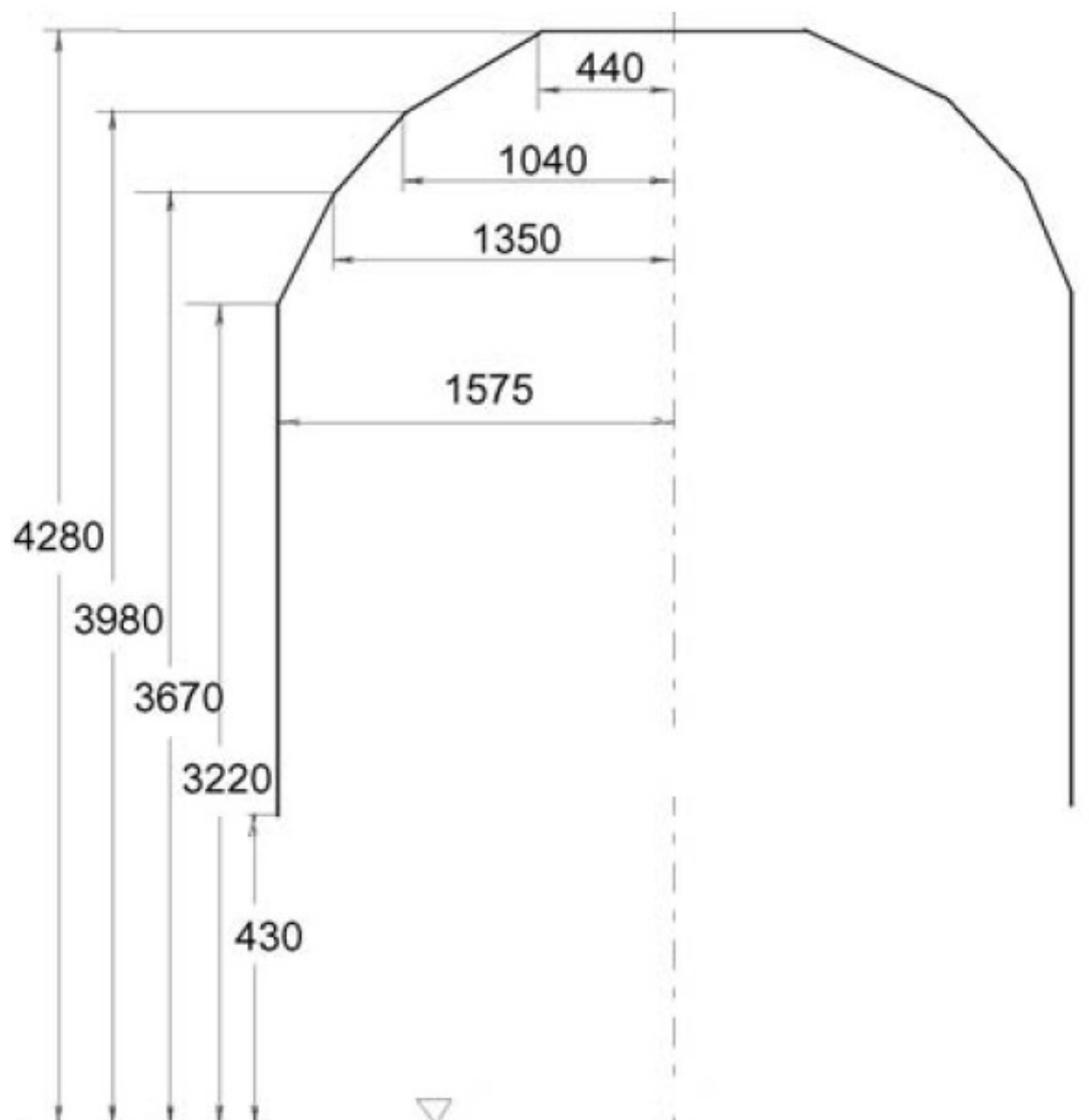
Diese Regeln sind somit nur noch für Begrenzungslinien anwendbar, die speziell für Ladungen definiert wurden wie z. B. die Begrenzungslinien GA, GB, GB1, GB2 und GC.

Nachstehend aufgeführte Regeln für die statische Begrenzungslinie beinhalten:

1. eine Bezugslinie (obere Teile)
2. die dieser Bezugslinie zugeordneten Einschränkungsformeln.

#### C.3.1 BEZUGSLINIE DER STATISCHEN BEGRENZUNGSLINIE

Bild C14



##### C.3.1.1 Einschränkungsformeln

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 26 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Querschnitte zwischen den Endradsätzen oder den Drehzapfen

$$E_i = \left[ \frac{\Delta_i}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + x_{i>0} - 0,075 \right] > 0$$

$$\text{mit } \Delta_i = 7,5 \text{ wenn } \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 7,5 \right)$$

$$\Delta_i = \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right) \text{ wenn diese Menge } > 7,5$$

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right)$$

Querschnitte außerhalb der Endradsätze oder der Drehzapfen

$$E_a = \left[ \frac{D_a}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + [x_a]_{>0} - 0,075 \right] > 0$$

$$\text{mit } \Delta_a = 7,5 \text{ wenn } \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5$$

$$\Delta_a = \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) \text{ für alle anderen Fälle.}$$

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right)$$

### **C.3.2 BEZUGSLINIE DER KINEMATISCHEN BEGRENZUNGSLINIE G1**

#### **C.3.2.1 Der allen Fahrzeugarten gemeinsame Teil**

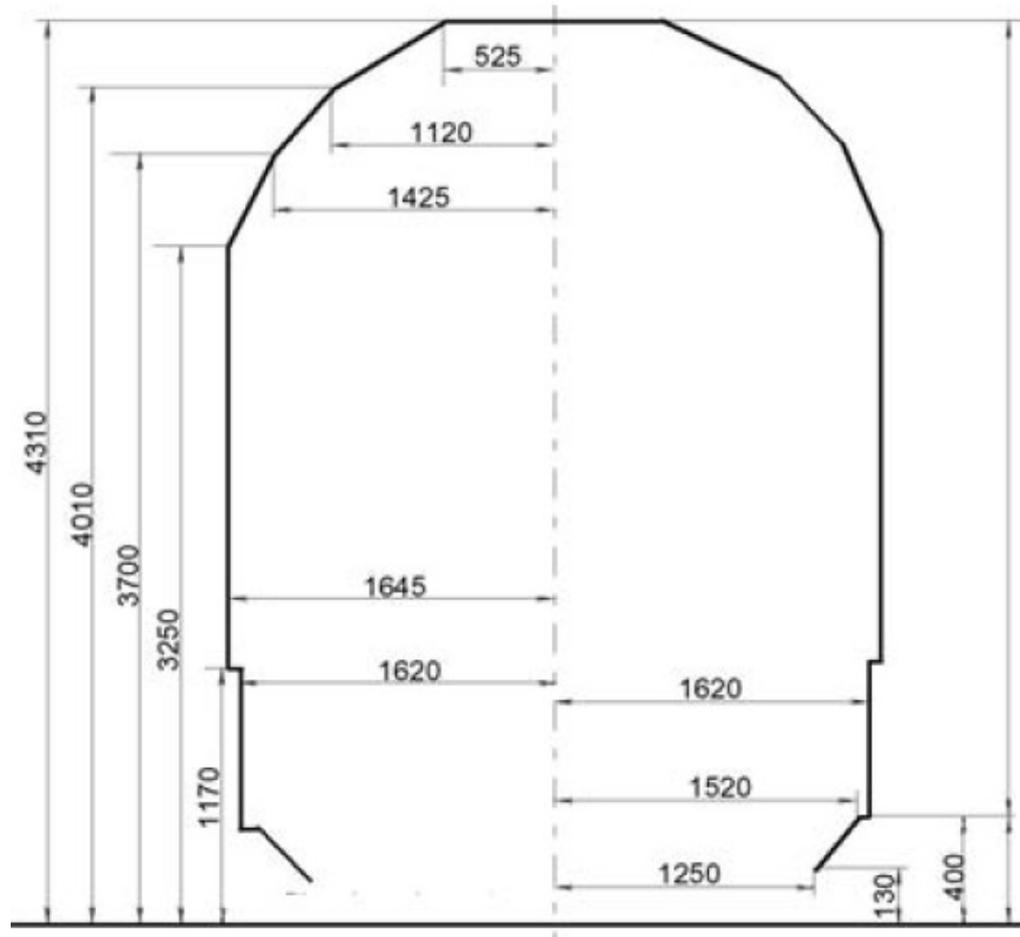
 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 27 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C15



Die kinematische Bezugslinie G1 berücksichtigt die Lage der festen Anlagen und der restriktivsten Gleisabstände, die auf europäischer Ebene bei den UIC-Bahnen vorkommen.

Sie ist in zwei Bereiche unterteilt, deren Grenze die Höhe von 400 mm bildet, die gleichzeitig auch die Berechnung der Ausladungen begrenzt:

- oberer Teil, der 400 mm über SO beginnt und für alle Fahrzeuge gilt,
- unterer Teil, der bis 400 mm über SO reicht und verschieden ist für Fahrzeuge, die Ablaufberge sowie Gleisbremsen und andere Rangier- oder Hemmeinrichtungen in Arbeitsstellung nicht befahren dürfen bzw. befahren dürfen (unter 130 mm über SO liegender Teil).

Der unter 130 mm über SO liegende Teil ist je nach Fahrzeugart unterschiedlich.

Besetzte Reisezugwagen müssen die Bestimmungen in Punkt C.3.2.2 einhalten, wenn sie sich auf einem vertical nicht gekrümmten Gleis befinden.

Gepäckwagen und Güterwagen —mit Ausnahme von Tiefladewagen und bestimmtenWagen des Kombinierten Verkehrs — müssen leer und beladen Punkt C.3.2.3 erfüllen.

Bei Güterwagen, die zum Übergang auf das finnische Streckennetz vorgesehen sind, müssen die unteren Wagenteile die Begrenzungslinie gemäß den geltenden Normen einhalten.

Güterwagen, die Ablaufberge mit einem Krümmungshalbmesser von 250 m sowie Gleisbremsen und andere Rangiereinrichtungen oder Hemmeinrichtungen nicht befahren

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 28 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

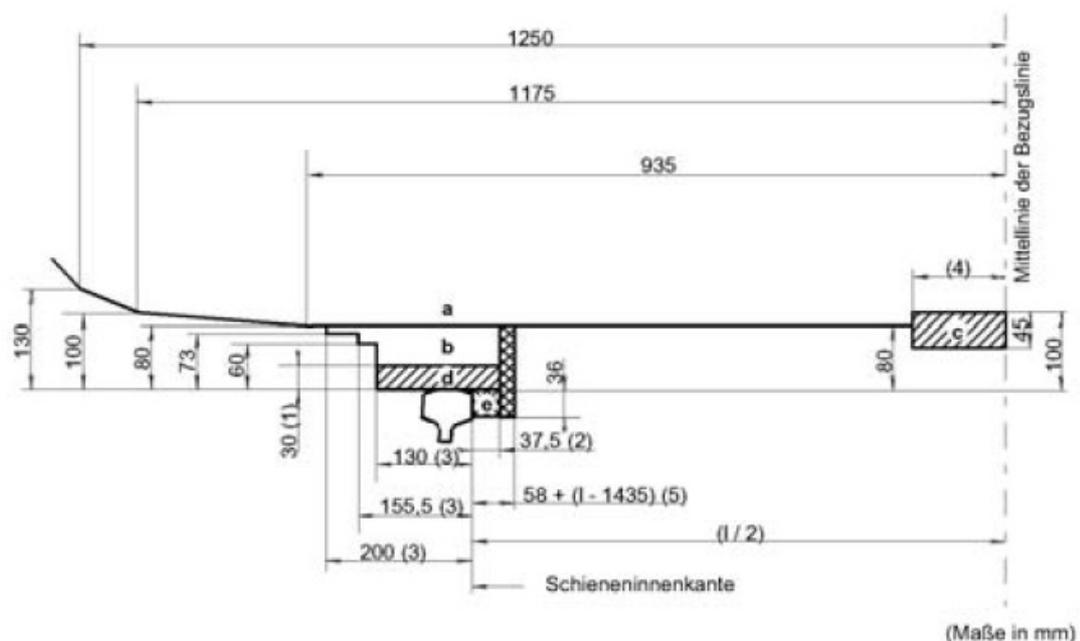
dürfen,

- dürfen — sofern nicht ausdrücklich in den Normen vorgesehen — keine RIV-Kennzeichnung tragen;
- müssen entsprechend gekennzeichnet sein.

### C.3.2.2 Unter 130 mm über SO liegender Teil für Fahrzeuge, die weder Gleisbremsen noch andere Rangier- und Hemmeinrichtungen in Arbeitsstellung befahren dürfen

Bestimmte Einschränkungen der Begrenzungslinie sind im Bereich der Radsätze beim Befahren von Unterflurradsatzdrehmaschinen zu beachten.

Bild C16



- a) Raum für von den Rädern weiter entfernte Bauteile
  - b) Raum für Bauteile in unmittelbarer Nachbarschaft der Räder
  - c) Raum für die Bürsten der Krokodile
  - d) Raum für die Räder und andere Bauteile, die mit den Schienen in Berührung kommen
  - e) Raum, der ausschließlich von den Rädern eingenommen werden darf
- 1) Grenzlinie für die außerhalb der Endradsätze liegenden Bauteile (Schienenräumer, Sandstreuer usw.), die das Überfahren von Knallkapseln gewährleistet. Diese Grenzlinie braucht nicht von den Bauteilen eingehalten werden, die zwischen den Rädern liegen, vorausgesetzt, sie bleiben im Radschatten.
  - 2) Unterstellte größte Breite der Spurkränze bei Vorhandensein von Radlenkern
  - 3) Tatsächliche Grenzlage der äußeren Stirnfläche der Räder und von Bauteilen, die mit den Rädern verbunden sind.
  - 4) Wenn sich das Fahrzeug in beliebiger Stellung in einem Gleisbogen mit dem Radius  $R = 250$  m (dem kleinsten Radius für die Anbringung von Krokodilen) und der Spurweite von 1 465 mm befindet, darf — mit Ausnahme der Krokodilbürste — kein Fahrzeugteil, das bis auf ein Maß von 100 mm oder weniger über Schienenoberkante herabreichen kann, darf weniger als 125 mm von der Gleismitte entfernt sein. Bei den Bauteilen zwischen den Drehstellen beträgt dieses Maß 150 mm.



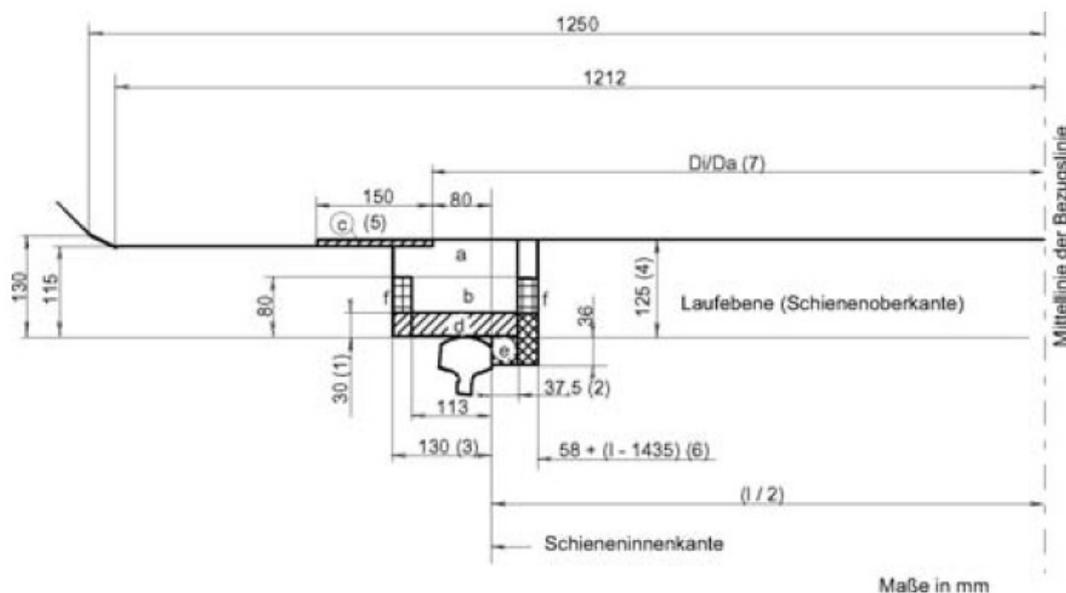
OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

5) Tatsächliche Grenzlage der inneren Stirnfläche der Räder, wenn der Radsatz an der gegenüberliegenden Schiene anliegt. Dieses Maß hängt ab von der Spurerweiterung des Gleises.

### C.3.2.3 Unter 130 mm über SO liegender Teil für Fahrzeuge, die Ablaufberge sowie Gleisbremsen und andere Rangier- und Hemmeinrichtungen in Arbeitsstellung befahren dürfen

Bild C17



- a) Raum für von den Rädern weiter entfernte Bauteile
  - b) Raum für Bauteile in unmittelbarer Nachbarschaft der Räder
  - c) Raum für den Auswurf von vereinheitlichten Hemmschuhen
  - d) Raum für die Räder und andere Bauteile, die mit den Schienen in Berührung kommen
  - e) Raum, der ausschließlich von den Rädern eingenommen werden darf
  - f) Raum für die Gleisbremsen in gelöster Stellung
- (1) Grenzlinie für die außerhalb der Endradsätze liegenden Bauteile (Schieneräumer, Sandstreuer usw.), die das Überfahren von Knallkapseln gewährleistet.
- (2) Unterstellte größte Breite der Spurkränze bei Vorhandensein von Radlenkern.
- (3) Tatsächliche Grenzlage der äußeren Stirnfläche der Räder und von Bauteilen, die mit den Rädern verbunden sind.
- (4) Dieses Maß stellt auch die größte Höhe der vereinheitlichten Hemmschuhe dar, die zum Festlegen bzw. zum Abbremsen der Fahrzeuge verwendet werden.
- (5) Kein Fahrzeugbauteil darf in diesen Raum hineinragen.
- (6) Tatsächliche Grenzlage Stirnfläche der Räder, wenn der Radsatz an der gegenüberliegenden der inneren Schiene anliegt. Dieses Maß hängt ab von der Spurerweiterung des Gleises.
- (7) Siehe Punkt „Anwendung von Rangiereinrichtungen in Gleisbögen“.

#### C.3.2.3.1 Anwendung von Rangiereinrichtungen in Gleisbögen

Gleisbremsen und andere Rangier- oder Hemmeinrichtungen, die in Arbeitsstellung die Maße 115 bzw. 125 mm erreichen können, insbesondere Hemmschuhe von 125 mm

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 30 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

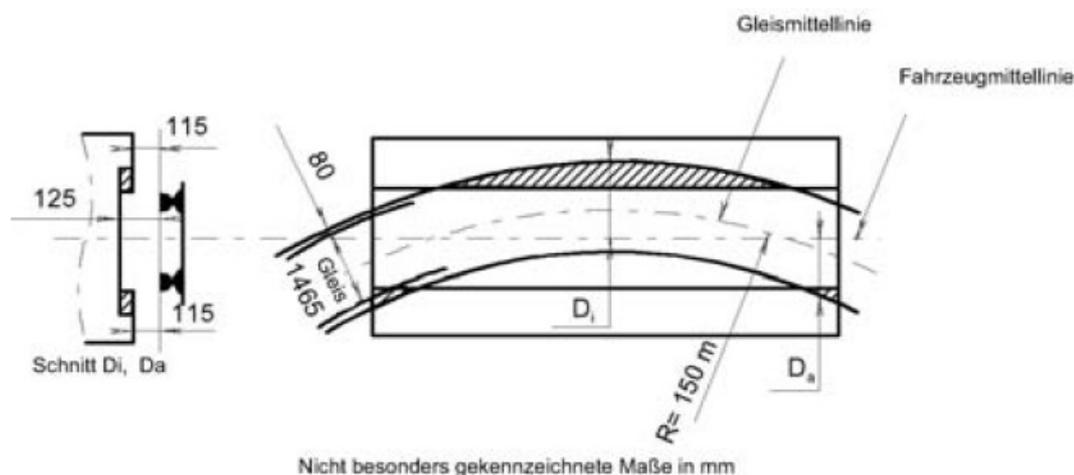
OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Höhe, dürfen in Gleisbögen mit einem Radius von  $R \geq 150$  m angebracht werden.

Bild C18



Hieraus folgt, dass die Grenze für die Anwendung der Maße 115 bzw. 125 mm, die sich in einem gleichbleibenden Abstand (80 mm) von der Schieneninnenkante befindet, gemäß obenstehendem Bild C17 in einer veränderlichen Entfernung D von der Wagenlängsachse liegt, die sich — mit Werten in Metern — wie folgt errechnet (Angaben in m)<sup>(1)</sup>

$$D_i = 0,008 + 1,465 - \frac{1,410}{2} + \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{300} = 0,840 + \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{300}$$

$$D_a = 0,008 + 1,465 - \frac{1,410}{2} + \frac{an - n^2 - \frac{p^2}{4}}{300} = 0,840 + \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{300}$$

**Anmerkung:**

<sup>(1)</sup> Im besonderen Fall der Anwendung von Rangiereinrichtungen kann der Einfluss der Spiele  $q+w$  als vernachlässigbar angesehen werden.

**C.3.3 ZULÄSSIGE AUSLADUNGEN  $S_0(S)$**

Die tatsächlichen Ausladungen S dürfen die Werte  $S_0$  der nachstehenden Tabelle nicht überschreiten.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 31 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>Wert der Ausladungen  $S_0$  (1)

Fahrzeugart	Gleis	Für die Berechnung von $E_i$ (3)		Für die Berechnung von $E_a$ (3)	
		Querschnitte zwischen den Endradsätzen der Fahrzeuge ohne Drehgestelle oder zwischen den Drehzapfen der Fahrzeuge mit Drehgestellen		Querschnitte außerhalb der Endradsätze der Fahrzeuge ohne Drehgestelle oder außerhalb der Drehzapfen der Fahrzeuge mit Drehgestellen	
		$h \leq 0,400$	$h > 0,400$	$h \leq 0,400$	$h > 0,400$
Alle Triebfahrzeuge oder Wagen	im geraden Gleis	0,015	0,015	0,015	0,015
Triebfahrzeuge, Wagen mit Einzelradsätzen, einzeln betrachtete Drehgestelle sowie die damit verbundenen Bauteile	im 250 m-Bogen	0,025	0,030	0,025	0,030
	im 150 m-Bogen	$0,025 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1583	$0,030 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1633	$0,025 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,185	$0,030 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,190
Fahrzeugart	Gleis	Für die Berechnung von $E_i$ (3)		Für die Berechnung von $E_a$ (3)	
		Querschnitte zwischen den Endradsätzen der Fahrzeuge ohne Drehgestelle oder zwischen den Drehzapfen der Fahrzeuge mit Drehgestellen		Querschnitte außerhalb der Endradsätze der Fahrzeuge ohne Drehgestelle oder außerhalb der Drehzapfen der Fahrzeuge mit Drehgestellen	
		$h \leq 0,400$	$h > 0,400$	$h \leq 0,400$	$h > 0,400$
Wagen mit Drehgestellen oder vergleichbare Wagen	im 250 m-Bogen	0,010	0,015	0,025	0,030
	im 150 m-Bogen	$0,010 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1433	$0,015 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1483	$0,025 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,185	$0,030 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,190
<p>(1) Diese Werte sind mit dem Wert der Spurweite <math>l</math> berechnet, der zu der größten Einschränkung <math>E</math> führt. Dieser Wert ist immer <math>l = 1</math> max. = 1,465 m außer bei der inneren Einschränkung <math>E_i</math> der Wagen mit Drehgestellen oder vergleichbaren Wagen, für die man den Wert <math>l</math> min. = 1,435 m nehmen muss. Außerdem beträgt die bei den Formeln der inneren Einschränkung <math>E_i</math> berücksichtigte Spurweite für Triebwagen mit einem als „Triebdrehgestell“ anzusehenden Drehgestell und einem Laufdrehgestell bzw. einem als „Laufdrehgestell“ anzusehenden Drehgestell (siehe Punkt 7.2.2.1) 1,435 m für das Laufdrehgestell und 1,465 m für das Triebdrehgestell. Jedoch kann man bei der Ermittlung der Einschränkungen durch graphische Verfahren der Einfachheit halber für beide Drehgestelle <math>l = 1,435</math> m im geraden Gleis und 1,465 m im Gleisbogen von 250 m ansetzen. Im letzteren Fall wird die Wagenkastenbreite im Bereich des Laufdrehgestells geringfügig kleiner.</p> <p>(2) Glied <math>x_i</math> oder <math>x_a</math> der Einschränkungsformeln</p> <p>(3) Diese Werte gelten nicht für die Bezugslinie der Ausrüstungsteile auf dem Dach.</p>					

### C.3.4 EINSCHRÄNKUNGSFORMELN

#### Anmerkung:

Die Formeln der nachstehenden Absätze sind für die Berechnung der Einhaltung der Begrenzungslinie von Gelenkfahrzeugen zu verwenden, deren Radsatzachsen oder Drehzapfen mit den Gelenkachsen der Wagenkästen bereinstimmen. Für andere Bauformen von Gelenkfahrzeugen sollten die Formeln an die tatsächlichen geometrischen Verhältnisse angepasst werden..

#### C.3.4.1 Einschränkungsformeln für Triebfahrzeuge (Maße in Metern)

Triebfahrzeuge, bei denen das Spiel  $w$  unabhängig von der Gleiskrümmung ist oder sich linear mit ihr verändert

Innere Einschränkungen  $E_i$  (mit  $n = n_i$ )

Querschnitte zwischen den Endradsätzen der Triebfahrzeuge ohne Drehgestelle oder zwischen den Drehzapfen der Triebfahrzeuge mit Drehgestellen.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 32 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_\infty - W_{i(250)}) \leq \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (101)$$

wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_\infty - W_{i(250)}) > \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \begin{matrix} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{matrix} \quad (102)$$

mit

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (103)$$

Äußere Einschränkungen  $E_a$  (mit  $n = n_a$ )

Querschnitte **außerhalb** der Endradsätze der Triebfahrzeuge ohne Drehgestelle oder außerhalb der Drehzapfen der Triebfahrzeuge mit Drehgestellen.

wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (106)$$

wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{a} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \begin{matrix} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{matrix} \quad (107)$$

mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an - n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (108)$$

#### Anmerkungen:

(1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der Abnutzungen und

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 33 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können.

(<sup>2</sup>) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der Fußnote (1) genannten.

Triebfahrzeuge, bei denen das Spiel  $w$  nichtlinear von der Gleiskrümmung abhängt (Ausnahmefall)

- In die Formeln (104), (105) und (109), (110) müssen die Gleisbogenradien  $R = 150$  und  $250$  m eingesetzt werden, für die die Formeln identisch sind mit den Formeln (101), (102) und (106), (107). Außerdem sind die Formeln (104), (105), (109) und

(110) für den Wert von  $R$  einzusetzen, für den  $\frac{1}{R}$  Diskontinuität aufweist, d. h. der Wert von  $R$ , von dem an wieder ein Spiel gegenüber den Anschlägen vorhanden ist.

- Für jeden Querschnitt des Triebfahrzeugs ist die sich bei Anwendung der Formeln ergebende größte Einschränkung anzuwenden, wobei der Wert von  $R$  maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

Innere Einschränkungen  $E_i$  (mit  $n = n_i$ )

wenn

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (104)$$

wenn

$$250 > R \geq 150$$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z + \begin{matrix} 0,175(1) \\ 0,170(2) \end{matrix} \quad (105) \quad (3)$$

Äußere Einschränkungen  $E_a$  (mit  $n = n_a$ )

wenn

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (109)$$

wenn

$$250 > R \geq 150$$

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z + \begin{matrix} 0,215(1) \\ 0,210(2) \end{matrix} \quad (110) \quad (3)$$

### Anmerkungen:

(<sup>1</sup>) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der Abnutzungen und senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können.

(<sup>2</sup>) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der Fußnote (1) genannten.

(<sup>3</sup>) In der Praxis sind die Formeln (105) und (110) nicht von Bedeutung, die Veränderung des Spiels  $w$  bei gleisbogenabhängigen Anschlägen tritt bei  $R > 250$  ein.

**C.3.4.2 Einschränkungsformeln für Triebwagen (Maße in Metern)**

Formeln für Triebwagen mit einem Triebdrehgestell und einem Laufdrehgestell (siehe nachstehende Tabelle)

Triebwagen mit :	Wert $\mu$ für jedes Drehgestell	Einstellungen im Gleis Punkt 2.4.2.2	Einschränkungsformeln
zwei Triebdrehgestellen zwei als „Laufdrehgestelle“ ange- sehenen Drehgestellen	$\mu \geq 0,2$ $0 < \mu < 0,2$	Fälle 2 und 5 Fälle 2 und 7	§ 3.4.1 § 3.4.3
einem als „Laufdrehgestell“ ange- sehenen Drehgestell und einem Laufdrehgestell	$0 < \mu < 0,2$ $\mu = 0$		
1 Triebdrehgestell und 1 Laufdrehgestell oder als „Laufdrehgestell“ ange- sehenem Drehgestell	$\mu \geq 0,2$ $\mu = 0$ $0 < \mu < 0,2$	Fälle 3 und 6	§ 3.4.2 <sup>(3)</sup> oder § 3.4.1 <sup>(3)</sup>

Innere Einschränkungen  $E_i$ <sup>(4)</sup>

Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \frac{a - n_{\mu}}{a} + w'_{\infty} \frac{n_{\mu}}{a} + z - 0,015 \quad (101a)$$

$$E_i = \frac{an_{\mu} - n_{\mu}^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_{\mu}}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n_{\mu}}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{a - n_{\mu}}{a} + q + w_{i(250)} \frac{a - n_{\mu}}{a} + w'_{i(250)} \frac{n_{\mu}}{a} + z +$$

$$[x_i]_{>0} - \frac{0,010(1)}{0,015(2)} - 0,015 \frac{a - n_{\mu}}{a}$$

$$\text{mit } x_i = \frac{1}{750} \left[ an_{\mu} - n_{\mu}^2 - \frac{p^2}{4} \frac{a - n_{\mu}}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n_{\mu}}{a} - 100 \right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{a - n_{\mu}}{a} +$$

$$(w'_{i(150)} - w'_{i(250)}) \frac{n_{\mu}}{a} \quad (103a)$$

**Anmerkungen:**

(3) Die durch die Formeln der in Punkt 3.4.1 und 3.4.2 angegebenen Ergebnisse sind sich sehr ähnlich. Infolgedessen werden im allgemeinen die Formeln in Punkt 2.4.1 benutzt; diejenigen in Punkt 3.4.2. bleiben den Fällen vorbehalten, bei denen der erzielte Einschränkungsgewinn für das halbe Breitenmaß der Fahrzeugbegrenzungslinie besonders bedeutend ist (0 bis 12,5 mm je nach dem betrachteten Querschnitt des Fahrzeugs).

(4) Die für einen bestimmten Wert von  $n$  maßgebende Einschränkung ist die größte von denen, die sich aus den folgenden Formeln ergeben:

- (101 a) oder (102 a) und (103 a);
- (106 a) oder (107 a) und (108 a);
- (106 b) oder (107 b) und (108 b).

Äußere Einschränkungen  $E_a$ <sup>(4)</sup> am Triebdrehgestell (in Fahrrichtung vorn)

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen (mit  $n = n_a$ )

$$E_a = \left[ \frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n + a}{a} + w_{\infty} \frac{n + a}{a} + w'_{\infty} \frac{n}{a} + z - 0,015 \quad (106a)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n + a}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w'_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z +$$

$$[x_a]_{>0} - \frac{0,025(1)}{0,030(2)}$$

$$\text{mit } x_a = \frac{1}{750} \left[ an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n + a}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - 120 \right] + (w'_{i(150)} - w'_{i(250)}) \frac{n}{a} +$$

$$(w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n + a}{a} \quad (108a)$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 35 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Äußere Einschränkungen  $E_a$  <sup>(4)</sup> am Laufdrehgestell (in Fahrtrichtung vorn)

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen (mit  $n = n_a$ )

$$E_a = \left[ \frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n + a}{a} + w_\infty \frac{n}{a} + w'_\infty \frac{n + a}{a} + z - 0,015 \quad (106b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 + \frac{p^2 n}{4a} - \frac{p'^2 n + a}{4a}}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \begin{matrix} 0,025 & (1) \\ 0,030 & (2) \end{matrix} \quad (107b)$$

$$\text{mit } x_a = \frac{1}{750} \left[ an + n^2 + \frac{p^2 n}{4a} - \frac{p'^2 n + a}{4a} - 120 \right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w'_{a(250)} - w'_{a(150)}) \frac{n + a}{a} \quad (108b)$$

#### Anmerkungen:

(4) Die für einen bestimmten Wert von  $n$  maßgebende Einschränkung ist die größte von denen, die sich aus den folgenden Formeln ergeben:

- (101 a) oder (102 a) und (103 a);
- (106 a) oder (107 a) und (108 a);
- (106 b) oder (107 b) und (108 b).

(1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der Abnutzungen und senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können.

(2) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der vorausgehenden Fußnote (1) erwähnten.

#### C.3.4.3 Einschränkungsformeln für Reisezugwagen, Beiwagen und Steuerwagen (Maße in Metern)

a) Für Reisezugwagen mit Drehgestellen, ausgenommen die Drehgestelle selbst und die mit ihnen verbundenen Bauteile.

Reisezugwagen, bei denen das Spiel  $w$  von der Gleiskrümmung unabhängig ist oder sich linear mit ihr verändert.

#### Anmerkung:

Die nachstehenden Formeln sind auch zu verwenden für die Berechnung der Begrenzungslinie der Reisezugwagen mit Einzelradsätzen.

Innere Einschränkungen  $E_i$

Querschnitte zwischen den Drehzapfen (mit  $n = n_i$ )

wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_\infty - w_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) - \begin{matrix} 25 & (1) \\ 0 & (2) \end{matrix}$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (201)$$

wenn

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 36 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) - \left| \frac{2,5(1)}{0(2)} \right|$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \left| \frac{0,010(1)}{0,015(2)} \right| \quad (202)$$

mit

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (203)$$

### Anmerkungen:

(1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der Abnutzungen und senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können.

(2) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der vorausgehenden Fußnote (1) erwähnten.

Äußere Einschränkungen  $E_a$

Querschnitte außerhalb der Drehzapfen (mit  $n = n_a$ )

wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \frac{5(1)}{7,5(2)} \right|$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \frac{5(1)}{7,5(2)} \right|$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left| \frac{0,025(1)}{0,030(2)} \right|$$

mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a}$$

### Anmerkungen:

(1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der Abnutzungen und senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können.

(2) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der vorausgehenden Fußnote (1) erwähnten.

Reisezugwagen, bei denen sich das Spiel  $w$  in Abhängigkeit von der Gleiskrümmung nichtlinear verändert.

Für das gerade Gleis sind die Einschränkungen nach den Formeln (201) und (206) zu

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 37 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

berechnen.

Für Gleisbögen müssen die Einschränkungen nach den Formeln (204), (205), (209) und (210) für R = 150 m und 250 m berechnet werden.

Anmerkung: Für R = 250 m sind die Formeln (204) und (209) identisch mit den Formeln (202) und (207).

Außerdem müssen die Formeln (204), (205) und (209), (210) für den Wert von R

ausgerechnet werden, für den  $\frac{1}{R}$  eine Diskontinuität aufweist, d. h. der Wert von R, von dem an wieder ein Spiel gegenüber den Anschlägen vorhanden ist.

Für jeden Querschnitt des Reisezugwagens ist die sich bei Anwendung der vorstehenden Formeln ergebende größte Einschränkung anzuwenden, wobei derjenige Wert von R maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

Innere Einschränkungen  $E_i$  (mit  $n = n_i$ )

Wenn

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (204)$$

Wenn  $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z + \begin{matrix} 0,190(1) \\ 0,185(2) \end{matrix} \quad (205) (3)$$

Äußere Einschränkungen  $E_a$  (mit  $n = n_a$ )

Wenn

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (209)$$

Wenn  $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z + \begin{matrix} 0,215(1) \\ 0,210(2) \end{matrix} \quad (210) (3)$$

#### Anmerkungen:

(1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der Abnutzungen und senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 38 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

(2) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der vorausgehenden Fußnote (1) erwähnten.

(3) In der Praxis sind die Formeln (205) und (210) nicht von Bedeutung, die Veränderung des Spiels  $w$  bei gleisbogenabhängigen Anschlägen tritt bei  $R > 250$  ein.

b) Für Drehgestelle und die mit ihnen verbundenen Bauteile

Die anzuwendenden Einschränkungformeln sind unter § 4.2.1.8.2 angegeben. Der Abstand zwischen den Endradsätzen der Drehgestelle ist in den meisten Fällen so, dass die obengenannten Formeln (201) und (206), identisch mit den Formeln (101) und (106) zur Anwendung kommen.

#### C.3.4.4 Einschränkungformeln für Güterwagen (Maße in Metern)

a) Für Güterwagen mit Einzelradsätzen sowie für einzeln betrachtete Drehgestelle und die mit ihnen verbundenen Teile ( $w = 0$ )

Bei Güterwagen mit 2 Radsätzen kann für Bauteile mit einer Höhe unter 1,17 m über SO das Glied  $z$  der Formeln (301) bis (307) um 0,005 m verringert werden, wenn  $(z-0,005) > 0$  ist.  $z$  ist Null zu setzen, wenn  $(z-0,005) \leq 0$  ist.

1) Innere Einschränkungen  $E_i$  — Querschnitte zwischen den Endradsätzen (mit  $n = n_i$ )

Wenn

$$an - n^2 \leq \begin{matrix} 5^{(1)} \\ 7,5^{(2)} \end{matrix}$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (301)$$

Wenn

$$an - n^2 > \begin{matrix} 5^{(1)} \\ 7,5^{(2)} \end{matrix}$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - \begin{matrix} 0,025^{(1)} \\ 0,030^{(2)} \end{matrix} \quad (302)$$

2) Äußere Einschränkungen  $E_a$  — Querschnitte außerhalb der Endradsätze (mit  $n = n_a$ )

Wenn

$$an + n^2 \leq \begin{matrix} 5^{(1)} \\ 7,5^{(2)} \end{matrix}$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (306)$$

wenn

$$an + n^2 > \begin{matrix} 5^{(1)} \\ 7,5^{(2)} \end{matrix}$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_a = \frac{an + n^2}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + z - \begin{matrix} 0,025^{(1)} \\ 0,030^{(2)} \end{matrix} \quad (307)$$

#### Anmerkungen:

(1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 39 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der angegebenen Abnutzungen und senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können.

(a) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der vorausgehenden Fußnote (1) erwähnten.

b) Güterwagen mit Drehgestellen

Güterwagen mit Drehgestellen, deren Spiele als konstant betrachtet werden mit Ausnahme der Drehgestelle selbst und der mit ihnen verbundenen Bauteile.

Besondere Bemerkung zur Berechnung von z: siehe Punkt 1.5.1.3.

1) - Innere Einschränkungen  $E_i$  — Querschnitte zwischen den Drehzapfen (mit  $n = n_i$ )

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) - \left| \begin{matrix} 2,5^{(1)} \\ 0^{(2)} \end{matrix} \right.$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (311)$$

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) - \left| \begin{matrix} 2,5^{(1)} \\ 0^{(2)} \end{matrix} \right.$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w + z + [x_i]_{>0} - \left| \begin{matrix} 0,010^{(1)} \\ 0,015^{(2)} \end{matrix} \right. \quad (312)$$

mit

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) \quad (313)$$

2) Äußere Einschränkungen  $E_a$  — Querschnitte außerhalb der Drehzapfen (mit  $n = n_a$ )

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{matrix} 5^{(1)} \\ 7,5^{(2)} \end{matrix} \right.$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (316)$$

wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{matrix} 5^{(1)} \\ 7,5^{(2)} \end{matrix} \right.$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + (q + w) \frac{2n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} + \left| \begin{matrix} 0,025^{(1)} \\ 0,030^{(2)} \end{matrix} \right. \quad (317)$$

mit

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 40 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$$x_1 = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) \quad (318)$$

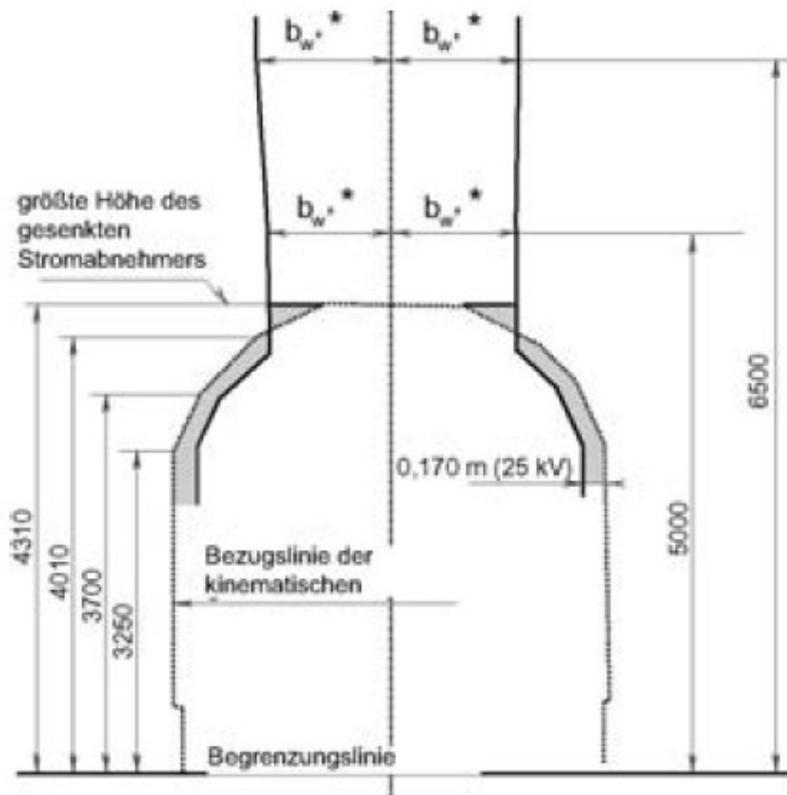
**Anmerkungen:**

(1) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile bis zu einer Höhe von 0,400 m über SO sowie für diejenigen Fahrzeugteile, welche bei Berücksichtigung der angegebenen Abnutzungen und senkrechten Ausschläge unter dieses Maß hinunterreichen können:

(2) Dieser Wert gilt für Fahrzeugteile in einer Höhe von mehr als 0,400 m über SO, außer den in der vorausgehenden Fußnote (1) erwähnten.

**C.3.5 BEZUGSLINIE DER STROMABNEHMER UND DER SPANNUNGSFÜHRENDEN NICHT ISOLIERTEN BAUTEILE AUF DEM DACH**

Bild C19



Maße in mm, wenn nicht anders angegeben

bw = halbe Breite der Wippe

\* = zulässige Verschiebungen. Diese Verschiebungen werden eingehalten, wenn die Bedingungen der Formeln (111) (112) (113) oder (114) für h = 6,50 m und (115) (116) (117) oder (118) für h = 5,00 m erfüllt sind

 Raum, in den nicht isolierte Bauteile, die Spannung führen könnten, nicht hineinragen dürfen.

**Anmerkung:**

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 41 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Für Fahrzeuge, die auf elektrifizierten Strecken verkehren, können die schraffierten Bereiche für die Durchfahrt mit abgesenkter Stromabnehmerwippe ohne Überschreitung der Begrenzungslinie in Anspruch genommen werden.

Auf nicht elektrifizierten Strecken können vorbehaltlich besonderer Studien der Bahnen die gleichen Möglichkeiten vorgesehen werden.

### **C.3.6 MIT DER BEZUGSLINIE VERBUNDENE REGELN ZUR BESTIMMUNG DER BEGRENZUNGSLINIE**

#### **C.3.6.1 Triebfahrzeuge mit Stromabnehmern**

Stromabnehmer in angehobener Stellung

Die vorliegende Norm bezieht sich auf Eigenschaften von Stromabnehmern von Normalspur-Fahrzeugen.

Damit die mit Stromabnehmern ausgerüsteten Triebfahrzeuge die Grenzstellung einhalten können, die sich aus der Bezugslinie gemäß Punkt C.2.4 ergibt, müssen die Eigenschaften dieser Fahrzeuge (Spiele und Neigungskoeffizient des Stromabnehmer tragenden Teils) und die Lage des Stromabnehmers zu den Radsätzen derart sein, dass die Größen  $E'_i$  und  $'_a$  (Stromabnehmer auf 6,5 m über SO angehoben) und  $E''_i$  und  $E''_a$  (Stromabnehmer auf 5 m über SO angehoben) negativ oder gleich Null sind.

Diese Bedingung wird eingehalten, wenn der Fahrzeugquerschnitt, in dem sich die Wippe des Stromabnehmers bewegt, in der Nähe der Quermitte der Drehgestelle liegt, d. h. wenn  $n$  sehr klein oder gleich Null ist.

Die Grenzstellung ist dann bestimmt durch die Bezugslinie der Bauteile auf dem Dach nach Punkt C.2.5. Sie entspricht einer rößten geometrischen Ausragung der Wippe des

Stromabnehmers von  $\frac{2,5}{R}$

a) Vorausberechnungen

Zur Bestimmung von  $E'_i$ ,  $E'_a$ ,  $E''_i$  und  $E''_a$  sind die folgenden Vorausberechnungen erforderlich (1):<sup>3</sup>

$$j'_i = q + w_i - 0,0375 (t^2) \quad (2)_4$$

$$j'_a = q \frac{2n+a}{a} + w_a \frac{n+a}{a} + w_i \frac{n}{a} - 0,0375 (t^2)$$

wenn  $s \leq 0,225$  (allgemeiner Fall)

$$z' = \frac{8}{30}(s - 0,225) + (t - 0,03) + (\tau - 0,01) + 6(\vartheta - 0,005)$$

wenn jedoch  $s > 0,225$ , wird

$$z' = \frac{8}{10}(s - 0,225) + (t - 0,03) + (\tau - 0,01) + 6(\vartheta - 0,005)$$

wenn  $s \leq 0,225$  (allgemeiner Fall)

<sup>3</sup> Für Triebwagen ohne feste Drehzapfen siehe die Anmerkung zu Punkt 2.1.

<sup>4</sup> Ändern sich die Spiele in Abhängigkeit vom Radius der Gleiskrümmung, ist der größte Wert  $w_i$  in Höhe des Drehzapfens (reell oder iktiv) in  $j'_i$  zu verwenden; in  $j'_a$  ist der größte Wert von  $w_a$  und der entsprechende Wert von  $w_i$  zu verwenden.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 42 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$$z'' = \frac{6}{30}s + \sqrt{\left(t \frac{h-h_i}{6,5-h_i}\right)^2 + \tau^2 + (\vartheta(h-h_c))^2 - 0,0925}$$

wenn jedoch  $s > 0,225$ , wird

$$z'' = \frac{6}{10}s + \sqrt{\left(t \frac{h-h_i}{6,5-h_i}\right)^2 + \tau^2 + (\vartheta(h-h_c))^2 - 0,1825}$$

b) Berechnungen für Querschnitte **zwischen** den Endradsätzen oder den Drehzapfen

Ausdrücke für  $E'_i$  und  $E''_i$  (mit  $n = n_i$ )

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 5$$

ist die Einstellung im geraden Gleis ausschlaggebend

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_i = j'_i + z' \quad (111)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_i = j'_i + z'' \quad (115)$$

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 5$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im Gleisbogen ausschlaggebend

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_i + z' \quad (112)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_i + z'' \quad (116)$$

c) Berechnungen für Querschnitte **außerhalb** der Endradsätze oder der Drehzapfen

Ausdrücke für  $E'_a$  und  $E''_a$  (mit  $n = n_a$ )

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 5$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_a = j'_a + z' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (113)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_a = j'_a + z'' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (117)$$

wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 5$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_a + z' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (114)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_a + z'' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (118)$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 43 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

### **C.3.6.2 Triebwagen mit Stromabnehmern**

Die Grenzstellung der Stromabnehmer eines elektrischen Triebwagens mit einem Trieb- und einem Laufgestell muss so bestimmt werden, als ob beide Drehgestelle gleich dem wären, über dem der Stromabnehmer angebracht ist.

### **C.3.6.3 Stromabnehmer in abgesenkter Stellung**

Unter dem Vorbehalt, dass ggf. auch die Bedingungen der Isolierung zu beachten sind, muss der gesenkte Stromabnehmer voll und ganz innerhalb vorgegebenen Begrenzungslinie bleiben.

### **C.3.6.4 Isolationsmarge bei 25kV**

Bei Fahrzeugen, die unter 25 kV fahren sollen, müssen die nicht isolierten Bauteile, die stromführend bleiben können, derart angeordnet werden, dass sie 0,170 m von der Bezugslinie entfernt liegen.

## **C.4 BEGRENZUNGSLINIEN GA, GB, GC**

Gegenüber der Begrenzungslinie G1 haben die Begrenzungslinien GA, GB und GC im oberen Bereich größere Abmessungen.

Ladungen und Schienenfahrzeuge nach den erweiterten Begrenzungslinien GA, GB, GC dürfen nur auf den hierfür zugelassenen Strecken verkehren. Diese Strecken sind dem Infrastrukturregister zu entnehmen.

Güter- und Reisezugwagen, die nach der Begrenzungslinie GA, GB oder GC gebaut wurden, sind durch eine Anschrift wie in Anhang B32 festgelegt zu kennzeichnen (bleibt als Offener Punkt).

### **C.4.1 BEZUGSLINIEN DER STATISCHEN BEGRENZUNGSLINIEN UND DAZUGEHÖRIGE REGELN**

Die statischen Bezugslinien GA, GB und GC (siehe Bild C20) und die dazugehörigen Regeln sind ausschließlich für die Ermittlung des größten Umrisses von Ladungen vorgesehen. Sie gelten nur unter der Voraussetzung, dass der Leistungskoeffizient des Gesamtsystems Güterwagen und Ladung nicht den der Musterladung mit folgenden Eigenschaften überschreitet:

$$q+w=0,023 \text{ m}; p = 1,8\text{m}; d = 1,41\text{m};$$

$$J = 0,005\text{m} \quad \eta_0 < 1^\circ \quad h_c = 0,5\text{m}$$

$$s = 0,3$$

§

vertikale Schwingungen 0,03m (GA, GB); 0,05m (GC)

Unter Berücksichtigung der Zentriertoleranzen dürfen die halben Breiten der Ladungen höchstens gleich den halben Breiten der um die nachstehenden Werte  $E_i$  und  $E_a$  verringerten Bezugslinien sein.

Bezugslinien der statischen Begrenzungslinien GA, GB und GC (Ladebegrenzungslinien)

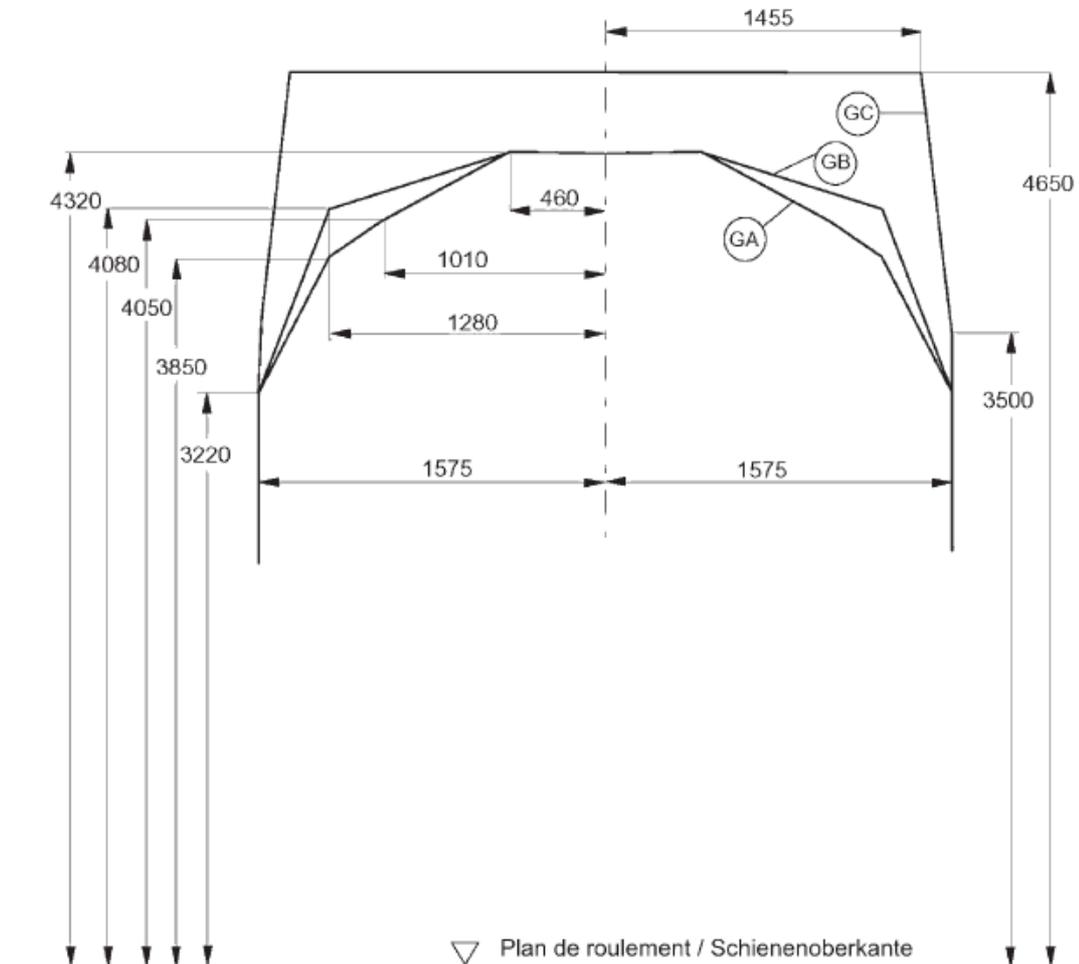
 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 44 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Fig. C20



Anmerkung: Bis zu einer Höhe von 3 220 mm entspricht die statische Bezugslinie der Begrenzungslinien GA, GB, GC der tatsächlichen Begrenzungslinie G1.

#### C.4.1.1 Statische Begrenzungslinien GA und GB

- **Höhe  $h \leq 3,22\text{m}$ .** Die anzuwendenden Einschränkungsformeln für  $E_i$  und  $E_a$  entsprechen dem Formeln für die statische Begrenzungslinie G1.
- **Höhe  $h > 3,22\text{m}$ .** Die anzuwendenden Einschränkungsformeln für  $E_i$  und  $E_a$  sind folgende:

a) Für die Querschnitte zwischen den Drehzapfen oder den Endradsätzen der Fahrzeuge ohne Drehgestelle

Wenn

$$\left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5 + 32,5k \quad \Delta_1 = 7,5 + 32,5k$$

Wenn

$$\left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right) > 7,5 + 32,5k \quad \Delta_1 = an - n^2 + \frac{p^2}{4}$$

$$E_i = \left[ \frac{\Delta_1}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + x_{i>0} - 0,075 - 0,065k \right]_{>0} \quad (601)$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 45 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

mit

$$x_1 = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right);$$

$k =$  (siehe Tabelle 1)

b) Für die Querschnitte außerhalb der Drehzapfen oder der Endradsätze der Fahrzeuge ohne Drehgestelle

Wenn

$$\left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5 + 32,5k \quad \Delta_a = 7,5 + 32,5k$$

Wenn

$$\left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) > 7,5 + 32,5k \quad \Delta_a = an + n^2 - \frac{p^2}{4}$$

$$E_a = \left[ \frac{\Delta_a}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + x_{a>0} - 0,075 - 0,065k \right]_{>0} \quad (602)$$

mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 100 \right);$$

$k =$  (siehe Tabelle 1)

TABELLE 1:

BEGRENZUNGSLINIE GA

Wenn

$$3,22 < h < 3,85 \text{ m, } k = \frac{h - 3,22}{0,63}$$

Wenn

$$h \geq 3,85 \text{ m, } k = 1$$

BEGRENZUNGSLINIE GB

Wenn

$$3,22 < h < 4,08 \text{ m, } k = \frac{h - 3,22}{0,86}$$

Wenn

$$h \geq 4,08 \text{ m, } k = 1$$

#### C.4.1.2 Statische Begrenzungslinie GC

Unabhängig von der Höhe  $h$  sind die Einschränkungsformeln  $E_i$  und  $E_a$  für die statische Begrenzungslinie G1 anzuwenden.

#### C.4.2 BEZUGSLINIEN DER KINEMATISCHEN BEGRENZUNGSLINIEN UND DAZUGEHÖRIGE REGELN

Die kinematischen Bezugslinien GA, GB und GC, (siehe Bild C21) und die dazugehörigen Regeln ermöglichen anhand der Begrenzungslinie G1 die einheitliche Ermittlung der größten Abmessungen der Fahrzeuge.

Für konkret definierte Ladungen dürfen die Regeln der kinematischen Berechnungsweise



OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

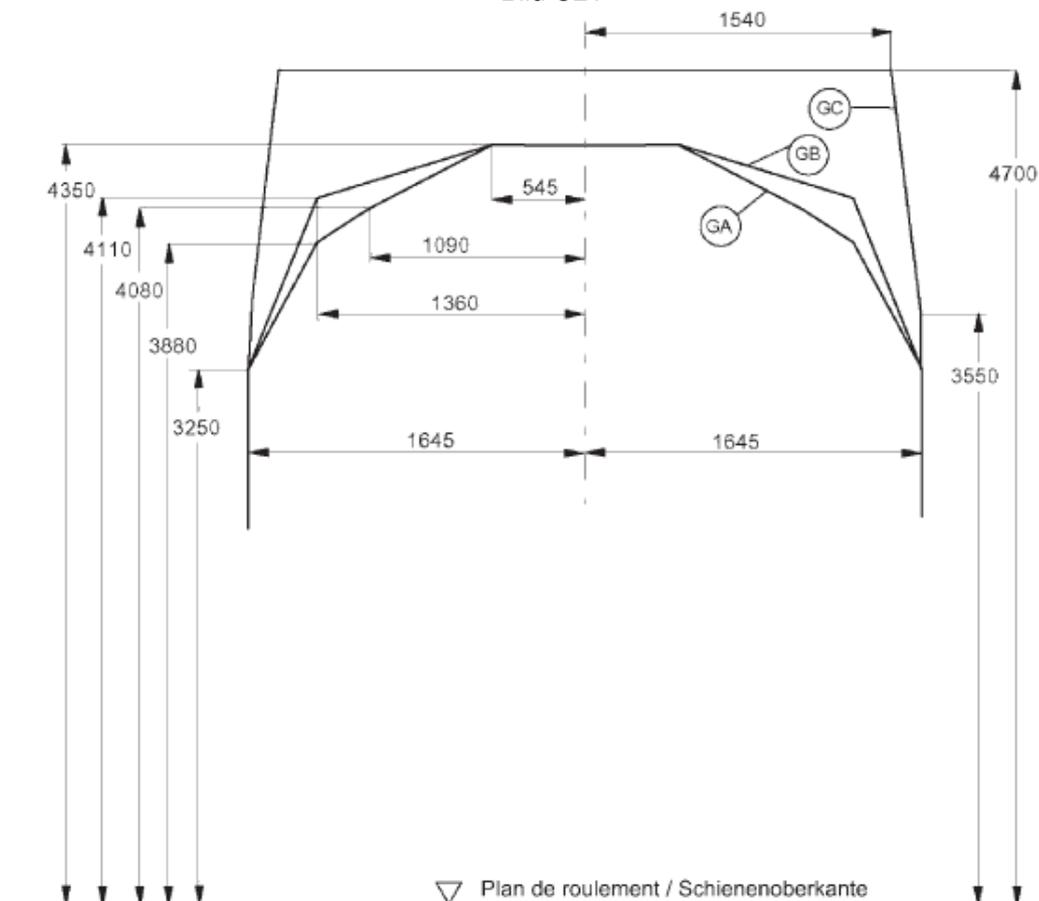
angewendet werden.

Unter konkret definierten Ladungen sind zu verstehen: auswechselbare Ladeeinheiten mit bekannten Abmessungen wie Container und Wechselbehälter, die auf Tragwagen mit Aufsetzzapfen befördert werden, und Sattelaufleger mit Luftfedern im entlüfteten Zustand oder mit mechanischer Federung (mit bekanntem Neigungskoeffizienten), die auf Taschenwagen befördert werden.

Unter diesen Bedingungen ist die Einheit Wagen-Ladung wie ein einzelner Wagen normaler Bauweise anzusehen.

Bezugslinien der kinematischen Begrenzungslinien GA, GB und GC

Bild C21



Anmerkung: Bis zu einer Höhe von 3 220 mm entspricht die Bezugslinie der Begrenzungslinien GA, GB, GC der Bezugslinie G1.

#### C.4.2.1 Triebfahrzeuge (ohne Triebwagen)

##### C.4.2.1.1 Kinematische Begrenzungslinien GA und GB

- **Höhe  $h \leq 3,25$  m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1.
- **Höhe  $h > 3,25$  m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1 mit Ausnahme der nachstehend unter a) und b) aufgeführten Fälle:

a) Fahrzeuge, bei denen das Spiel  $w$  unabhängig von der Gleiskrümmung ist oder sich linear mit ihr verändert.

1) Bei Querschnitten **zwischen** den Drehzapfen oder Endradsätzen der Fahrzeuge ohne Drehgestelle

Wenn

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 47 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) \leq 7,5 + 32,5k$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (603)$$

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) > 7,5 + 32,5k$$

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + x_{i>0} - 0,030 - 0,065k \quad (604)$$

mit

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

k und z= (siehe Tabelle 2)

2) Bei Querschnitten außerhalb der Drehzapfen oder der Endradsätze der Fahrzeuge ohne Drehgestelle

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 7,5 + 32,5k$$

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + W_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (605)$$

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (W_{\infty} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{i(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 7,5 + 32,5k$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + x_{a>0} - 0,030 - 0,065k \quad (606)$$

mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k) \right) + (W_{i(150)} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{a(150)} - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a}$$

k und z= (siehe Tabelle 2)

b) Fahrzeuge, bei denen sich das Spiel w nichtlinear zur Gleiskrümmung verändert.

1) Für Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen oder Endradsätzen der Fahrzeuge ohne Drehgestelle

Für jeden Punkt des Fahrzeugs ist die sich bei Anwendung der oben genannten

- Formel (603)
- der nachstehenden Formeln (607) und (608) ergebende größte Einschränkung E<sub>i</sub> anzuwenden, wobei der Wert von R maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - (7,5 + 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (607)$$

mit

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 48 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$\infty > R \geq 250 \text{ m}$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,170 - 0,065k \quad (608)$$

mit  $250 > R \geq 150 \text{ m}$

$k$  und  $z =$  (siehe Tabelle 2)

2) Für die Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen oder der Endradsätze der Fahrzeuge ohne Drehgestelle

Für jeden Punkt des Fahrzeugs ist die sich bei Anwendung der

– oben genannten Formel (605)

der nachstehenden Formeln (609) und (610) ergebende größte Einschränkung  $E_a$  anzuwenden, wobei der Wert von  $R$  maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (7,5 + 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (609)$$

mit

$\infty > R \geq 250 \text{ m}$

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,210 - 0,105k \quad (610)$$

mit:  $250 > R \geq 150 \text{ m}$

$k$  und  $z =$  (siehe Tabelle 2)

TABELLE 2:

BEGRENZUNGSLINIE GA

Wenn

$$3,25 < h < 3,38, k = \frac{h - 3,25}{0,63}$$

Wenn

$$h \geq 3,88 \text{ m}, k = 1$$

BEGRENZUNGSLINIE GB

wenn

$$3,25 < h < 4,11, k = \frac{h - 3,25}{0,86}$$

Wenn

$$h \geq 4,11 \text{ m}, k = 1$$

$$z = \left[ \frac{s}{30} + \tan(\eta_0 - 1^\circ) \right]_{>0} (h - h_c) + \left[ \frac{s}{10} (h - h_c) - (0,04 - 0,01k)(h - 0,5) \right]_{>0}$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 49 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

#### C.4.2.1.2 Kinematische Begrenzungslinie GC

Unabhängig von der Höhe h sind die Formeln der Bezugslinie G1 anzuwenden.

#### C.4.2.2 Triebwagen

##### Anmerkung :

Die Besonderheiten der Begrenzungslinie von Triebwagen, die mit Trieb- oder Laufdrehgestellen ausgerüstet sind, sind § 3.4.2 zu entnehmen.

#### C.4.2.2.1 Kinematische Begrenzungslinie GA und GB

- **Höhe h ≤ 3,25m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1.
- **Höhe h > 3,25m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1 mit Ausnahme der nachstehenden Formeln:
- Triebwagen, die nur über Triebdrehgestelle verfügen: es gelten die Formeln gemäß Punkt 3.4.1 (Triebfahrzeuge)
- Triebwagen, die nur über Laufdrehgestelle verfügen: es gelten die Formeln gemäß Punkt 3.4.3 (Reisezugwagen und Gepäckwagen)
- Triebwagen mit einem Triebdrehgestell und einem Laufdrehgestell: Einschränkungformeln gemäß Punkt 3.4.1 können entweder unverändert angewendet werden oder durch die nachstehenden Formeln ersetzt werden, die dem Fahrzeughersteller geringfügig in der Mitte und am Ende des Wagenkastens entgegenkommen.

a) **Zwischen** den Drehzapfen (i)<sup>5</sup>

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \frac{a - n_\mu}{a} + w'_\infty \frac{n_\mu}{a} + z - 0,015 \quad (603a)$$

$$E_i = \frac{an_\mu + n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_\mu}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{a - n_\mu}{a} + q + w_{i(250)} \frac{a - n_\mu}{a} + w'_{i(250)} \frac{n_\mu}{a} + z + x_{i>0} - 0,015 - 0,015 \frac{a - n_\mu}{a} - 0,065k \quad (604a)$$

mit

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_\mu}{a} - 100 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{a - n_\mu}{a} + (w'_{i(250)} - w'_{i(150)}) \frac{n_\mu}{a}$$

k und z= (siehe Tabelle 2)

b) Außerhalb der Drehzapfen, beim Triebdrehgestell (i)

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (605b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n + a}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w'_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + x_{i>0} - 0,030 - 0,065k \quad (606b)$$

Mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4} \frac{n + a}{a} - (120 - 20k) \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w'_{a(150)} - w'_{a(250)}) \frac{n + a}{a}$$

k und z= (siehe Tabelle 2)

**Bem.**

<sup>5</sup> Die für einen bestimmten Wert von n maßgebende Einschränkung ist die größte von denen, die sich aus den folgenden Formeln ergeben: (603a) und (604a)

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 50 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

(1) Dieser Wert gilt für alle Teile, die sich höchstens 0,400 m über der Lauffläche befinden, und für diejenigen, die sich infolge von Abnutzung und vertikalen Bewegungen noch tiefer befinden können.

#### C.4.2.2.2 Kinematische Begrenzungslinie GC

Unabhängig von der Höhe h sind die Formeln der Bezugslinie G1 anzuwenden.

#### C.4.2.3 Reisezugwagen und Gepäckwagen

##### C.4.2.3.1 Kinematische Begrenzungslinien GA und GB

- **Höhe h ≤ 3,25 m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1.
- **Höhe h > 3,25 m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1 mit Ausnahme der nachstehenden Formeln der Fälle a) und b):

a) Fahrzeuge, bei denen das Spiel w unabhängig von der Gleiskrümmung ist bzw. sich linear mit ihr verändert.

1) Bei Querschnitten **zwischen** den Drehzapfen

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) + 32,5k$$

$$E_i = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w + z - 0,015 \right) \quad (611)$$

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) + 32,5k$$

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + x_{i>0} - 0,015 - 0,065k \quad (612)$$

Mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

k und z= (siehe Tabelle 3)

2) Bei Querschnitten **außerhalb** der Drehzapfen

wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (613)$$

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + x_{a>0} - 0,030 - 0,065k \quad (614)$$

Mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k) \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a}$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 51 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$k$  und  $z$ = (siehe Tabelle 3)

b) Fahrzeuge, bei denen sich das Spiel  $w$  nichtlinear zur Gleiskrümmung verändert

1) Bei Querschnitten **zwischen** den Drehzapfen

Für jeden Punkt des Fahrzeugs ist die sich bei Anwendung der:

- oben genannten Formel (611)
- der nachstehenden Formeln (615) und (616) ergebende größte Einschränkung  $E_i$  anzuwenden, wobei der Wert von  $R$  maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - (7,5 + 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (615)$$

Mit

$\infty > R \geq 250$  m

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z + 0,185 - 0,065k \quad (616)$$

mit  $250 > R \geq 150$  m

$k$  und  $z$  = (siehe Tabelle 3)

2) Bei Querschnitten **außerhalb** der Drehzapfen

Für jeden Punkt des Fahrzeugs ist die sich bei Anwendung der:

- oben genannten Formel (613)
- der nachstehenden Formeln (617) und (618) ergebende größte Einschränkung  $E_a$  anzuwenden, wobei der Wert von  $R$  maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (7,5 - 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (617)$$

Mit

$\infty > R \geq 250$  m

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z - 0,120 - 0,105k \quad (618)$$

mit  $250 > R \geq 150$  m

$k$  und  $z$ = (siehe Tabelle 3)

TABELLE 3:

BEGRENZUNGSLINIE GA

Wenn

$$3,25 < h < 3,88 \text{ m, } k = \frac{h - 3,25}{0,63}$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		ETV WAG - C Seite 52 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

wenn  $h \geq 3,88$  m,  $k = 1$

BEGRENZUNGSLINIE GB

wenn

$$3,25 < h < 4,11 \text{ m, } k = \frac{h - 3,25}{0,86}$$

wenn  $h \geq 4,11$  m,  $k = 1$

$$z = \left[ \frac{s}{30} + \tan(\eta_0 - 1^\circ) \right]_{>0} (h - h_c) + \left[ \frac{s}{10} (h - h_c) - (0,04 - 0,01k)(h - 0,5) \right]_{>0}$$

#### C.4.2.3.2 Kinematische Begrenzungslinie GC

Unabhängig von der Höhe  $h$  sind die Formeln der Bezugslinie G1 anzuwenden.

#### C.4.2.4 Güterwagen

##### C.4.2.4.1 Kinematische Begrenzungslinien GA und GB

- **Höhe  $h \leq 3,25$  m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1.
- **Höhe  $h > 3,25$  m.** Die anzuwendenden Formeln sind die der Bezugslinie G1 mit Ausnahme der nachstehend für die Fälle a) und b) aufgeführten Formeln:

a) Fahrzeuge ohne Drehgestelle

Für die Querschnitte **zwischen** den Endradsätzen:

Wenn

$$an - n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (619)$$

Wenn

$$an - n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + z - 0,030 - 0,065k \quad (620)$$

mit  $k$  und  $z =$  (siehe Tabelle 4)

Für die Querschnitte **außerhalb** der Endradsätze

Wenn

$$an + n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (621)$$

Wenn

$$an + n^2 > 7,5 + 32,5 k$$

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,030 - 0,065k \quad (622)$$

mit  $k$  und  $z =$  (siehe Tabelle 4)

b) Fahrzeuge mit Drehgestellen

Für die Querschnitte **zwischen** den Endradsätzen

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) + 32,5k$$

**OTIF****FAHRZEUGE  
GÜTERWAGEN – ANLAGE C**ETV WAG - C  
Seite 53 von 89Status: **ANTRAG**

Fassung: 01

Ref.: A 94-02-C/2.2011

Original: EN

Datum: 11.07.2011

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w + z - 0,015 \quad (623)$$

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) + 32,5k$$

$$E_i = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + x_{i>0} - 0,015 - 0,065k \quad (624)$$

mit

$$x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

 $k$  und  $z =$  (siehe Tabelle 4)Für die Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (625)$$

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + (q + w) \frac{2n + a}{a} + z + x_{a>0} - 0,030 - 0,065k \quad (614)$$

Mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k) \right)$$

 $k$  und  $z =$  (siehe Tabelle 4)

TABELLE 4:

BEGRENZUNGSLINIE GA

Wenn

$$3,25 < h < 3,88 \text{ m, } k = \frac{h - 3,25}{0,63}$$

wenn  $h \geq 3,88 \text{ m, } k = 1$ 

BEGRENZUNGSLINIE GB

Wenn

$$3,25 < h < 4,11 \text{ m } k = \frac{h - 3,25}{0,86}$$

wenn  $h \geq 4,11 \text{ m, } k = 1$ 

$$z = \left[ \frac{s}{30} + \tan \left( \eta_0 + \arctan \frac{(j - 0,005) > 0}{b_G} \right) (1 + s) - 1 \right]_{>0} (h - h_c)^{>0} + \left[ \frac{s}{10} (h - h_c) - (0,04 - 0,01k)(h - 0,05) \right]_{>0}$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		ETV WAG - C Seite 54 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

#### **C.4.2.4.2 Kinematische Begrenzungslinie GC**

Unabhängig von der Höhe h sind die Formeln der Bezugslinie G1 anzuwenden.

### **C.5 BEGRENZUNGSLINIEN, FÜR DIE ES BI- ODER MULTILATERALER VEREINBARUNGEN BEDARF**

Die Infrastrukturbetreiber der verschiedenen Länder können untereinander bi- oder multilaterale Vereinbarungen treffen, um den Einsatz von Fahrzeugen, die nicht nach den Begrenzungslinien G1, GA, GB, GC gebaut wurden, begrenzt auf einem Teil ihres Netzes oder auf allen Strecken zu genehmigen.

Für den Abschluss solcher Vereinbarungen reicht die Festlegung einer kinematischen Bezugslinie und der dazugehörigen Regeln aus.

#### **C.5.1 BEGRENZUNGSLINIE G2**

##### **C.5.1.1 Bezugslinie der statischen Begrenzungslinie G2**

Einige Bahnen<sup>6</sup> erlauben auf ihren jeweiligen Strecken, auf denen die Regeln für die statische Bezugslinie G1 gelten, den Verkehr von Ladungen auf der Grundlage der nachstehenden Bezugslinie des Bildes C22.

<sup>6</sup> Zugelassen von: HSH, GySEV, BHEV, PKP, BDZ, CFR, CD, ZSR, MAV, JZ, CH, TCDD, DB, ÖBB, CFL, NS, DSB, CFS, BV, IRR, mit Ausnahme der Bahnhöfe von:

JZ: Divaca, Sezana, Hrpelje-Kozina, Koper, Kilovce, Ilirska, Bistrica, Sapljane, Jurdani, Opatija-Matulji, Rijeka,

MAV: Budapest-Déli pu.-Budapest.Kelenföld

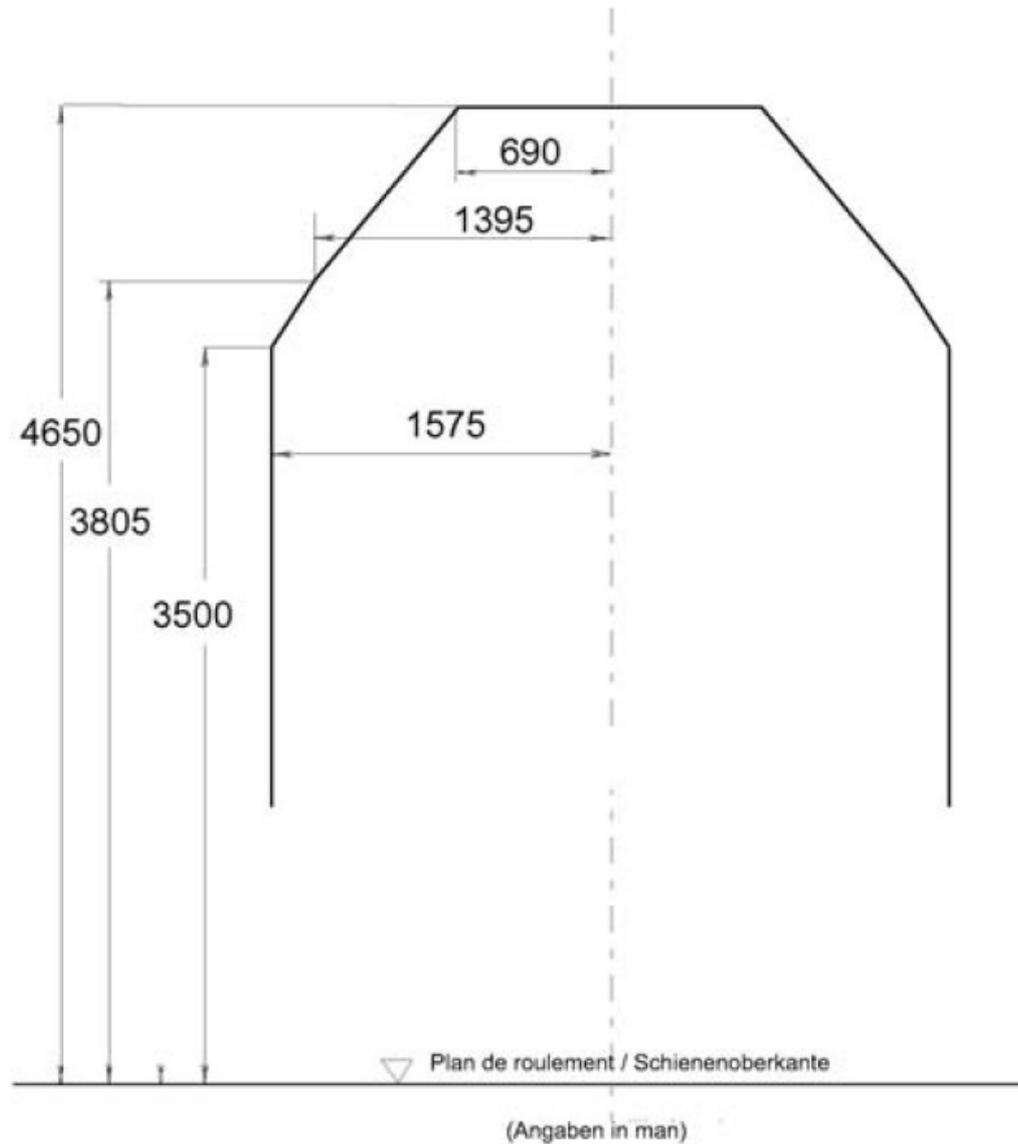
 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 55 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011
			Datum: 11.07.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C22



Es sind die Regeln für die statische Bezugslinie G1 anzuwenden.

#### C.5.1.2 Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie G2

Für die Anwendung der Bestimmungen zu den kinematischen Begrenzungslinien gilt die nachstehende kinematische Bezugslinie als gleichwertig.

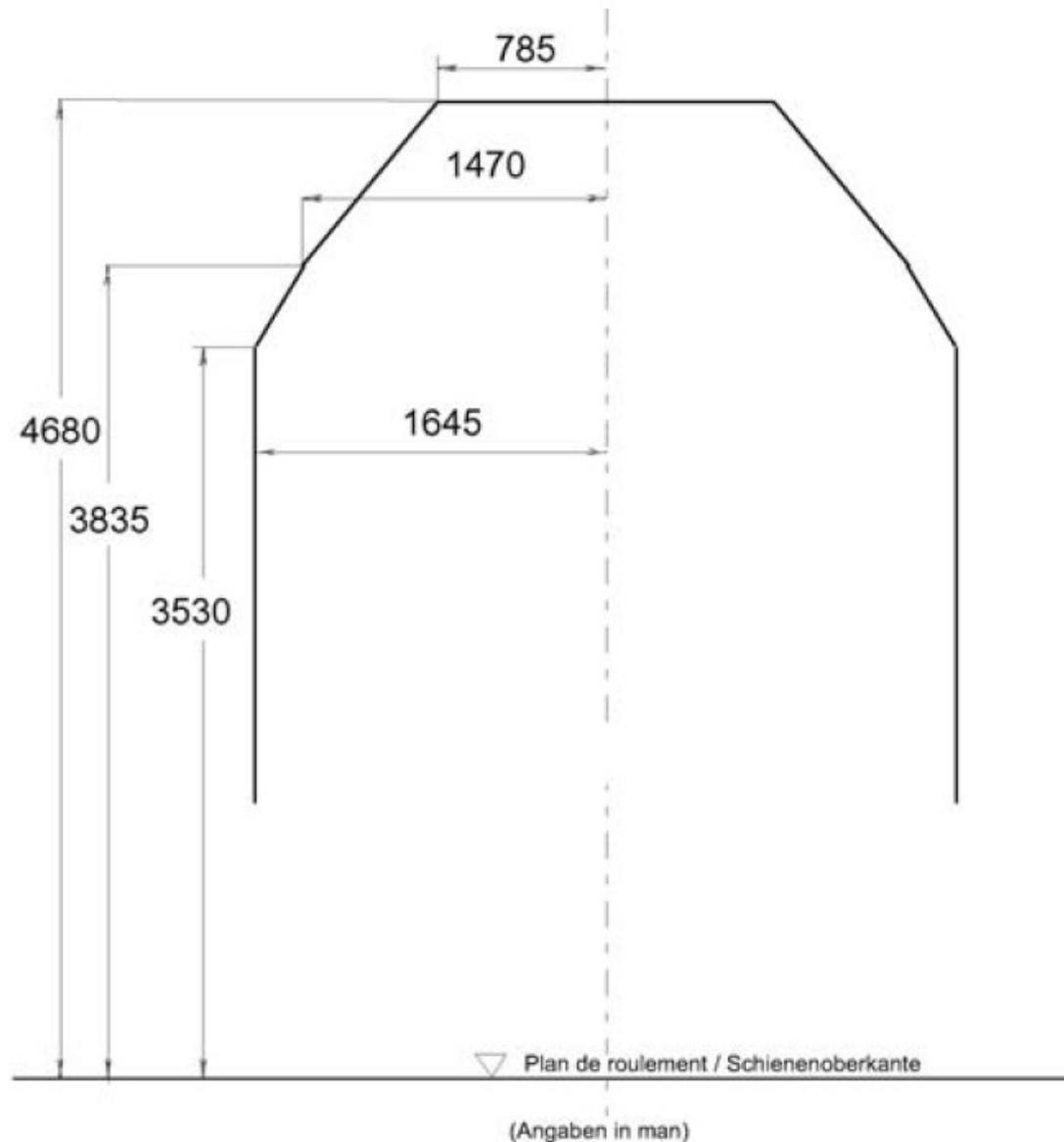
 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 56 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C23



## C.5.2 BEGRENZUNGSLINIEN GB1 UND GB2

### C.5.2.1 Allgemeines

Die Begrenzungslinien GB1 und GB2 wurden auf der Grundlage bestimmter seit 1989 aufgetretener Anforderungen an den KLV erstellt.

Im Hinblick auf die Anwendung der Begrenzungslinien GB1 und GB2 bedarf es des Abschlusses bi- und multilateraler Vereinbarungen unter den Infrastrukturbetreibern.

### C.5.2.2 Statische Bezugslinien GB1 und GB2 (Ladebegrenzungslinien)

Statische Bezugslinie GB1

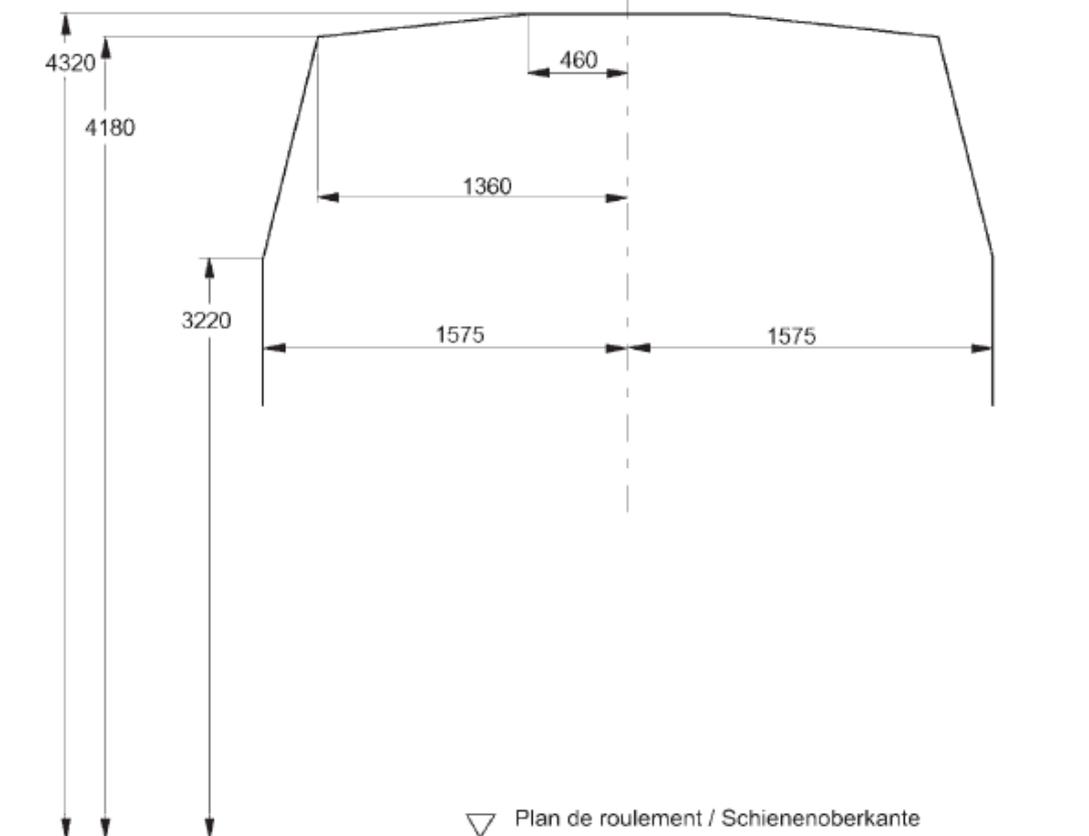
Bild C24

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 57 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>



**Anmerkung:**

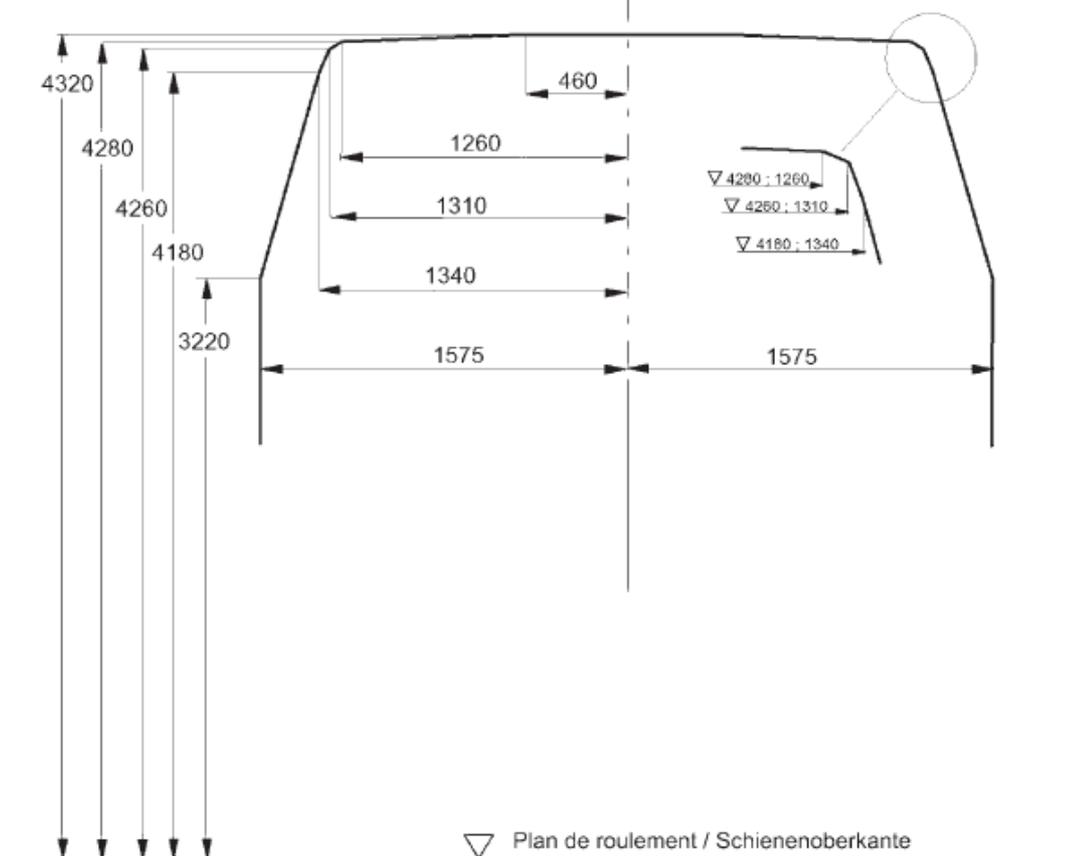
Bis zu einer Höhe von 3 220 mm entspricht die Bezugslinie der Begrenzungslinie GB1 der Begrenzungslinie G1. Statische Bezugslinie GB2  
Bild C25

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 58 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>



**Anmerkung:**

Bis zu einer Höhe von 3 220 mm entspricht die Bezugslinie der Begrenzungslinie GB2 der Begrenzungslinie G1.

**C.5.2.3 Regeln der statischen Bezugslinien GB1 und GB2**

Die anzuwendenden Regeln sind die der Begrenzungslinie GB mit Ausnahme des in Tabelle 1 angegebenen Koeffizienten k, dessen Wert in der nachstehenden Tabelle aufgeführt ist:

BEGRENZUNGSLINIE GB1 und GB2

Wenn

$$3,22 < h < 4,18 \text{ m, } k = \frac{h - 3,22}{0,96}$$

Wenn  $h \geq 4,18 \text{ m, } k = 1$

**C.5.2.4 Kinematische Bezugslinien GB1 und GB2**

Kinematische Bezugslinie GB1

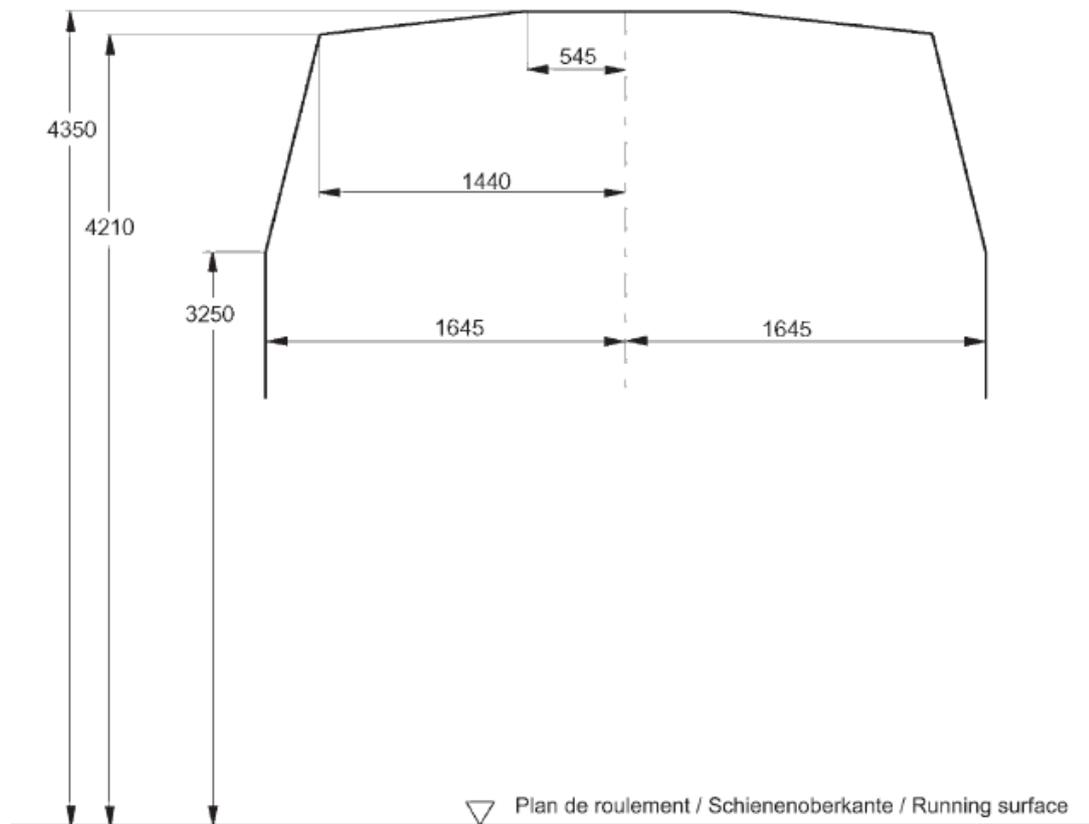
Bild C26

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 59 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>



**Anmerkung:**

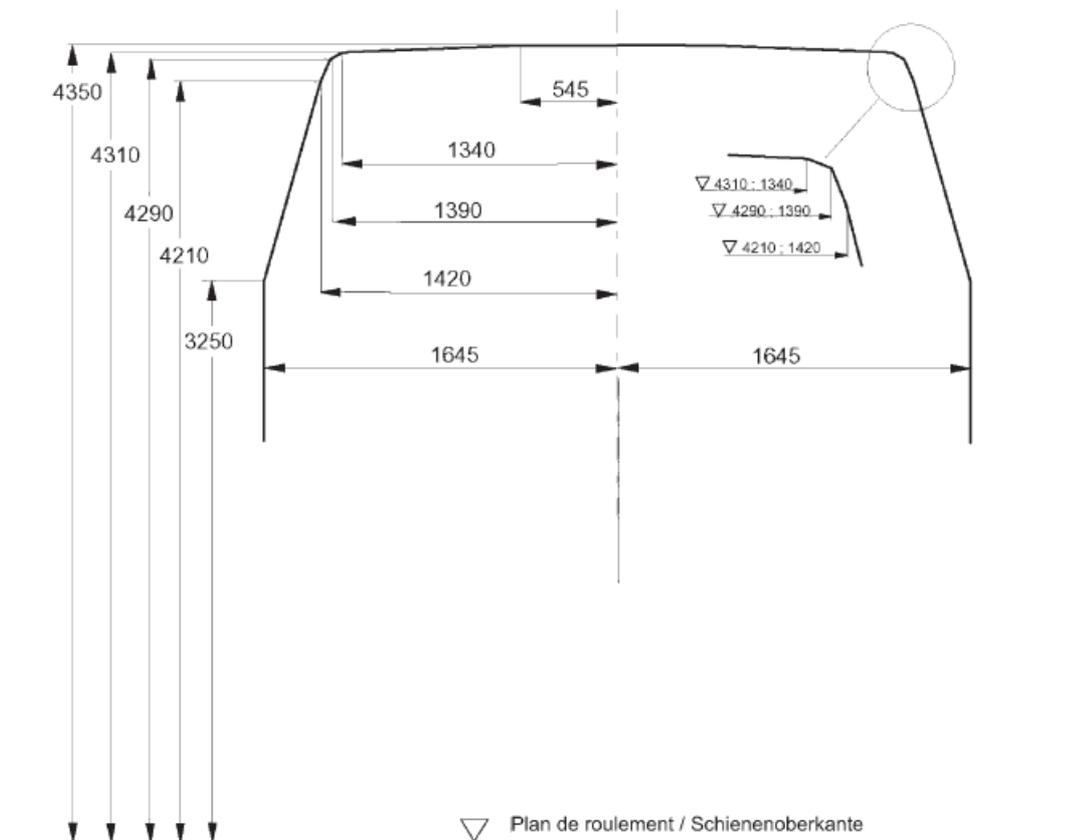
Bis zu einer Höhe von 3 220 mm entspricht die Bezugslinie der Begrenzungslinie GB1 der Begrenzungslinie G1. Kinematische Bezugslinie GB2  
Bild C27

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 60 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>



#### Anmerkung:

Bis zu einer Höhe von 3 220 mm entspricht die Bezugslinie der Begrenzungslinie GB2 der Begrenzungslinie G1.

#### C.5.2.5 Regeln zu den kinematischen Bezugslinien GB1 und GB2

Anzuwenden sind die für die Begrenzungslinie GB geltenden Regeln mit Ausnahme des in den Tabellen 2, 3 und 4 angegebenen Koeffizienten  $k$ , dessen Wert in der nachstehenden Tabelle aufgeführt ist:

BEGRENZUNGSLINIE GB1 und GB2

Wenn

$$3,25 < h < 4,21 \text{ m, } k = \frac{h - 3,25}{0,96}$$

wenn  $h \geq 4,21 \text{ m, } k = 1$

#### C.5.3 BEGRENZUNGSLINIE 3.3

##### C.5.3.1 Allgemeines

Die kinematische Begrenzungslinie 3.3 ist für Relationen auf dem französischen Streckennetz zu verwenden.

Diese Begrenzungslinie bietet im Vergleich zu Begrenzungslinie G1 zusätzlichen Raum im oberen Bereich. Sie ist bei Fahrzeugen (z. B. Doppelstockreisezugwagen) anzuwenden, die nur auf Strecken fahren, die für die Begrenzungslinie 3.3 zugelassen sind.

Begrenzungslinie 3.3 betrifft nur den oberen Bereich der Bezugslinie in einer Höhe von 3,25 m über SO. Der untere Teil ist der gleiche wie bei Begrenzungslinie G1. Wie jede

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 61 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

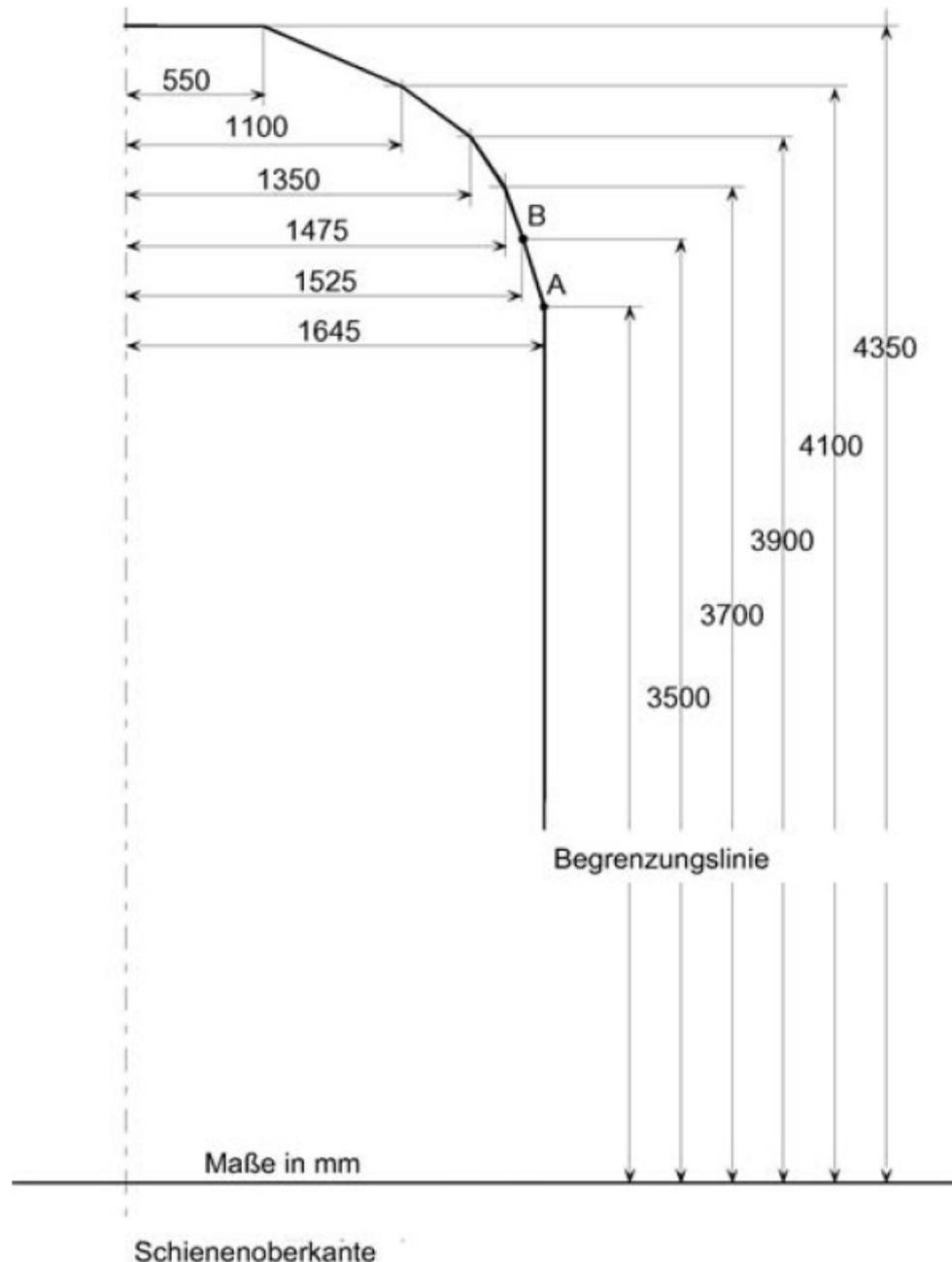
Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Begrenzungslinie besteht auch sie aus einer Bezugslinie und den dazugehörigen Regeln.

### C.5.3.2 Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie 3.3

Bild C28



### C.5.3.3 Regeln zur Bezugslinie zur Ermittlung der Fahrzeugbegrenzungslinie

Die Regeln zur Bezugslinie der Begrenzungslinie 3.3 entsprechen bis auf die nachstehend aufgeführten besonderen Punkte denen der Begrenzungslinie G1:

- Zulässige Ausladungen  $S_0$  (S)
- Quasistatische Verschiebungen z.

#### C.5.3.3.1 Zulässige Ausladungen $S_0$ (S)

Für Bereiche in einer Höhe über 3,5 m über SO beträgt der Wert der Ausladung  $S_0$ , der in Abhängigkeit vom Gleisbogen bei den Berechnungen der Einschränkungen  $E_i$  und  $E_a$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 62 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

- unabhängig vom Fahrzeugtyp zu berücksichtigen ist,  $\frac{37,5}{R}$
- Die tatsächlichen Ausladungen S dürfen somit folgende Werte von So nicht überschreiten:
  - in einem Gleisbogen von 250 m: 0,15 m
  - in einem Gleisbogen von 150 m: 0,25 m

Darüber hinaus wird der Wert So im geraden Gleis auf 0,015 m festgelegt.

- Für die Teile oberhalb 3,250 m und unterhalb 3,500 m über SO, die Teile zwischen den Höhen A und B der Bezugslinie, gibt es keine Regeln für die Festlegung des Wertes So der größten Ausladung. Die Bestimmung der Fahrzeugbegrenzungslinie zwischen diesen Höhen erfolgt durch Verbindung des Punktes der Fahrzeugbegrenzungslinie entsprechend Höhe A und ermittelt durch Berechnung der Einschränkungen auf der Grundlage der Ausladungen gemäß den Regeln der Begrenzungslinie G1, mit dem Punkt der Fahrzeugbegrenzungslinie entsprechend Höhe B und ermittelt durch Berechnung der Einschränkungen auf der Grundlage der oben genannten Ausladungen.
- Für die Teile unterhalb von 3,250 m über SO sollte die allgemeine Regel der Begrenzungslinie G1 angewandt werden.

#### C.5.3.3.2 Quasistatische Verschiebungen z

Für die abgefederten Teile in einer Höhe h, beträgt der Wert z:

$$Z = \left[ \frac{S}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] |h - h_{c1}| + \left[ \frac{S}{10} |h - h_{c1}| - 0,03 |h - 0,5|_{>0} \right]_{>0}$$

#### C.5.3.4 Einschränkungformeln

Geltende Einschränkungformeln für:

- Triebfahrzeuge (Lokomotiven, Triebköpfe) Punkt C.5.3.4.1
- Triebwagen Punkt C.5.3.4.2
- Reisezugwagen Punkt C.5.3.4.3

#### C.5.3.4.1 Einschränkungformeln für Triebfahrzeuge (Masse in Metern)

Triebfahrzeuge, bei denen das Spiel w unabhängig von der Gleiskrümmung ist oder sich linear mit ihr verändert

Innere Einschränkungen Ei (mit  $n = n_i$ )

Querschnitte **zwischen** den Endradsätzen der Triebfahrzeuge ohne Drehgestelle oder zwischen den Drehzapfen der Triebfahrzeuge mit Drehgestellen.

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_\infty - W_{i(250)}) \leq 67,5$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + W_\infty + z - 0,015 \quad (101)$$

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_\infty - W_{i(250)}) > 67,5$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:



OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + i_{(250)} + Z + [x_i]_{>0} - 0,150 \quad (102)$$

$$\text{with } x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75 \right) + W_{i(150)} - W_{i(250)} \quad (103)$$

Äußere Einschränkungen  $E_a$  (mit  $n = n_a$ )

Querschnitte **außerhalb** der Endradsätze der Triebfahrzeuge ohne Drehgestelle oder außerhalb der Drehzapfen der Triebfahrzeuge mit Drehgestellen.

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (W_\infty - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_\infty - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 67,5$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + W_\infty \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (106)$$

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (W_\infty - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_\infty - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 67,5,$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + W_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (107)$$

$$\text{mit } x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 75 \right) + (W_{i(150)} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{a(150)} - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (108)$$

Triebfahrzeuge, bei denen das Spiel  $w$  nichtlinear von der Gleiskrümmung abhängt (Ausnahmefall)

Für jeden Querschnitt des Triebfahrzeugs ist die sich bei Anwendung der Formeln (101) oder (106) ergebende größte Einschränkung anzuwenden, wobei der Wert von  $R$  maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

Innere Einschränkungen  $E_i$  (mit  $n = n_i$ )

Wenn

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (104)$$

Wenn  $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z \quad (105)$$

In der Praxis sind die Formeln (105) und (110) nicht von Bedeutung, die Veränderung des Spiels  $w$  bei gleisbogenabhängigen Anschlägen tritt bei  $R > 250$  m ein.

Wenn

$$\infty > R \geq 250$$



OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Wenn  $250 > R \geq 150$ 

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z$$

Äußere Einschränkungen  $E_a$  (mit  $n = n_a$ )

Wenn

 $\infty > R \geq 250$ 

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (109)$$

Wenn  $250 > R \geq 150$ 

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left( \frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z \quad (110)$$

**C.5.3.4.2 Einschränkungsformeln für Triebwagen (Masse in Metern) \***

Für Triebwagen mit einem Trieb- und einem Laufdrehgestell (siehe Tabelle der Begrenzungslinie G1):

Innere Einschränkungen  $E_{i(1)}$ Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen

$$E_i = \frac{1,465-d}{2} + q + W_{\infty} \frac{a-n_{\mu}}{a} + W'_{\infty} \frac{n_{\mu}}{a} + z - 0,015 \quad (101a)$$

$$E_i = \frac{an_{\mu} - n_{\mu}^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a-n_{\mu}}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_{\mu}}{a}}{500} + \frac{1,465-d}{2} \frac{a-n_{\mu}}{a} + q + W_{i(250)} \frac{a-n_{\mu}}{a} + W'_{i(250)} \frac{n_{\mu}}{a} + z + [x_i]_{>0} - 0,150 \quad (102a)$$

mit

$$x_i = \frac{1}{750} \left[ an_{\mu} - n_{\mu}^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a-n_{\mu}}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_{\mu}}{a} - 75 \right] + (W_{i(150)} - W_{i(250)}) \frac{a-n_{\mu}}{a} + (W'_{i(150)} - W'_{i(250)}) \frac{n_{\mu}}{a} \quad (103a)$$

Äußere Einschränkungen  $E_{a(2)}$  am Triebdrehgestell (in Fahrtrichtung vorne)Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen (mit  $n = n_a$ )

$$E_a = \left[ \frac{1,465-d}{2} + q \right] \frac{2n+a}{a} + W_{\infty} \frac{n+a}{a} + W'_{\infty} \frac{n}{a} + z - 0,015 \quad (106a)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n+a}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465-d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + W'_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (107a)$$

mit

$$x_a = \frac{1}{750} \left[ an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n+a}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n}{a} - 75 \right] + (W'_{i(150)} - W'_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{a(150)} - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (108a)$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 65 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

(1), (2) Die für einen bestimmten Wert von n maßgebende Einschränkung ist die größte von denen, die sich aus den folgenden Formeln ergeben:

- (101 a) oder (102 a) und (103 a);
- (106 a) oder (107 a) und (108 a).

Äußere Einschränkungen  $E_{a(1)}$  am Laufdrehgestell (in Fahrtrichtung vorn)

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen (mit  $n = n_a$ )

$$E_a = \left[ \frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n + a}{a} + w_{\infty} \frac{n}{a} + w'_{\infty} \frac{n + a}{a} + z - 0,015 \quad (106b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 + \frac{p^2 n}{4a} - \frac{p'^2 n + a}{4a}}{500} + \left( \frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (107b)$$

$$x_a = \frac{1}{750} \left[ an + n^2 + \frac{p^2 n}{4a} - \frac{p'^2 n + a}{4a} - 75 \right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w'_{a(150)} - w'_{a(250)}) \frac{n + a}{a} \quad (108b)$$

(1) Die für einen bestimmten Wert von n maßgebende Einschränkung ist die größte von denen, die sich aus den folgenden Formeln ergeben:

(106 b) oder (107 b) und (108 b).

#### C.5.3.4.3 Einschränkungformeln für Reisezugwagen, Beiwagen und Steuerwagen (Masse in Metern)

Für Reisezugwagen mit Drehgestellen, ausgenommen die Drehgestelle selbst und die mit ihnen verbundenen Bauteile.

*Reisezugwagen, bei denen das Spiel w von der Gleiskrümmung unabhängig ist oder sich linear mit ihr verändert*

Innere Einschränkungen  $E_i$

Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen (mit  $n = n_i$ )

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) + 67,5$$

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_a = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (201)$$

Wenn

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) + 67,5$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - 0,150 \quad (202)$$

$$\text{with } x_i = \frac{1}{750} \left( an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (203)$$

Äußere Einschränkungen  $E_a$

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen (mit  $n = n_a$ )

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n + a}{a} \right] \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + 67,5$$

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 66 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

ist die Einstellung des Fahrzeugs im geraden Gleis ausschlaggebend:

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (206)$$

Wenn

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[ (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n + a}{a} \right] > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + 67,5$$

ist die Einstellung im Gleisbogen ausschlaggebend:

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (207)$$

$$\text{with } x_a = \frac{1}{750} \left( an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 75 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n + a}{a} \quad (208)$$

Reisezugwagen, bei denen das Spiel  $w$  nicht linear von der Gleiskrümmung abhängt.

Für jeden Querschnitt des Reisezugwagens ist die sich bei Anwendung der nachstehenden Formeln (201) oder (206) ergebende größte Einschränkung anzuwenden, wobei der Wert von  $R$  maßgebend ist, bei dem der Klammerausdruck am größten wird.

Innere Einschränkungen  $E_i$  (mit  $n = n_i$ )

Wenn

$$\infty > R \geq 150$$

$$E_i = \left[ \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (204)$$

Äußere Einschränkungen  $E_a$  (mit  $n = n_a$ )

wenn

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + W_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n + a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + z - 0,015$$

Wenn  $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[ \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + W_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n + a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + z$$

## C.5.4 BEGRENZUNGSLINIE GB-M6

### C.5.4.1 Allgemeines

Die kinematische Begrenzungslinie GB-M6 ist für die Relationen auf dem belgischen Netz der SNCB zu verwenden.

Die kinematische Begrenzungslinie GB-M6 beruht auf den gleichen Grundsätzen wie Begrenzungslinie G1 und wurde an die Infrastruktur der SNCB angepasst. Auch die Einschränkungsformeln dieser Begrenzungslinie wurden hinsichtlich der zulässigen Radien und der zulässigen Ausladungen im Gleisbogen angepasst.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 67 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Die zulässigen Ausladungen sind größer als die der Begrenzungslinie G1 und ermöglichen von daher die Fahrt breiterer Fahrzeuge.

Bezüglich der Stromabnehmer lässt die belgische Infrastruktur neben den Regeln des UIC-Merkblattes 505-1, die den Einsatz von Fahrzeugen mit Stromabnehmern einer Breite von 1 950 mm erlauben, auch Stromabnehmer mit einer Breite von 1 760 mm zu, die auf Fahrzeugen mit größerem Federverhalten und folgenden Eigenschaften eingebaut sind:  $s \leq 0,4$  und  $(q + w) \leq 0,065$  m.

Die Drehgestelle und ihre Bauteile, mit denen die Fahrzeuge ausgerüstet sind, die diese Begrenzungslinie einhalten, halten die Regeln der Begrenzungslinie G1 streng ein.

Abgefederte Teile, die sich auf einer Höhe von weniger als 100 mm über SO befinden oder aufgrund vertikaler Verschiebungen auf diese Höhe abgesenkt werden können, werden nach den Bestimmungen der Begrenzungslinie G1 berechnet.

Kann ein Punkt, der sich nahe der Höhe von 1 170 mm befindet, diese Höhe infolge vertikaler Verschiebungen über- oder unterschreiten, ist die zulässige Mindestbreite entweder anhand der Formeln, die für die Teile oberhalb 1 170 mm gelten oder anhand der Formeln, die für die Teile in einer Höhe von maximal 1 170 mm gelten, zu betrachten.

Die Einschränkungsformeln für Triebfahrzeuge und Fahrzeuge im Zugverband werden auf die gleiche Weise wie bei der Begrenzungslinie G1 auf der Grundlage der Anfahrhaftreibungszahl ausgewählt.

#### **C.5.4.2 Bezugslinie der kinematischen Begrenzungslinie GB-M6**

Bild C29

**OTIF****FAHRZEUGE  
GÜTERWAGEN – ANLAGE C**ETV WAG - C  
Seite 68 von 89Status: **ANTRAG**

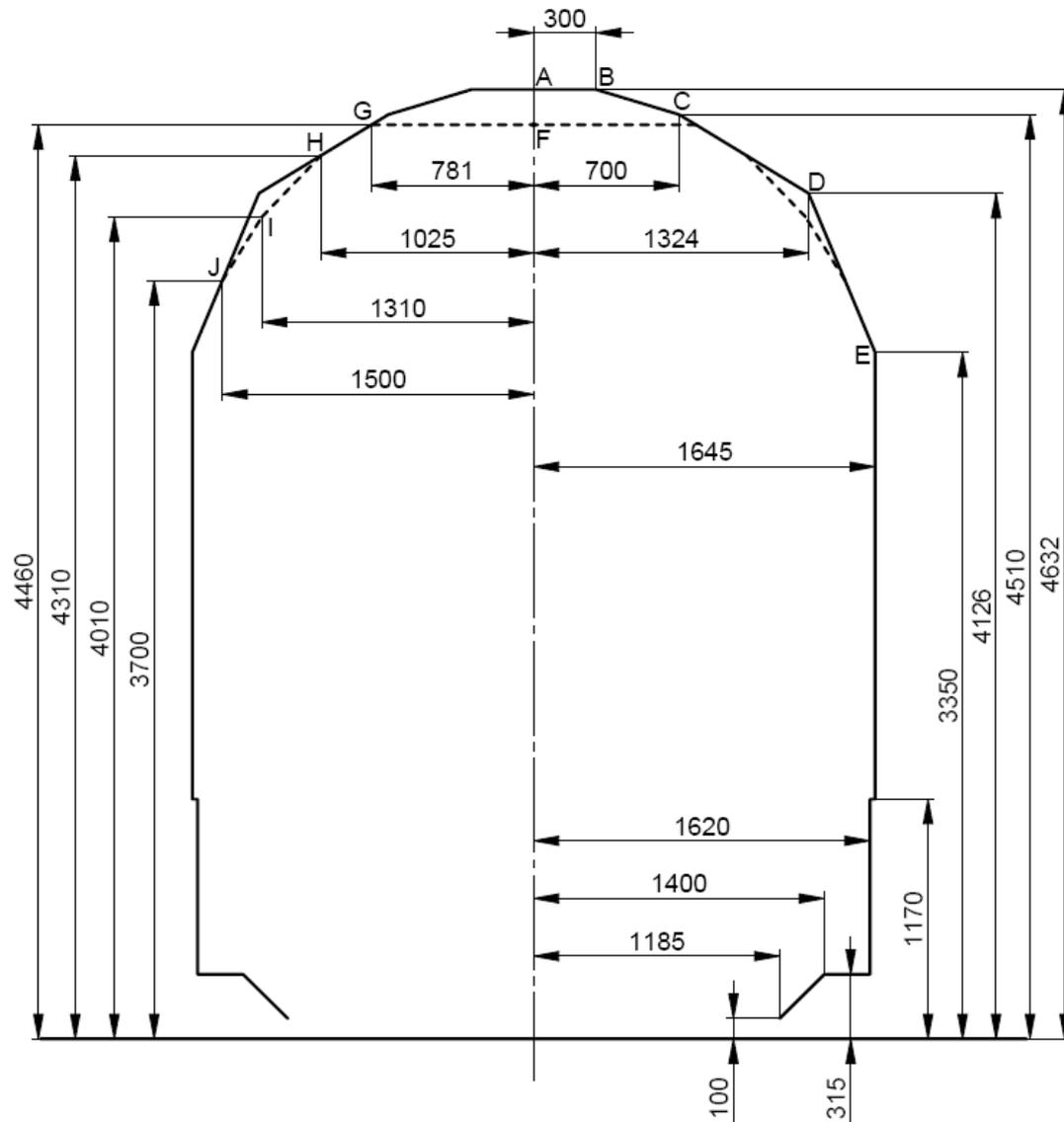
Fassung: 01

Ref.: A 94-02-C/2.2011

Original: EN

Datum: 11.07.2011

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>**C.5.4.3 Einschränkungformeln****C.5.4.3.1 Triebfahrzeuge**a) Einschränkungformeln für  $h > 170$  mm.Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen:

Wenn

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_{\infty} - w_{i(400)}) \leq 0,015$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015$$

Wenn

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_{\infty} - w_{i(400)}) > 0,015$$



OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} + w_{i(400)} + \frac{1,465-d}{2} + q + z + [x_i + (y_i)_{>0}]_{>0} - 0,030$$

Mit

$$x_i = \frac{6}{10} \left[ \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,042 - (w_{i(400)} - w_{i(250)})$$

Mit

$$y_i = \frac{16}{15} \left[ \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,108 - (w_{i(250)} - w_{i(150)})$$

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen:

Wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[ (w_\infty - w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 0,015$$

$$E_a = \left( \frac{1,465-d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[ (w_\infty - w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] > 0,015$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} + (q + w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (q + w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} + \left( \frac{1,465-d}{2} \right) \frac{2n+a}{a} + z + [x_a + (y_a)_{>0}]_{>0} - 0,030$$

Mit

$$x_a = \frac{6}{10} \left[ \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,042 - \left[ (w_{i(400)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(400)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

Mit

$$y_a = \frac{16}{15} \left[ \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,108 - \left[ (w_{i(250)} - w_{i(150)}) \frac{n}{a} + (w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

c) Einschränkungformeln für die Höhen  $100 < h \leq 170$  mm.Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen

Wenn

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (W_\infty - W_{i(1000)}) \leq 0,005$$



OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

$$E_1 = \frac{1,465 - d}{2} + q + W_\infty + z - 0,015$$

Wenn

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (W_\infty - W_{i(1000)}) > 0,005$$

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} + \frac{1,465 - d}{2} + q + W_{i(1000)} + z + [x_i]_{>0} - 0,020$$

Mit

$$x_i = \frac{17}{3} \left[ \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} \right] - 0,150 - (W_{i(1000)} - W_{i(150)})$$

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen

Wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[ (W_\infty - W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (W_\infty - W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 0,005$$

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + W_\infty \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[ (W_\infty - W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (W_\infty - W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] > 0,005$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} + \left( \frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{2n+a}{a} + (q + W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (q + W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,020$$

Mit

$$x_a = \frac{17}{3} \left[ \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} \right] - 0,150 - \left[ (W_{i(1000)} - W_{i(150)}) \frac{n}{a} + (W_{a(1000)} - W_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

**C.5.4.3.2 Fahrzeuge im Zugverband**a) Einschränkungformeln für  $h > 170$  mm.Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen:

Wenn

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_\infty - w_{i(400)}) \leq \frac{1,465 - d}{2}$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015$$

Wenn



OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>EU Ref<sup>2</sup>

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_{\infty} - w_{i(400)}) > \frac{1,465 - d}{2}$$

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} + q + w_{i(400)} + z + [x_i + (y_i)_{>0}]_{>0} - 0,015$$

Mit

$$x_i = \frac{6}{10} \left[ \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,042 - (w_{i(400)} - w_{i(250)})$$

Mit

$$y_i = \frac{16}{15} \left[ \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,108 - (w_{i(250)} - w_{i(150)})$$

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen:

wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[ (w_{\infty} - w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq \left( \frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,015$$

$$E_a = \left( \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[ (w_{\infty} - w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] > \left( \frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,015$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} + (q + w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (q + w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} + \left( \frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n+a}{a} + z + [x_a + (y_a)_{>0}]_{>0} - 0,030$$

Mit

$$x_a = \frac{6}{10} \left( \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right) - 0,042 - \left[ (w_{i(400)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(400)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

Mit

$$y_a = \frac{16}{15} \left( \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right) - 0,108 - \left[ (w_{i(250)} - w_{i(150)}) \frac{n}{a} + (w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

b) Einschränkungformeln für die Höhen  $100 < h \leq 170$  mm.Querschnitte **zwischen** den Drehzapfen

Mit

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 72 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (w_{\infty} - w_{i(1000)}) \leq \frac{1,465-d}{2} - 0,010$$

$$E_i = \frac{1,465-d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015$$

Wenn

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (w_{\infty} - w_{i(1000)}) > \frac{1,465-d}{2} - 0,010$$

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} + q + w_{i(1000)} + z + [x_i]_{>0} - 0,005$$

Mit

$$x_i = \frac{17}{3} \left( \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} \right) - 0,150 - (w_{i(1000)} - w_{i(150)})$$

Querschnitte **außerhalb** der Drehzapfen

Wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[ (w_{\infty} - w_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq \left( \frac{1,465-d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,005$$

$$E_a = \left( \frac{1,465-d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Wenn

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[ (W_{\infty} - W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] > \left( \frac{1,465-d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,005$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} + \left( \frac{1,465-d}{2} \right) \frac{n+a}{a} + (q + W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (q + W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,020$$

Mit

$$x_a = \frac{17}{3} \left( \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} \right) - 0,050 - \left[ (W_{i(1000)} - W_{i(150)}) \frac{n}{a} + (W_{a(1000)} - W_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

## C.6 ANLAGE 1

### C.6.1 FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE

#### C.6.1.1 Bedingungen für Türen, Einstiege und Stufen

1. Einstiegstüren

a) Einstiegstüren, deren Unterkante bei niedrigstem zugelassenen Pufferstand

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 73 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

mindestens 1 050 mm über SO liegt, dürfen in geöffneter Stellung die eingeschränkte Begrenzungslinie um höchstens 200 mm überschreiten.

Einstiegstüren von Fahrzeugen, die nach dem 1.1.1986 gebaut wurden, müssen diese Bestimmung auch während des Öffnungsvorgangs selbst erfüllen.

Diese Bestimmung gilt nicht für Einstiegstüren, die als Drehtüren ausgebildet und vor dem 1.1.1980 in Fahrzeuge eingebaut wurden.

b) Bei Rangiergeschwindigkeiten bis ca. 30 km/h werden Querspiele von 0,02m in der Regel nicht überschritten.

Für Einstiegstüren, die außerhalb der Drehzapfen angeordnet sind und deren Unterkanten mindestens 1 050 mm über SO liegen, darf die erforderliche Einschränkung der Begrenzungslinie bei niedrigstem zulässigem Pufferstand von 980 mm:

- beim Öffnungsvorgang
- in der Öffnungsstelle

maximal um den Wert

$$\frac{(w_a - 0,02)(n + a)}{a}$$

verringert werden. gilt nur wenn  $w_a > 0,02$  m

Es ist zugelassen, Türen zu verwenden, die die Bedingungen unter a) und b) gleichzeitig erfüllen. In diesem Fall sind die Bestimmungen unter a) auch während des Öffnungsvorgangs einzuhalten.

## 2. Einstiege, Trittstufen

Handelt es sich bei der untersten Trittstufe um eine Klappstufe, darf die erforderliche Einschränkung der Begrenzungslinie für die Klappstufe in heruntergeklappter Stellung maximal um folgenden Wert verringert werden:

$$w_1 \frac{n}{a} + w_a \frac{n + a}{a}$$

## C.7 ANLAGE 2

### C.7.1 FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE

#### C.7.1.1 Absenkung der Einfederungen für die Bereiche außerhalb des Abstützungsvielecks B, C und D

1. Bei allen Fahrzeugen, insbesondere bei Güterwagen, sollten die zusätzlichen vertikalen Verschiebungen  $f_z$  infolge der Neigung des Wagenkastens (Wanken, Nicken) z. B. nach einer Verlagerung der Last aus mittlerer Stellung oder nach dem Entlüften einer Luftfeder berücksichtigt werden.

Für diese zusätzlichen Absenkungen können folgende vereinfachten Formeln verwendet werden:

- Transversal: betroffene Bereiche B und C

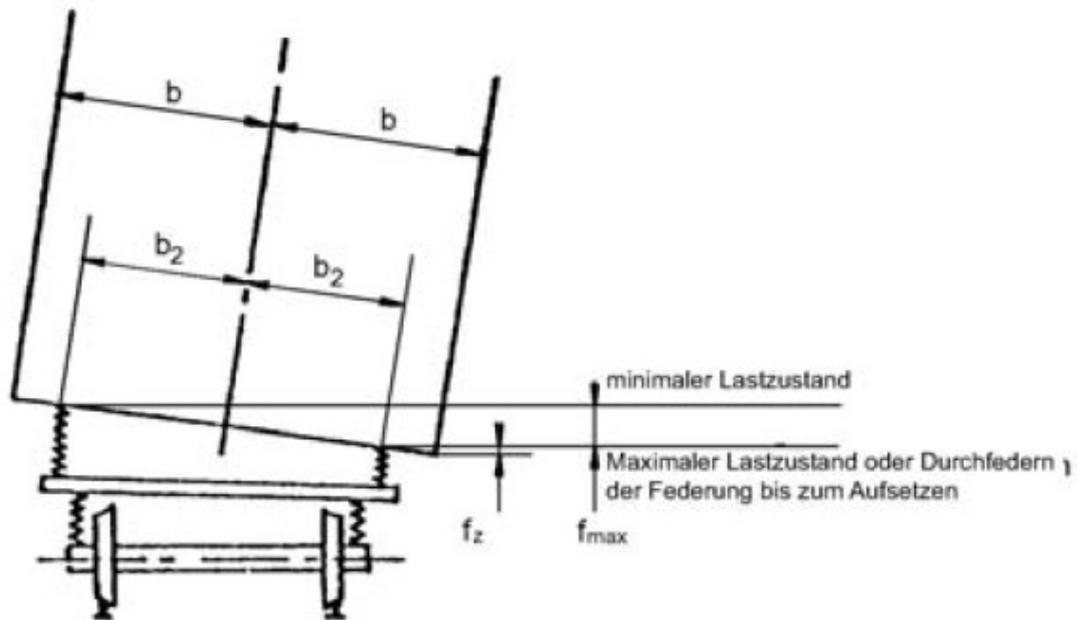
Gleichmäßige Absenkung an 2 Drehgestellen und einem Schienenstrang.



OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

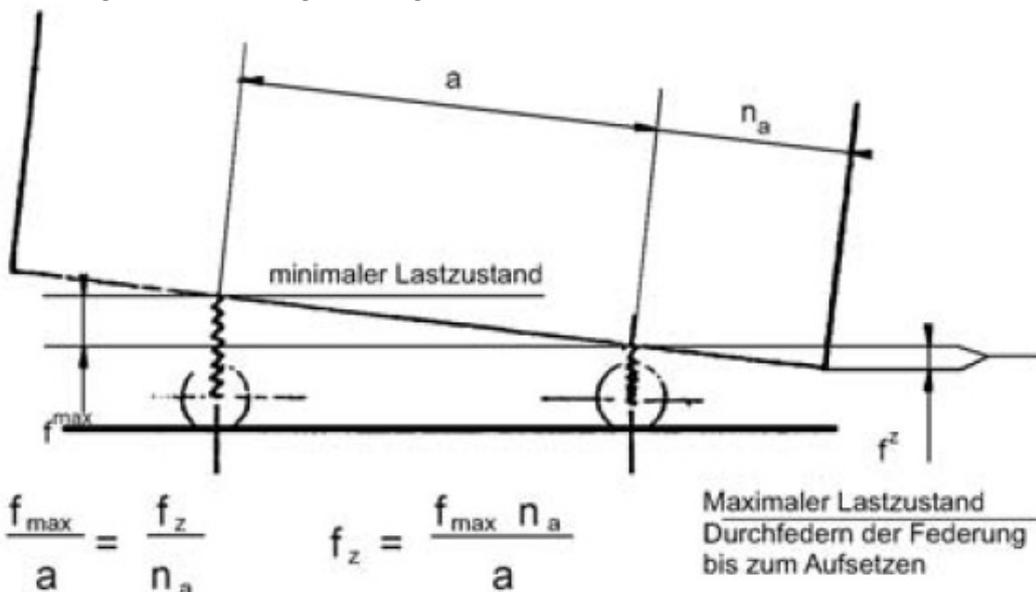


$$\frac{f_{\max}}{2b_2} = \frac{f_z}{b - b_2}$$

$$f_z = \frac{f_{\max}(b - b_2)}{2b_2}$$

– in Längsrichtung: betroffene Bereiche C und D

Absenkung an einem einzigen Drehgestell bzw. einem Radsatz.



$$\frac{f_{\max}}{a} = \frac{f_z}{n_a}$$

$$f_z = \frac{f_{\max} n_a}{a}$$

Maximaler Lastzustand  
Durchfedern der Federung  
bis zum Aufsetzen

– Durchbiegung einer Feder der Primärfederung und einer Feder der Sekundärfederung oder entlüftete Luftfeder.

(Prinzip der Berechnung Bereich C).

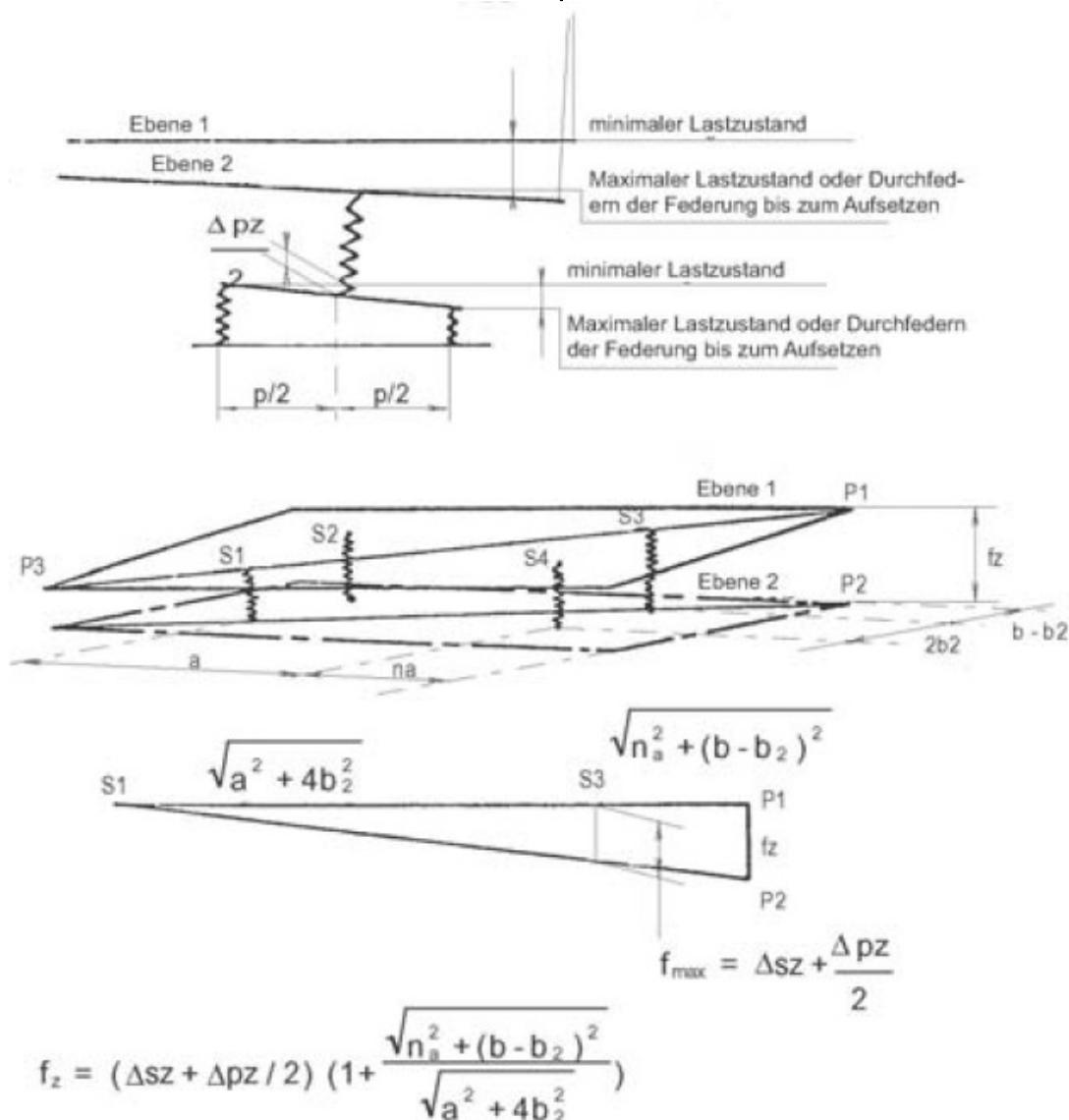
Durchbiegung (in einem ersten Ansatz).

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 75 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>



## C.8 ANLAGE 3 FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE

### C.8.1 BERECHNUNG DER BEGRENZUNGSLINIE VON FAHRZEUGEN MIT NEIGETECHNIK

#### C.8.1.1 Allgemeines

Die Zulassung von Fahrzeugen mit Neigetechnik für den internationalen Verkehr muss durch bi- oder multilaterale Vereinbarungen zwischen den Eisenbahnunternehmen geregelt werden.

#### C.8.1.2 Gegenstand

In vorliegender Anlage wird die Berechnungsmethode für die Begrenzungslinie von Fahrzeugen mit Neigetechnik (nachstehend mit NeiTech-Fahrzeugen bezeichnet) behandelt.

In den Punkten 2 — 3 — 4 wird die Berechnung der Begrenzungslinie von NeiTech-Fahrzeugen technisch analysiert.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 76 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Punkt 5 enthält Erläuterungen zu den Neigebedingungen und Geschwindigkeiten von NeiTech-Fahrzeugen.

#### **C.8.1.3 Anwendungsbereich**

NeiTech-Fahrzeuge sind Fahrzeuge, deren Wagenkasten beim Befahren von Gleisbögen Wankbewegungen gegenüber dem Laufwerk zum Ausgleich der Fliehbeschleunigung ausführen kann.

Aufgrund der Entwicklung und des internationalen Einsatzes von Zügen, die sich aus Fahrzeugen mit Neigetechnik zusammensetzen, mussten einige der für herkömmliche Fahrzeuge festgelegten Bestimmungen hinsichtlich der Berechnung der Begrenzungslinie angepasst werden.

Die vorliegende Anlage enthält die Regeln, nach denen die maximale Fahrzeugbegrenzungslinie für NeiTech-Fahrzeuge ermittelt werden kann.

#### **C.8.1.4 Geschichtlicher Überblick**

NeiTech-Fahrzeuge werden seit 1970/1980 in mehreren europäischen Ländern entwickelt, um vorhandene Strecken ohne Beeinträchtigung des Komforts der Reisenden mit höheren Geschwindigkeiten befahren zu können.

Die Geschwindigkeit von Schienenfahrzeugen ist in Gleisbögen aufgrund der Querbeschleunigung, die auf die Reisenden einwirkt, begrenzt. Der Grenzwert der nicht ausgeglichenen Querbeschleunigung liegt bei den Fahrzeugen in der Größenordnung von 1 bis 1,3 ms<sup>-2</sup>.

NeiTech-Fahrzeuge, insbesondere Fahrzeuge mit aktiver Neigetechnik, können mit höheren nicht ausgeglichenen Querbeschleunigungen fahren (z. B. 1,82 ms<sup>-2</sup> beim FIAT ETR 450, was einem Überhöhungsfehlbetrag von 278 mm entspricht), da die auf den Reisenden einwirkende Querbeschleunigung durch die Wagenkastenneigung verringert wird.

#### **C.8.1.5 Sicherheitsbedingungen**

Die Hersteller müssen nachweisen, dass die NeiTech-Fahrzeuge die Begrenzungslinie in allen vorgesehenen Betriebsfällen einhalten.

Neben den Berechnungen der Begrenzungslinie müssen die Hersteller eine zusätzliche Untersuchung der zugrunde gelegten Kriterien und der sicherheitsrelevanten Einrichtungen bereitstellen.

Gewisse Störfälle, die dazu führen können, dass die NeiTech-Fahrzeuge die Bezugslinie überschreiten, müssen vom Hersteller untersucht werden; ihre Auswirkungen müssen ggf. Gegenstand besonderer Maßnahmen (Betriebsabwicklung, Störungsanzeigen, Anweisungen an den Triebfahrzeugführer usw.) sein, die von den Bahnen festzulegen sind.

Die Hersteller müssen in gleicher Weise gewährleisten, dass die NeiTech-Fahrzeuge im Falle einer Störung ihres Neigesystems nicht mit höheren unausgeglichenen Querbeschleunigungen fahren können als herkömmliche Fahrzeuge.

#### **C.8.1.6 Verwendete Formelzeichen**

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		ETV WAG - C Seite 77 von 89	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

In vorliegender Anlage werden folgende zusätzliche Formelzeichen verwendet:

$I_P$  = Wert des beim NeiTech-Fahrzeug betrachteten Überhöhungsfehlbetrages

$I_C$  = Wert des größten vom Baudienst (1) der Bahn zugelassenen Überhöhungsfehlbetrages<sup>7</sup>

$E$  = Wert der Überhöhung

$z_P$  = quasistatische Verschiebungen abgestimmt auf die NeiTech-Fahrzeuge

## C.8.2 GRUNDBEDINGUNGEN ZUR ERMITTLUNG DER BEGRENZUNGSLINIE VON NEITECH-FAHRZEUGEN

Bei der Berechnung der Begrenzungslinie von NeiTech-Fahrzeugen müssen alle Betriebsfälle, unabhängig davon, ob das Neigesystem wirksam ist oder nicht, geprüft werden.

Die ungünstigsten Fälle sind zu prüfen, d. h.:

SITUATION 1) Das Fahrzeug befährt einen Gleisbogen mit maximalem Überhöhungsfehlbetrag (maximale Wagenkastenneigung);

SITUATION 2) Das Fahrzeug hält im Gleisbogen. Hält ein Fahrzeug mit aktiver Neigetechnik in einem Gleisbogen, nimmt es die gleiche Lage wie ein herkömmliches Fahrzeug ein und kann somit entsprechend den Grundsätzen eines herkömmlichen Fahrzeugs behandelt werden.

Es ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass es bei einigen Fahrzeugbauarten mit passiver Neigetechnik wie z. B. dem TALGO keine auf die Federung zurückzuführende quasistatische Neigung  $z$  gibt ( $s=0$ ).

### C.8.2.1 Neigarten der Wagenkästen

Die unterschiedlichen Bauarten lassen sich nach dem Neigeprozess der Wagenkästen einteilen: Die Neigung kann entweder durch eine natürliche oder äquivalente (passive) Pendelbewegung erreicht werden, wenn sich der Wankpol des Wagenkastens über dem Wagenkastenschwerpunkt befindet wie beim TALGO-Prinzip, oder aber durch Hubzylinder, die den Wagenkasten in Abhängigkeit von Gleisbogenhalbmesser und Fahrgeschwindigkeit neigen (aktive Pendelbewegung wie beim FIATPrinzip).

Nachstehend soll die zulässige Wagenkastenneigung der verschiedenen Neigetechniken untersucht werden.

Bei Fahrzeugen mit **AKTIVER Neigetechnik** erfahren die Wagenkästen eine quasistatische Neigung, die durch die nicht ausgeglichene Querschleunigung hervorgerufen wird. Diese ist jedoch unabhängig von der Neigung, die separat vom System erzwungen wird. **Bild C30** stellt das Neigeprozess eines Fahrzeuges mit aktiver Pendelbewegung dar.

<sup>7</sup> Die Begründung, weshalb dieser von den Baudiensten der Bahnen festgelegte Wert bei der Berechnung der Abmessungen der Fahrzeuge berücksichtigt werden muss, wird in Punkt 3.2.2 der vorliegenden Anlage gegeben.

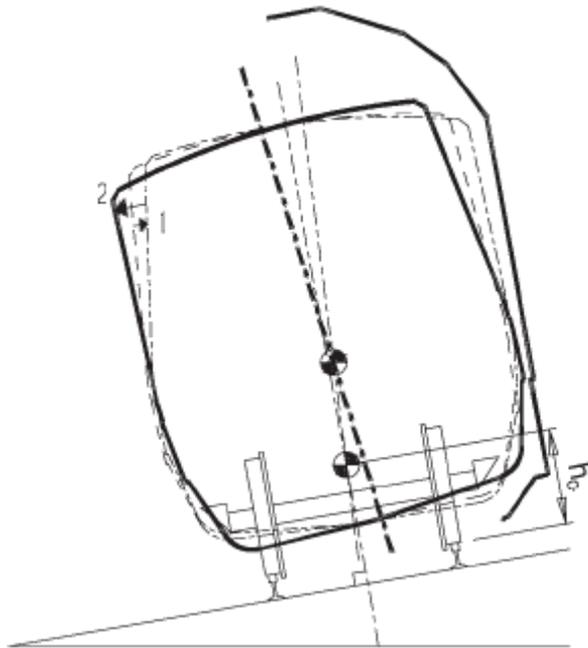
 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 78 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C30

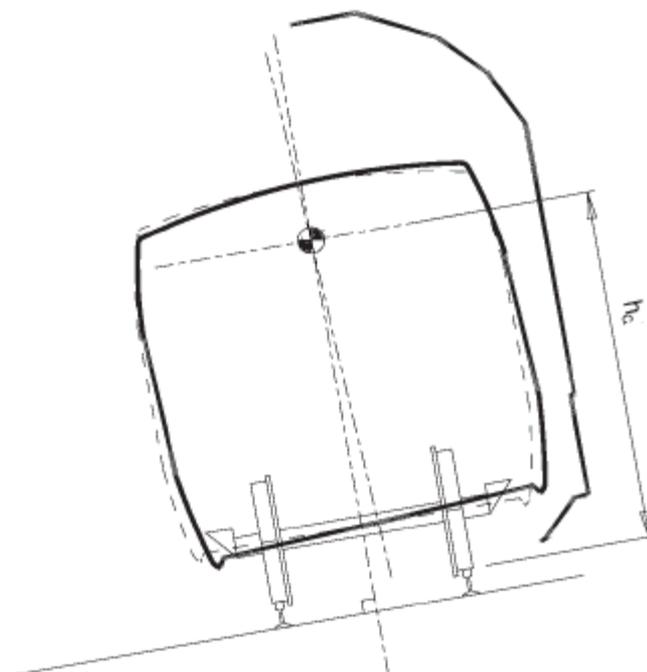


Die tatsächlichen Bewegungen können aufgeteilt werden in eine Drehung infolge des Wankens (Bewegung 1), der man die vom System erzwungene Drehung (Bewegung 2) überlagert.

Bei Fahrzeugen mit **PASSIVER Neigetechnik** pendelt der Wagenkasten unter dem Einfluss der Fliehkraft auf natürliche Weise proportional zum Überhöhungsfehlbetrag.

**Bild C31** stellt das Neigeprinzip eines Fahrzeuges mit natürlicher oder passiver Pendelbewegung dar.

Bild C31



 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 79 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

## C.8.3 FORMELANALYSE

### C.8.3.1 Grundformeln

Je nach Gattung der zu untersuchenden NeiTech-Fahrzeuge (Reisezugwagen, Triebfahrzeuge oder Triebzüge) ist der Anwender gehalten, sich auf die entsprechenden Formeln im Kapitel zur Begrenzungslinie G1 zu beziehen und sie wie in dieser Anlage angegeben zu ändern.

### C.8.3.2 Änderungen der Formeln für NeiTech-Fahrzeuge

Bei NeiTech-Fahrzeugen ist die maximale Wagenkasten­neigung, die dem maximalen Überhöhungsfehlbetrag  $l_p$  entspricht, zu berücksichtigen. Die folgenden Glieder der Einschränkung­formeln sind dementsprechend zu prüfen:

a) Querspiele:  $(1,465-d)/2$ ,  $q$  und  $w$  (1)<sup>8</sup>

Das Vorzeichen der Querverschiebungen muss allgemein der Wirkung der Flieh­kraft Rechnung tragen.

Die Änderungen werden in § 8.3.2.1 untersucht.

b) Quasistatische Verschiebungen „z“

Das Formelglied  $z$  gilt unter der Annahme, dass die Fahrzeuge während der Fahrt den Überhöhungsfehlbetrag  $l_p = 200$  mm nicht überschreiten.

Da NeiTech-Fahrzeuge diesen Wert überschreiten können und generell mit höheren Überhöhungsfehlbeträgen  $l_p$  als vom Baudienst vorgesehen ( $l_c$ ) fahren können, muss die Formel geändert werden; diese Änderungen werden in § 8.3.2.2 untersucht.

c) Bei einigen Bauarten der NeiTech-Fahrzeuge, vor allem bei Fahrzeugen mit aktiver Neigetech­nik, muss ein Formelglied in die Formel eingefügt werden, um die vom System erzwungene Neigung zu berücksichtigen, siehe Punkt 8.3.2.3.

#### C.8.3.2.1 Ausdruck für die Querspiele bei geneigtem Wagenkasten

Der Wagenkasten wird nur dann maximal geneigt, wenn das Fahrzeug Gleisbögen mit maximalem  $l_p$  befährt.

Da das Fahrzeug einer sehr starken Flieh­kraft zur Bogenaußenseite hin ausgesetzt ist, sind die Formelglieder für die Querverschiebungen zu überarbeiten.

- Das Spiel  $w$  wird in Richtung Bogenaußenseite genommen.
- Bei den Spielen  $(1,465-d)/2$  und  $q$  muss unterschieden werden:

Fahrzeuge mit Dreh­gestellen, Berechnung Bogeninnenseite:

Die Ergebnisse der Streckenversuche haben gezeigt, dass bei Fahrzeugen mit Dreh­gestellen die Radsätze beim Befahren von Gleisbögen die Außenschienen mit ihren Spurkränzen — wenn auch nicht ständig alle — berühren. Folglich müssen sicherheitshalber die oben genannten Spiele mit Null angesetzt werden.

Fahrzeuge mit Dreh­gestellen, Berechnung Bogenaußenseite:

Die Spiele  $(1,465-d)/2$  und  $q$  werden ebenfalls sicherheitshalber in Richtung Bogenaußenseite angesetzt.

Fahrzeuge mit Losrädern:

Versuche haben bestätigt, dass die Spiele  $(1,465-d)/2$  und  $q$  zur Bogenaußenseite hin in Anspruch genommen werden.

<sup>8</sup> Bei der Berechnung von NeiTech-Fahrzeugen muss dieses Formelglied in Höhe  $h_c$  über SO gemessen werden. Für ein- und dasselbe Fahrzeug kann dieses Formelglied je nach Berechnungsfall, Neigetech­nik und einer möglichen Zentrierung des Wagenkastens unterschiedliche Werte haben.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 80 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

### C.8.3.2.2 Quasistatische Verschiebungen der NeiTech-Fahrzeuge

Zur Ermittlung der Grenzlinie für feste Anlagen muss der Baudienst den Maßen der Bezugslinie bestimmte Formelglieder hinzufügen. Die quasistatischen Verschiebungen der Fahrzeuge werden somit nach folgender Formel berechnet:

$$\frac{0,4}{1,5} [E_{ou} I - 0,05]_{>0} \cdot (h - 0,5)_{>0}$$

Der allgemein akzeptierte zulässige Höchstwert für  $E_{oder} I$  beträgt 200 mm.

Jeder Infrastrukturbetreiber legt für seine Strecken einen eigenen Höchstwert für  $I$  fest. Normalerweise werden Werte zwischen 90 und 180 mm genommen.

Die Fahrzeuge dürfen diesen Höchstwert von  $I$  während der Fahrt nicht überschreiten.

NeiTech-Fahrzeuge dagegen erreichen höhere Werte. Deshalb müssen die Abmessungen dieser Fahrzeuge über eine andere Berechnung der quasistatischen Verschiebungen ermittelt werden.

Wie bei herkömmlichen Fahrzeugen wird der Wagenkasten bei NeiTech-Fahrzeugen aufgrund des Überhöhungsfehlbetrages um eine Längsachse geneigt, eine Drehbewegung, die auf die Federwirkung zurückzuführen ist. In den Formeln werden die quasistatischen Verschiebungen, die dieser Drehung entsprechen, im Formelglied „z“ berücksichtigt. Da NeiTech-Fahrzeuge höhere Überhöhungsfehlbeträge bis  $l_p$  zulassen, muss die Berechnung dieses Formelgliedes ( $z_p$ ) überarbeitet werden.

Es empfiehlt sich, dieses neue Formelglied  $z_p$  so einzuführen, dass damit der gesamten quasistatischen Verschiebung infolge  $l_p$  sowie der von den Baudiensten berücksichtigten quasistatischen Verschiebung infolge  $l_c$  Rechnung getragen wird (siehe Punkt 3.2.2.1 und 3.2.2.2).

Da ferner bei aktiver Neigetechnik die Wagenkastenneigung zum Ausgleich der Fliehbeschleunigung unabhängig von der durch das Wanken bedingten Neigung ist, muss diese Wirkung in den Formeln durch ein zusätzliches Formelglied berücksichtigt werden (siehe Punkt 3.2.3).

### C.8.3.2.2 Ausdruck der quasistatischen Verschiebungen $z_P$ für Einschränkungen an der Bogeninnenseite

Unter dem Einfluss der Querbewegung (die den Werten  $l_p > 0$  entspricht) neigt sich der Wagenkasten aufgrund des Federverhaltens bei Fahrzeugen mit aktiver Neigetechnik zur Bogenaußenseite und bei Fahrzeugen mit passiver Neigetechnik zur Bogeninnenseite hin. In den folgenden beiden Bildern ist die jeweilige Verschiebungsart ausgehend von der Position  $I = 0$  dargestellt. Aufgrund des jeweiligen unterschiedlichen Neigeverhaltens finden die größten Verschiebungen bei aktiver Neigetechnik im oberen Bereich und bei passiver Neigetechnik im unteren Bereich des Wagenkastens statt.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 81 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

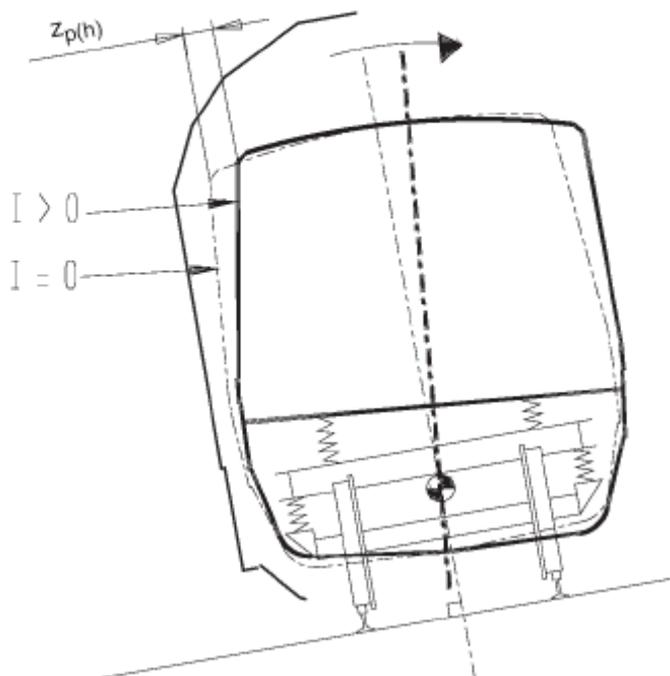
OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C32:

### AKTIVES System



#### Anmerkung:

Die vom System erzwungene Neigung wurde hier nicht dargestellt.

- Betrachtet man die Bezugslinie an der Bogeninnenseite, entfernen sich die Punkte des Fahrzeugs, die auf einer Höhe von  $h > h_c$  liegen, von der Bezugslinie. Der Wert dieser Verschiebung hat in der Berechnung ein negatives Vorzeichen

Das Gegenteil trifft für die Punkte zu, die auf einer Höhe von  $h < h_c$  liegen.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 82 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

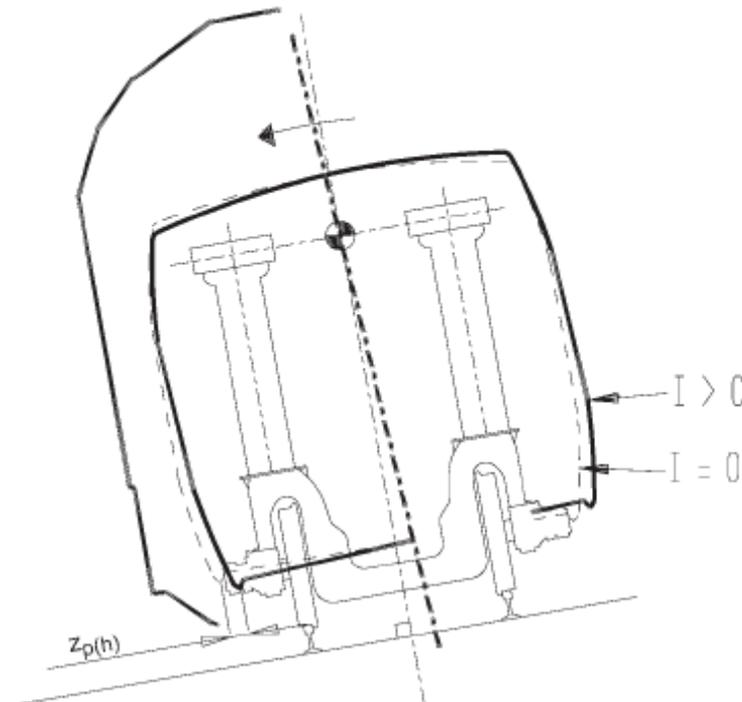
OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C33:

**PASSIVES System**



- Betrachtet man die Bezugslinie an der Bogeninnenseite, entfernen sich die Punkte des Fahrzeugs, die auf einer Höhe von  $h < h_c$  liegen, von der Bezugslinie. Der Wert dieser Verschiebung hat in der Berechnung ein negatives Vorzeichen
- Das Gegenteil trifft für Punkte zu, die auf einer Höhe  $h > h_c$  liegen.

Die Verschiebungen, die dem unterschiedlichen Neigeverhalten in den Bildern C32 und C33 entsprechen, werden nachstehend angegeben.

**Bei einem Fahrzeug mit aktiver Neigetechnik**, das einen Gleisbogen mit einem Überhöhungsfehlbetrag  $I_P$  befährt, sind die quasistatischen Verschiebungen:

$$Z_P = \frac{s}{1,5} I_P (h - h_c) \text{ mit } \eta_0 < 1^\circ$$

**Bei einem Fahrzeug mit passiver Neigetechnik**, das einem Überhöhungsfehlbetrag  $I_P$  ausgesetzt ist, sind die quasistatischen Verschiebungen:

$$Z_P = \frac{s}{1,5} I_P (h - h_c) \text{ mit } \eta_0 < 1^\circ$$

Es ist darauf hinzuweisen, dass  $s$  den spezifischen Wert nur in dem betrachteten Berechnungsfall aufweist und folglich durch die erzwungene Wagenkastenneigung beeinflusst werden kann.

**C.8.3.2.2 Ausdruck der quasistatischen Verschiebungen  $z_P$  für Einschränkungen an der Bogenaußenseite**

Unter dem Einfluss der Querbeschleunigung (die den Werten  $I_o > 0$  entspricht) neigt sich der Wagenkasten aufgrund des Federungsverhaltens bei Fahrzeugen mit aktiver Neigetechnik zur Bogenaußenseite und bei Fahrzeugen mit passiver Neigetechnik zur Bogeninnenseite hin.

Analog zu den Bildern C32 und C33 stellen die Bilder C34 und C35 dieses

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 83 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

OTIF ETV

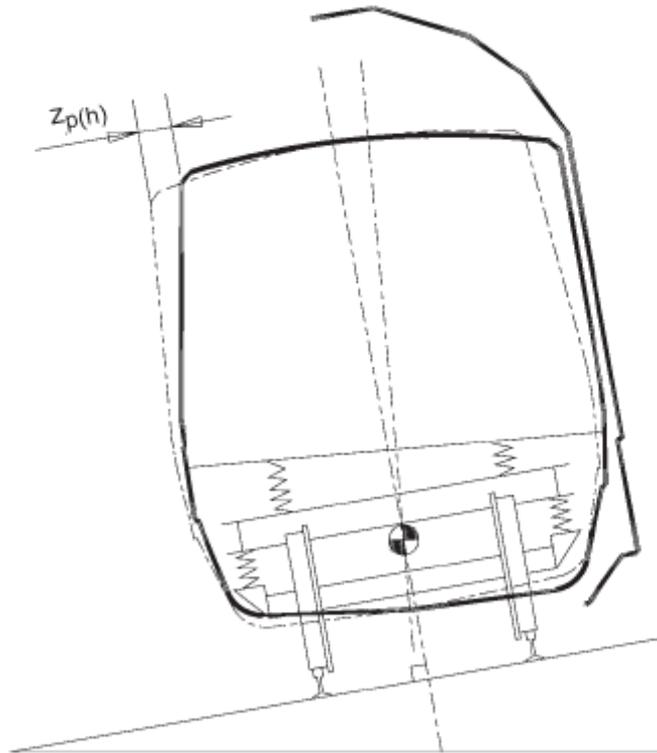
Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Neigeverhalten ausgehend von der Position  $l = 0$  dar.

Bild C34:

### AKTIVES System



#### Anmerkung:

Die vom System erzwungene Neigung wurde hier nicht dargestellt.

- Betrachtet man die Bezugslinie an der Bogenaußenseite, nähern sich die Punkte des Fahrzeugs, die auf einer Höhe  $h > h_c$  liegen, der Bezugslinie. Diese Verschiebung hat in der Berechnung ein positives Vorzeichen.
- Das Gegenteil trifft für die Punkte zu, die auf einer Höhe von  $h < h_c$  liegen.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C</b> Seite 84 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011

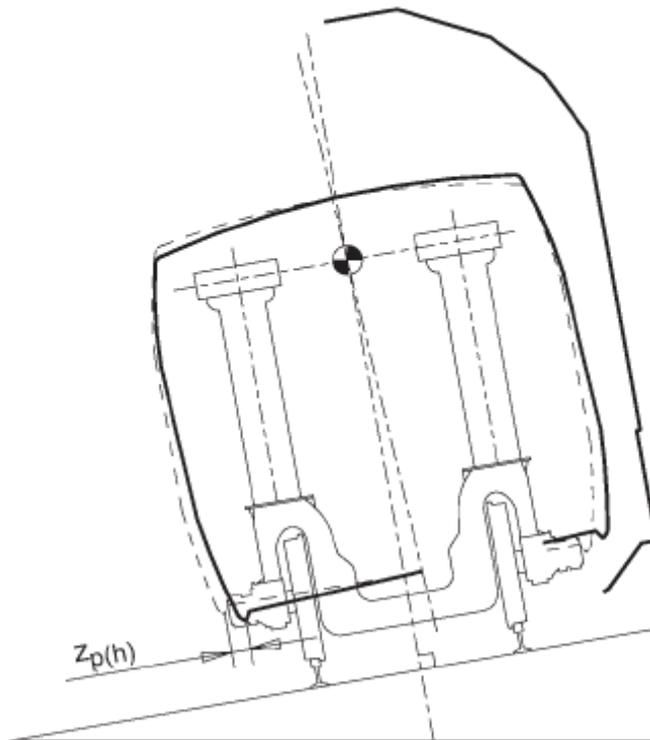
OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bild C35:

### PASSIVES System



- Betrachtet man die Bezugslinie an der Bogenaußenseite, nähern sich die Punkte des Fahrzeugs, die auf einer Höhe  $h < h_c$  liegen, der Bezugslinie. Diese Verschiebung hat in der Berechnung ein positives Vorzeichen.
- Das Gegenteil trifft für Punkte zu, die auf einer Höhe von  $h > h_c$  liegen.

Befahren die Fahrzeuge einen Gleisbogen, nähern sie sich also der Bezugslinie in Richtung Bogenaußenseite proportional zum Wert von  $I_p$ . Wenn  $I_p > I_c$ , dann reicht der vom Baudienst für die ortsfesten Anlagen vorgehaltene Raum nicht aus. Da der Standort der ortsfesten Anlagen nicht in Frage gestellt werden soll, müssen die für die Fahrzeuge berechneten Einschränkungen ggf. um einen Wert erhöht werden, der der Differenz zwischen den quasistatischen Verschiebungen infolge von  $I_p$  und den vom Baudienst berücksichtigten Verschiebungen entspricht, d. h.:

Aktives System

$$z = \left[ \frac{s}{1,5} \cdot I_p \cdot (h - h_c) - \frac{0,4}{1,5} \cdot (I_c - 0,05) \cdot (h - 0,5) \right]_{>0}$$

Passives System

$$z = \left[ -\frac{s}{1,5} \cdot I_p \cdot (h - h_c) - \frac{0,4}{1,5} \cdot (I_c - 0,05) \cdot (h - 0,5) \right]_{>0}$$

Dabei ist folgendes anzumerken:

- die Formeln gelten für  $I_p > I_c$  ;
- beim konkreten Anwendungsfall muss die Kombination der Werte  $I_p$  und  $I_c$  gefunden werden, bei der sich ein Wert  $z_p$  ergibt, der zur größten Einschränkung führt.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 85 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

- das Neigesystem des Fahrzeugs muss in Bezug auf die Zwischenwerte von  $l_p$  (genannt  $l_p'$ ), denen die Zwischenwerte des Überhöhungsfehlbetrags des Gleises  $l_c'$  entsprechen, folgende Bedingung erfüllen:

$$l_p' \leq \frac{l_p}{l_c} \cdot l_c'$$

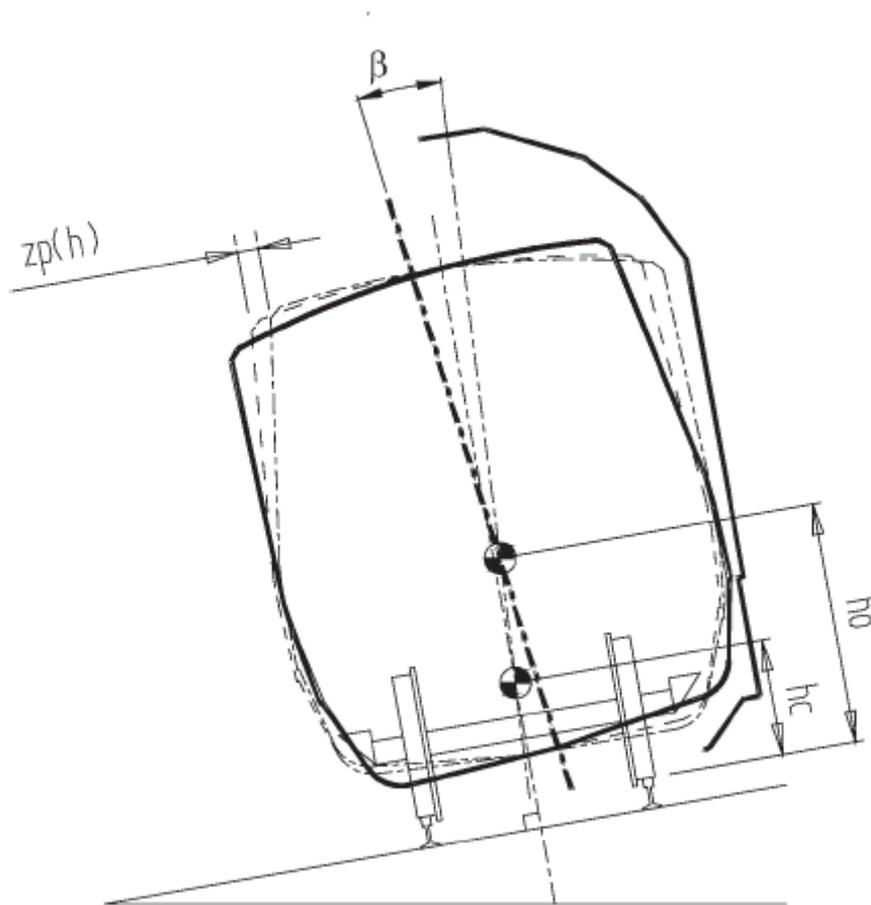
Zudem müssen die Bedingungen in 5.1 erfüllt sein.

### C.8.3.2.3 AKTIVES System: Verschiebungen infolge der Wankbewegung des Wagenkastens

Wenn ein Fahrzeug mit aktivem Neigesystem einen Gleisbogen mit einer Geschwindigkeit befährt, so dass  $IP > 0$ , stellt das Neigesystem den Neigungswinkel  $\beta$  des Wagenkastens nach der Messung von bestimmten Parametern (Geschwindigkeit, Überhöhungsneigung, Gleisbogenradius) ein.

Der Winkel  $\beta$  ist unabhängig von der Neigung infolge des Federverhaltens.

Bild C36



In Bild C36 werden folgende Größen dargestellt:

$h_0$ : Höhe des vom System erzwungenen Drehpols des Wagenkastens;

$\beta$ : Neigungswinkel des Wagenkastens gegenüber der Abstützebene des Systems; dieser Winkel wird vom System in Abhängigkeit vom Überhöhungsfehlbetrag  $l_p$  bestimmt.

Da der Winkel  $\beta$  Werte bis zu 10° erreichen kann, darf die vertikale Verschiebung nicht vernachlässigt werden und muss bei einer exakten Berechnung berücksichtigt werden.

Werden lediglich die Querverschiebungen berücksichtigt, können deren Näherungswerte nach folgendem Ausdruck berechnet werden:

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 86 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$\tan\beta$  ( $h - h_0$ )

Unter Berücksichtigung der vom System erzwungenen Drehrichtung hat dieses Formelglied:

- ein positives Vorzeichen bei der Berechnung für die Bogeninnenseite;
- ein negatives Vorzeichen bei der Berechnung für die Bogenaußenseite.

#### C.8.4 REGELN

- Die Formeln gelten für  $IP > IC$ .
- Der Ausdruck des Formelgliedes  $z_p$  muss aufgeschlüsselt und Fall für Fall bei der Anwendung der Formeln auf jede Art der Neigetechnik unter Berücksichtigung der verschiedenen Anschläge, Wankpole usw. erläutert werden.
- Es sei darauf hingewiesen, dass die Parameter  $s$ ,  $h_c$  und  $w$  gemäß den technischen Prinzipien der NeiTech-Fahrzeuge bei ein und demselben Fahrzeug je nach geprüftem Berechnungsfall unterschiedliche Werte haben können.
- Es sind die Größtwerte der Einschränkungen in Abhängigkeit von den verschiedenen Werten zu ermitteln, die  $IP$  und  $IC$  (und der Winkel  $\beta$  bei den Fahrzeugen mit aktiver Neigetechnik, siehe Punkt 3.2.3) annehmen können. Hierzu muss der Hersteller von NeiTech-Fahrzeugen die am weitesten ausladenden Stellungen, die für die Wagenkästen während des Befahrens der verschiedenen Gleisabschnitte (gerades Gleis, Gleisverbindungen, Gleisbögen) erlaubt sind und die möglichen Toleranzen bei der tatsächlichen Stellung des Fahrzeugs (zurückzuführen Verzögerungen im Ansprechen des Neigesystems, Trägheit, Reibung usw.) berücksichtigen.
- Die Teile des NeiTech-Fahrzeuges, die nicht mit dem Wagenkasten verbunden sind und sich daher nicht neigen, sind dennoch einer nicht ausgeglichenen Beschleunigung ausgesetzt, die über den normalerweise zulässigen Werten liegt. Bei diesen Baugruppen (wie Drehgestelle und mitunter der Stromabnehmer) ist bei der Überprüfung mit geneigtem Wagenkasten ein zusätzliches Formelglied für die Einschränkung vorzusehen.

Dieses Formelglied lautet

$$\frac{s}{1,5}(I_p - I_c)(h - h_c)$$

Außerdem wird bei diesen Baugruppen das Formelglied  $\tan\beta$  ( $h - h_0$ ) nicht berücksichtigt (siehe Punkt 3.2.3).

- Diese Anlage wurde auf der Grundlage des Wissenstandes über die heute vorhandenen NeiTech-Fahrzeuge erstellt. Weitere Annahmen und Änderungen der Formeln könnten künftig infolge von Entwicklungen neuer Bauarten dieser Fahrzeuge hinzukommen.
- Nach Überprüfung aller als kritisch angesehenen Fälle werden die verschiedenen Maße der zulässigen halben Breite verglichen, und für jede betrachtete Höhe  $h$  wird der kleinste Wert als maßgebend betrachtet.

#### C.8.5 ERLÄUTERUNGEN

##### C.8.5.1 Bedingung für die Einstellung der Neigung (Fahrzeuge mit aktiver Neigetechnik)

Damit die Formeln dieser Anlage tatsächlich für die Berechnung der Begrenzungslinie von NeiTech-Fahrzeugen verwendet werden können, muss die Neigetechnik gewährleisten, dass sich der Wagenkasten proportional zur Änderung des Überhöhungsfehlbetrages neigt.

Bei passiver Neigetechnik wird diese Bedingung zwangsläufig erfüllt, da ja die Neigung des Wagenkastens durch den vorhandenen Überhöhungsfehlbetrag bewirkt wird.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 87 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

Bei Fahrzeugen mit aktiver Neigetechnik werden dagegen bei der Auslegung oder Einstellung des Systems Werte festgelegt, um die der Wagenkasten vom System geneigt wird.

Diese Werte müssen die folgenden Bedingungen erfüllen, damit die Wagenkästen die vorgesehene Bezugslinie nicht überschreiten:

a) das Neigesystem des Fahrzeugs muss in Bezug auf die Zwischenwerte von IP (genannt IP'), denen die Zwischenwerte des Überhöhungsfehlbetrags des Gleises IC' entsprechen, folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{I'_P}{I_P} = \frac{I'_C}{I_C} = \frac{E'}{E}$$

b) Außerdem muss bei der Überprüfung an der Bogenaußenseite aufgrund der Tatsache, dass sich der Wagenkasten infolge der Fliehkraft nach außen neigt (quasistatische Verschiebung  $z_p$ ), folgende Bedingung im Zusammenhang mit dem Wert  $\beta$  bei der Einstellung eingehalten werden:

$$\tan \beta (h - h_0) \geq z_p$$

Wirkung des Systems  $\geq$  quasistatische Wirkung.

#### C.8.5.4 Bedingung für die Geschwindigkeit von NeiTech-Fahrzeugen

Bei NeiTech-Fahrzeugen kann unter dem Gesichtspunkt der Begrenzungslinie eine zulässige Höchstgeschwindigkeit berechnet werden.

Verwiesen sei auf die Gleichung, die den Bezug zwischen Überhöhungsfehlbetrag und Geschwindigkeit herstellt:

$$I_{PorC} = 0,01186 \frac{V_{PorC}^2}{R} - E$$

Die Geschwindigkeiten  $v_P$  und  $v_C$  entsprechen jeweils der tatsächlichen Geschwindigkeit des NeiTech-Fahrzeuges und der entsprechenden zulässigen Streckengeschwindigkeit.

$$\text{Thus: } V_P \leq \sqrt{\frac{I_P + E}{I_C + E}} V_C$$

Von diesem Ausdruck kann man den Grenzwert der vom NeiTech-Fahrzeug einzuhaltenden Geschwindigkeit gemäß folgender Formel ableiten:

$$V_P \leq \sqrt{\frac{I_P + E}{I_C + E}} V_C$$

#### C.8.6 ANLAGE 4: FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE

Nutzung der vorhandenen Freiräume des Fahrwegs durch Fahrzeuge mit feststehenden Kenngrößen

Die Anwendung muss Gegenstand einer bilateralen Vereinbarung sein.

Beispiel:

Bei einem geraden Gleis mit gutem Instandhaltungszustand und den üblichen Gleislagefehlern ist das maßgebende Kriterium der maximale Gleisabstand; er entspricht der Breite der Bezugslinie plus den Freiräumen, die die zufälligen Verschiebungen des Fahrzeuges aufgrund von Gleislagefehlern (D) abdecken.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>		<b>ETV WAG - C Seite 88 von 89</b>	
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup>

EU Ref<sup>2</sup>

$$D = \sqrt{d_i^2 + d_a^2}$$

$$d_{i,a} = 1,2 \sqrt{\sum t_{i,a}^2}$$

$$t_i \Big|_{i=1}^{i=5}$$

$$t_a \Big|_{a=1}^{a=5}$$

$t_1$  = Querverschiebung des Gleises

$t_2$  = Auswirkung eines Überhöhungs- oder Querhöhenfehlers von 0,015 m

$t_{3i, a}$  = Schwingungen nach Innen und nach Außen

$t_4$  und  $t_5$  = Auswirkung des Ladeungleichgewichts und der Unsymmetrien

$t_1$  . 0,025

$$t_2 = 0,15 \frac{h}{1,5} + 0,015(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_{3,i} = 0,007(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_{3,a} = 0,039(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_4 = 0,05(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_5 = 0,015(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

Die folgenden Kenngrößen dienen der Festlegung der Freiräume, die zur Bezugslinie G1 hinzuzuaddieren sind:

$h = 3,25$  m

$h_c = 0,5$  m

$s = 0,4$

Die feststehenden Kenngrößen des zu untersuchenden Fahrzeugs können verwendet werden wie z. B.:

$h = 1,8$  m (Höhe über SO bei einem bestimmten Wagenkastenquerschnitt)

$h_c = 0,7$  m

$s = 0,24$

Werden die oben genannten Kenngrößen zugrundegelegt, ergeben sich folgende Werte:

– für die Bezugslinie G1  $D = 0,113$  m

– für das Fahrzeug mit feststehenden Kenngrößen  $D' = 0,058$  m

Die Differenz  $D - D' = 0,055$  m kann für die Verbreiterung des Fahrzeugs mit feststehenden Kenngrößen zugrundegelegt werden.

Wird der zusätzliche Freiraum, der die zufälligen Verschiebungen abdeckt, nicht auf

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE C</b>			<b>ETV WAG - C</b> Seite 89 von 89
	Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-C/2.2011	Original: EN

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften<sup>1</sup> EU Ref<sup>2</sup>

diese Weise berechnet, sondern pauschal festgelegt, und äußert sich dies durch kleinere Abmessungen, sollte dies in die Berechnung von D-D' einfließen.

Beispiel: SNCF,  $V \leq 120 \text{ km/h}$ :  $D_{\text{SNCF}} = 0,05 + 0,03 = 0,08 \text{ m}$ .

Die Verbreiterung des Fahrzeugs mit feststehenden Kenngrößen könnte dann in einer Höhe von 1,8 m einem Wert von 0,022 m entsprechen.