

DIN EN 15528



ICS 03.220.30; 45.060.20

EntwurfEinsprüche bis 2020-09-17
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15528:2016-01**Bahnanwendungen –
Streckenklassen zur Behandlung der Schnittstelle zwischen Lastgrenzen
der Fahrzeuge und Infrastruktur;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15528:2020**

Railway applications –

Line categories for managing the interface between load limits of vehicles and infrastructure;
German and English version prEN 15528:2020

Applications ferroviaires –

Catégories de ligne pour la gestion des interfaces entre limites de charges des véhicules et de
l'infrastructure;

Version allemande et anglaise prEN 15528:2020

AnwendungswarnvermerkDieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-07-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) oder Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

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

Gesamtumfang 159 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15528:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 087-00-02-02 UA „Fahrtechnik“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15528:2016-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) alle Informationen zur dynamischen Kompatibilität einschließlich Anhängen C, D, E und P (zukünftig Teil eines von TC250/SC1/WG 3/TG DIBRST vorbereiteten TR) wurden entfernt;
- b) für Reisezugwagen und Triebzüge wird eine zusätzliche Kategorisierung für unterschiedliche Werte von stehenden Fahrgästen je m² in der Lastfall-Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung (MXD) nach EN 15663:2017+A1:2018 eingeführt;
- c) Klärung des informativen Charakters von Anhang F über Fahrgeschwindigkeiten, bei denen keine zusätzlichen dynamischen Kompatibilitätsprüfungen erforderlich sind;
- d) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

<i>Titel de:</i>	Bahnanwendungen — Streckenklassen zur Behandlung der Schnittstelle zwischen Lastgrenzen der Fahrzeuge und Infrastruktur
<i>Titel en:</i>	Railway applications — Line categories for managing the interface between load limits of vehicles and infrastructure
<i>Titel fr:</i>	Applications ferroviaires — Catégories de ligne pour la gestion des interfaces entre limites de charges des véhicules et de l'infrastructure

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	7
3.1 Begriffe.....	7
3.2 Symbole und Abkürzungen.....	10
4 Klassifizierungssystem	11
4.1 Definition der Streckenklassen.....	11
4.2 Zusammenhang mit den Fahrzeugtypen	12
4.3 Zusammenhang zwischen Streckenklasse und Geschwindigkeit.....	12
4.3.1 Einleitung.....	12
4.3.2 Güterverkehr	13
4.3.3 Mischverkehr und Personenverkehr	13
5 Klasseneinteilung der Infrastruktur.....	13
5.1 Ingenieurbauwerk	13
5.2 Oberbau, Unterbau und Erdbauwerke.....	14
5.3 Ergebnisse der Klasseneinteilung der Infrastrukturen.....	15
6 Einstufung der Schienenfahrzeuge	15
6.1 Allgemeine Regeln	15
6.2 Güterwagen	19
6.2.1 Besondere Regeln für Güterwagen.....	19
6.2.2 Resultierende Lastgrenzen für Güterwagen	19
6.3 Lokomotiven	20
6.3.1 Allgemeines	20
6.3.2 Lokomotiven mit 4 Radsätzen	20
6.3.3 Lokomotiven mit 6 Radsätzen	20
6.4 Triebzüge und Personenwagen	21
6.4.1 Allgemeines	21
6.4.2 Triebzüge	22
6.4.3 Personenwagen.....	22
6.5 Sonderfahrzeuge	22
6.6 Ergebnisse der Fahrzeugeinstufung.....	23
7 Statische Kompatibilität der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur	23
Anhang A (normativ) Referenzwagen und Lastmodelle zur Darstellung der Streckenklassen.....	26
Anhang B (informativ) Ablaufplan: Klasseneinteilung der Infrastruktur und Einstufung der Fahrzeuge.....	31
Anhang C (informativ) Geometrische Zugparameter	32
Anhang D (informativ) Geschwindigkeiten, bei denen keine dynamischen Kompatibilitätsüberprüfungen erforderlich sind	34
Anhang E (informativ) Verwendete Verfahren zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Bestandstragwerken.....	36

Anhang F (informativ) Anwendung der Ergebnisse der Einstufung der Strecke.....	37
Anhang G (informativ) Beispiel der Berechnungsmethodik.....	39
Anhang H (informativ) Höchstzulässige Radsatzlast P — Wagen mit zwei Drehgestellen zu je 2 Radsätzen.....	45
Anhang I (informativ) Höchstzulässige Radsatzlast P — Fahrzeuge mit zwei Drehgestellen mit je 3 Radsätzen.....	48
Anhang J (informativ) Streckenklassen für Lokomotiven mit 6 Radsätzen	51
Anhang K (informativ) L4-Lokklassen (Lokomotiven mit 4 Radsätzen)	53
Anhang L (informativ) L6-Lokklassen (Lokomotiven mit 6 Radsätzen).....	54
Anhang M (informativ) Vergleich der RA-Klasseneinteilung mit Streckenklassen.....	56
Anhang N (informativ) Wiegezettel für Lokomotiven	57
Anhang O (informativ) Einstufung der Triebwagen durch Parameterprüfung Ermitteln der Streckenklasse anhand der Radsatzlast	61
Anhang P (informativ) Leitlinien für die Einbringung von Stadtbahn-Triebzügen in Streckenklasse a10, a12 oder a14.....	67
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2016/797/EU	76
Literaturhinweise.....	80

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15528:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15528:2015 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2016/797/EU.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2016/797/EU siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Wesentliche technische Änderungen zwischen diesem Dokument und EN 15528:2015 sind:

- alle Informationen zur dynamischen Kompatibilität einschließlich Anhängen C, D, E und P (zukünftig Teil eines von TC250/SC1/WG 3/TG DIBRST vorbereiteten TR) wurden entfernt;
- für Reisezugwagen und Triebzüge wird eine zusätzliche Kategorisierung für unterschiedliche Werte von stehenden Fahrgästen je m² in der Lastfall-Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung (MXD) nach EN 15663:2017+A1:2018 eingeführt;
- Klärung des informativen Charakters von Anhang F über Fahrgeschwindigkeiten, bei denen keine zusätzlichen dynamischen Kompatibilitätsprüfungen erforderlich sind.

Einleitung

Das bestehende europäische Vollbahnsystem setzt sich aus Komponenten zusammen, die bisher für verschiedene Anforderungen bemessen wurden. Der größte Teil der Ingenieurbauwerke für den Vollbahnverkehr wurde vor Einführung der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) und der Eurocodes für den Entwurf von Tragwerken errichtet.

Dieses Dokument definiert ein Streckenklassifizierungssystem, um die Schnittstelle zwischen den Lastgrenzen der Schienenfahrzeuge und den Nutzlastgrenzen von Güterwagen und der vertikalen Tragfähigkeit einer Strecke zu regeln.

Das Streckenklassifizierungssystem berücksichtigt Parameter wie

- Radsatzlast (P),
- geometrische Aspekte bezogen auf Radsatzabstände,
- Masse je Längeneinheit (p),
- Geschwindigkeit,

und bietet ein transparentes Verfahren, um festzustellen, ob die vertikalen Belastungsmerkmale von Fahrzeugen kompatibel mit der Tragfähigkeit der Strecken im Netz sind.

Das Streckenklassifizierungssystem bedient sich einer Reihe von Streckenklassen, die in dem vorliegenden Dokument durch ein Lastmodell definiert sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar auf die Strecken mit Normspurweite (1 435°mm) und größere Spurweiten des Vollbahnsystems und die Fahrzeuge, die auf diesen Strecken betrieben werden, mit Ausnahme von wie in EN 13977 definierten aufsetzbaren Anhänger und Instandhaltungsfahrzeugen (z. B. schienengebundene Anlage, Kräne) im Arbeits- oder Versetzfahrmodus (siehe EN 14033-2).

Dieses Dokument beschreibt Klassifizierungsverfahren für bestehende und neue Vollbahnstrecken und die Einstufung von Schienenfahrzeugen.

Dieses Dokument gibt Leitlinien für eine zuverlässige und zugelassene Handhabung der Schnittstelle zwischen Schienenfahrzeugen und Vollbahnschienennetz und stellt weder Anforderungen an Fahrzeuge noch an die Infrastruktur.

Die Anwendung dieses Dokuments ermöglicht es, die statische Routenkompatibilität zwischen einem Schienenfahrzeug und dem Vollbahnschienennetz mit Hinblick auf die vertikale Tragfähigkeit sicherzustellen.

Sie enthält Anforderungen, die Folgendes betreffen:

- die Klassifizierung der vertikalen Tragfähigkeit von Strecken des Vollbahnschienennetzes;
- die Zuordnung von Schienenfahrzeugen zu Streckenklassen (Einstufung);
- die Bestimmung der Nutzlastgrenzen von Güterwagen.

Nicht im Anwendungsbereich dieses Dokuments enthalten sind:

- Beurteilung der Kompatibilität basierend allein auf der Grundlage des Parameters Radsatzlast;
- Kompatibilitätsprüfungen für Fälle, in denen eine zusätzliche dynamische Analyse erforderlich ist (beispielsweise nach EN 1991-2:2003, 6.4.4);
- Anforderungen hinsichtlich der maximalen Gesamtmasse oder der maximalen Zuglänge;
- das in Großbritannien verwendete System, wo alle Strecken und Fahrzeuge nach dem RA-System (Route Availability) eingeteilt werden. Eine Anleitung zu den äquivalenten Klassen nach dieser Europäischen Norm wird in Anhang M gegeben;
- die Veröffentlichung der Streckenklassen.

Die Anforderungen dieses Dokuments ersetzen nicht die Bestimmungen zum Fahrverhalten von Fahrzeugen, das anhand der Bewertungsgrößen für die Laufsicherheit, Gleisbelastung und Fahreigenschaften beschrieben wird (siehe EN 14363).

2 Normative Verweisungen

Auf die folgenden Dokumente wird im Text in der Weise Bezug genommen, dass ihr Inhalt ganz oder teilweise den Anforderungen dieses Dokuments entspricht. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1991-2:2003, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken*

EN 15663:2017+A1:2018, *Bahnanwendungen — Fahrzeugreferenzmassen*

EN 15877-1, *Bahnanwendungen — Kennzeichnung von Schienenfahrzeugen — Teil 1: Güterwagen*

3 Begriffe

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1.1

zugehörige maximale Geschwindigkeit

lokale Höchstgeschwindigkeit, für die eine Streckenklasse gültig ist

3.1.2

Radsatzlast

P

Summe der durch einen Radsatz oder ein Paar unabhängiger Räder auf das Gleis wirkenden statischen vertikalen Radkräfte dividiert durch g

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm werden „Last“ und „Kraft“ mithilfe der Einheiten der „Masse“ (kg oder t) beschrieben.

3.1.3

Radsatzlast

P_i

Radsatzlast P des Radsatzes i

3.1.4

Radsatzabstand

Auslegungswerte der Abstände zwischen den Mittelpunkten benachbarter Radsätze

3.1.5

Biegemoment

Bezeichnung einer inneren Kraft eines Trägers, wie sie bei der Tragwerksbemessung verwendet wird

3.1.6

Einstufung der Fahrzeuge

Feststellung der vertikalen Belastungsmerkmale von Schienenfahrzeugen entsprechend der Kombination von Radsatzlasten und Radsatzabständen durch Zuordnung einer Streckenklasse

3.1.7

Klasseneinteilung der Infrastruktur

Feststellung der Tragfähigkeit des Oberbaus durch Zuordnung einer Streckenklasse und Angabe der entsprechenden Geschwindigkeit

3.1.8

Kompatibilität

Nachweis der zufriedenstellenden Schnittstelle zwischen den Lasteinwirkungen der Fahrzeuge und der Tragfähigkeit der Infrastruktur

3.1.9

Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung

Masse des Fahrzeugs mit dem gesamten Verbrauchsmaterial und dem kompletten Zugpersonal, das für den Betrieb erforderlich ist, zuzüglich der in EN 15663:2017+A1:2018 definierten außergewöhnlichen Nutzlast

3.1.10

Länge über Puffer

L

Länge über Puffer oder zwischen den Kupplungsebenen, wenn keine Puffer vorhanden sind

3.1.11

Strecke

Gleis oder Gleise zwischen zwei Orten, die Teil des Vollbahnschienennetzes bilden

3.1.12

Streckenklasse

Bezeichnung des spezifischen Lastmodells basierend auf Referenzwagen

3.1.13

Streckengeschwindigkeit

generelle Höchstgeschwindigkeit des Verkehrs auf einer Route

3.1.14

Lastgrenze

höchstzulässige Nutzlast für einen Wagen in Bezug auf jede Streckenklasse

3.1.15

Lastmodell

durch eine bestimmte Formation von Referenzwagen definiert

3.1.16

Lokomotive

Zugmaschine, die nicht dazu vorgesehen ist, selbst eine Nutzlast zu transportieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieser Norm werden Triebköpfe als Lokomotiven betrachtet.

3.1.17

Lokklasse

Referenzfahrzeug mit repräsentativen Lokparametern

3.1.18

Masse je Längeneinheit

p

Masse eines Fahrzeugs oder einer Einheit dividiert durch die Länge über Puffer

3.1.19

maximale Personenzuggeschwindigkeit/maximale Güterzuggeschwindigkeit

Zusatzinformation als generelle Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit des Verkehrs auf einer Strecke entsprechend der Verkehrsart

3.1.20

Referenzwagen

fiktives Fahrzeug, das als Lastkomponente für ein Lastmodell verwendet wird und durch Radsatzlast, Radsatzabstand und Masse je Längeneinheit definiert ist

3.1.21

Triebzug

MU

nicht trennbarer Zugverband oder Triebwagen, der als Zug verkehren kann und nicht dafür vorgesehen ist, umkonfiguriert zu werden, es sei denn, er befindet sich in einer Werkstatt

3.1.22

Personenwagen

Fahrzeuge ohne eigenen Antrieb: Reisezugwagen, Speisewagen, Schlafwagen, Liegewagen, Packwagen, Steuerwagen, Autotransportwagen und vergleichbare Fahrzeuge, die dafür vorgesehen sind, in veränderlicher Formation als Personenzug zusammengefügt zu werden

3.1.23

Route

Pfad eines Zuges zwischen zwei Schienennetzorten entlang einer oder mehrerer Strecken

3.1.24

Lokomotivbauart

Lokomotiven, die als bauartgleich konzipiert sind (der gleiche Radsatzabstand und die gleichen Nennwerte für die Masse, m_{nom} , und für die Radsatzlasten, $P_{i,\text{nom}}$)

3.1.25

Querkraft

Bezeichnung einer inneren Kraft eines Trägers, wie sie bei der Tragwerksbemessung verwendet wird

3.1.26

Sonderfahrzeug

Fahrzeug, das für Instandhaltung, Inspektion oder Erneuerung von Infrastrukturelementen oder für besondere Transportzwecke ausgelegt ist, deren Fahrzeugbestand im Gegensatz zu üblichen Schienenfahrzeugen mit einer vergleichsweise niedrigen Laufleistung betrieben wird; dazu zählen:

a) Instandhaltungsfahrzeuge, einschließlich:

- 1) Kräne und Schutzwagen;
- 2) schienengebundene Maschinen (siehe EN 14033 (alle Teile));
- 3) Zwei-Wege-Maschinen (siehe EN 15746 (alle Teile));
- 4) ausgleisbare Maschinen (siehe EN 15955 (alle Teile));
- 5) Anhänger (siehe EN 15954 (alle Teile));

b) Überwachungs- und Inspektionsfahrzeuge, einschließlich:

- 1) Gleisinspektionsfahrzeuge;
- 2) Inspektionsfahrzeuge für die Oberleitung;

c) Sondertransportfahrzeuge, einschließlich:

- 1) Transportfahrzeuge für Transformatoren;
- 2) Torpedopfannenwagen;
- 3) beladene Wagen mit mehr als 8 Radsätzen (UIC 502).

3.1.27 Radlast Q_i

statische vertikale Rad/Schiene-Berührungskräfte des Radsatzes i dividiert durch g

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Terminologie in dieser Norm für „Last“ und „Kraft“ wird im Sinne und mit den Einheiten von „Masse“ (kg oder t) verwendet.

3.2 Symbole und Abkürzungen

$2a^*$	Drehzapfenabstand innerhalb eines Fahrzeugs	m
$2a^*_{\text{adopted}}$	übernommener Wert von $2a^*$ in Anhang P	m
$2a^*_{\text{table}}$	Wert von $2a^*$ in den Tabellen von Anhang P	m
$2a^*_{\text{unit}}$	Wert von $2a^*$ eines Triebzugs in Anhang P	m
$2a^+$	Abstand der Radsätze im Drehgestell	m
$2a^+_{\text{table}}$	Wert von $2a^+$ in den Tabellen von Anhang P	m
$2a^+_{\text{unit}}$	Wert von $2a^+$ eines Triebzugs in Anhang P	m
AB	Gelenkdrehgestell (en: articulated bogie)	Einheit
a	Radsatzabstand	m
b	Abstand zwischen dem außenliegenden Radsatz und dem Ende der nächstgelegenen Kupplungsebene	m
c	Abstand zwischen den beiden innenliegenden Radsätzen	m
CB	konventionelles Drehgestell (en: conventional bogie)	—
ETCS	European Train Control System	—
HSLM	Hochgeschwindigkeitslastmodell (en: High Speed Load Model)	—
d_n	Abstand zwischen Radsatznummer n und Radsatznummer $(n - 1)$	m
g	Beschleunigung durch Schwerkraft	9,81 m/s ²
L	Länge über Puffer	mm
L_{Coa}	Länge des Reisezugwagens	m
m	Masse	t
m_{nom}	Nennwerte für die Masse	t
$m_{\text{nom,excess}}$	modifizierter Nennwert für die Masse aufgrund überschrittener Grenzwerte	t
MU	Triebzug (en: multiple unit)	—
n	Radsatznummer	—
p	Masse je Längeneinheit	t/m
P	Radsatzlast	t
P_i	Radsatzlast von Radsatz i	t
$P_{i,\text{nom}}$	Nennwert der Radsatzlast von Radsatz i	t

$P_{\text{LineCategory}}$	maximale Radsatzlast für eine Streckenklasse	t
$P_{\text{nom,excess}}$	modifizierter Nennwert für eine Radsatzlast aufgrund überschrittener Grenzwerte	t
P_{red}	verringertes Wert der Radsatzlast	t
P_{unit}	maximale Radsatzlast innerhalb der Fahrzeugeinheit	t
Q_i	Radlast von Radsatz i	t
Q_{ir}/Q_{il}	Radlast von Radsatz i rechts/links	t
RA	Routenverfügbarkeit (en: Route Availability)	—
SA	Einzelradsatz (en: single axle)	—
s_n	Abstand zwischen Radsatz n und Radsatz 1	m
$u_1 + u_2$	Drehzapfenabstand angrenzender Fahrzeuge	m
u_3	Überhang des Endwagens	m
u_{unit}	Wert des Überhangs einer Triebzuggarnitur in Anhang P	m
u_{table}	Wert des Überhangs in den Tabellen von Anhang P	m
UIC	Internationaler Eisenbahnverband (fr: Union Internationale des Chemins de fer)	—
v	Geschwindigkeit	km/h

4 Klassifizierungssystem

4.1 Definition der Streckenklassen

Die Anwendung eines Klassifizierungssystems mithilfe von Streckenklassen ermöglicht ein einfaches Verstehen der lastbezogenen Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur.

Die sich aus dem Klassifizierungsprozesses für die Infrastruktur ergebende Streckenklasse repräsentiert die Fähigkeit der Infrastruktur (Gleis, Unterbau, Erdbauwerke, Ingenieurbauwerke), den statischen vertikalen Lasten standzuhalten, die von den Fahrzeugen auf der Strecke oder auf Streckenabschnitten im Regelverkehr aufgebracht werden.

Jede Streckenklasse (a10, a12, a14, A, B1, B2, C2, C3, C4, D2, D3, D4, D5, D4xL und auch E4 und E5, E6) ist durch ein Lastmodell definiert, das auf Referenzwagen basiert und durch die in Anhang A angegebenen Leistungsmerkmale festgelegt ist:

- Radsatzlast;
- geometrische Merkmale der Radsatzabstände;
- Fahrzeuglänge.

Der Wert für die „Masse je Längeneinheit“ der Referenzwagen wird anhand der vorstehend genannten Parameter bestimmt.

4.2 Zusammenhang mit den Fahrzeugtypen

Die Lasteinwirkungen verschiedener Fahrzeugtypen werden mit den Lastmodellen verglichen, die die unterschiedlichen Streckenklassen definieren.

Alle Typen von Fahrzeugen und Güterwagen mit deren entsprechenden Nutzlasten werden durch die Streckenklassen A, B1, B2, C2, C3, C4, D2, D3, D4 erfasst.

Die Streckenklassen D5, E4, E5 und E6 sind ausschließlich für Schwerlastwagen festgelegt.

Lokomotiven können unter folgende Klassen fallen:

- Streckenklassen B1, B2, C2, C3, C4, D2, D3, D4 und D4xL (zuzüglich einer optionalen, ausführlichen Spezifikation für Bereiche des Radsatzabstandes);
- Lokklassen L4 und L6.

Personenwagen und Triebzüge können durch Folgendes erfasst sein:

- Streckenklassen a10, a12, a14, B1, C2, D2 (zuzüglich einer optionalen, ausführlichen Spezifikation für Radsatzabstand und der Fahrzeuglänge). Die Streckenklassen a10, a12 und a14 wurden eigens für Fahrzeuge des Personennahverkehrs mit Radsatzlasten bis zu 14 t entwickelt.

Für Schienenfahrzeuge oder Güterwagen mit Nutzlastgrenzen, die über D4 oder D4xL kategorisiert sind, wird empfohlen, die Verwendung von statischen und dynamischen Radlastmesseinrichtungen in Betracht zu ziehen, die am Gleis befestigt und/oder an den Fahrzeugen angebracht sind, um die Einhaltung der Anforderungen dieser Europäischen Norm zu unterstützen.

4.3 Zusammenhang zwischen Streckenklasse und Geschwindigkeit

4.3.1 Einleitung

Die Klasseneinteilung der Infrastruktur gilt für alle Arten von Schienenfahrzeugen, die unterschiedliche Höchstgeschwindigkeiten haben können (z. B. Güter- und Personenverkehr). Als zusätzliche Information muss die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit zur zugehörigen Streckenklasse angegeben werden.

Als Ergebnis der Klasseneinteilung der Infrastruktur können zusätzliche Angaben zur Festlegung der Streckenklassen angegeben werden, um zwei oder mehr Kombinationen (z. B. unterschiedliche Höchstgeschwindigkeiten und zugehörige Streckenklassen für Personen- und Güterzüge) zu erfassen.

ANMERKUNG Beispiele, die die Angaben über die Klasseneinteilung der Strecke und den Zusammenhang mit der Geschwindigkeit veranschaulichen, sind in Anhang F angegeben.

Die zur Veröffentlichung verwendeten Kombinationen sollten den gesetzlichen, technischen und betrieblichen Anforderungen entsprechen (z. B. ETCS-Geschwindigkeitsstufen).

Bei der Klassifizierung von Ingenieurbauwerken (siehe 5.1) und anderen relevanten Infrastrukturkomponenten (siehe 5.2) ist die lokale Streckengeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Die Streckenklasse und die zugehörige maximale Geschwindigkeit müssen als eine Einheit betrachtet werden.

4.3.2 Güterverkehr

Bei der Einteilung von Strecken in Streckenklassen ist die Streckenklasse bei maximaler Güterzuggeschwindigkeit (höchstens 120 km/h) zu bestimmen.

Eine Geschwindigkeit von 120 km/h entspricht der Höchstgeschwindigkeit für den konventionellen Güterverkehr und ist die Gültigkeitsgrenze für den Güterverkehr bei der Anwendung von Streckenklassen. Bei einer Geschwindigkeit über 120 km/h müssen Einzelprüfungen durchgeführt werden.

Optional darf eine zusätzliche höhere Streckenklasse bei einer zugehörigen niedrigeren Geschwindigkeit (niedriger als die maximale Güterzuggeschwindigkeit) bestimmt werden.

In einigen Situationen kann es wünschenswert sein, die Streckenklasse bei einer niedrigeren Geschwindigkeit zu bestimmen, um die Streckenklasse zu maximieren.

Außerdem muss für D5-, E4-, E5- oder E6-Strecken eine zugehörige maximale Geschwindigkeit für diesen Verkehr zusammen mit der zugehörigen maximalen Geschwindigkeit für herkömmlichen Streckenverkehr der Streckenklasse D4 angegeben werden.

4.3.3 Mischverkehr und Personenverkehr

Auf Mischverkehrstrecken mit Personenverkehr ist die Streckenklasse bei maximaler Güterzuggeschwindigkeit nach 4.3.2 in der Regel ausreichend und für die Optimierung des Güterverkehrs geeignet.

Bei Fahrzeugen und Lokomotiven, die in die gleiche oder eine niedrigere Streckenklasse als die Strecke selbst eingestuft wurden und schneller als mit der maximalen Güterzuggeschwindigkeit verkehren, sind ausgehend von der maximalen Güterzuggeschwindigkeit zusätzliche Untersuchungen für die Klasseneinteilung der Ingenieurbauwerke (siehe 5.1) und der anderen relevanten Infrastrukturkomponenten (siehe 5.2) in Betracht zu ziehen.

Bei Geschwindigkeiten über 120 km/h und bis zur Streckenhöchstgeschwindigkeit müssen die unterschiedlichen Kombinationen aus Streckenklassen und Geschwindigkeit den allgemeinen technischen und betrieblichen Anforderungen oder Beschränkungen entsprechen.

Streckenklassen als Klassenangabe für Geschwindigkeiten über 120 km/h können auf Fahrzeugtypen oder Verkehrsarten bezogen werden. Zusätzliche dynamische Überprüfungen der Kompatibilität bei unterschiedlichen Geschwindigkeitsstufen für unterschiedliche Fahrzeugtypen können erforderlich sein, um die Kompatibilität nachzuweisen (siehe 5.1 und Anhang F). Derartige dynamische Überprüfungen liegen nicht im Anwendungsbereich dieser Norm.

5 Klasseneinteilung der Infrastruktur

5.1 Ingenieurbauwerk

Bei der Einteilung einer Eisenbahnstrecke in Streckenklassen muss die Tragfähigkeit der gleistragenden Bauwerke mithilfe der Lastmodelle nach Anhang A und unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit ermittelt werden. Die Geschwindigkeit(en) und, sofern maßgeblich, die Verkehrsarten müssen 4.2 und 4.3 entsprechen.

Das angewendete Verfahren zur Ermittlung der Tragfähigkeit der Bauwerke (Brücken und andere gleistragende Bauwerke) muss den Zustand der bestehenden Bauwerke berücksichtigen und den nationalen Anforderungen entsprechen.

ANMERKUNG 1 Beispiele der üblicherweise verwendeten Verfahren zur Bestimmung der Tragfähigkeit von bestehenden Bauwerken sind in Anhang E dargestellt.

Bei der Beurteilung der Tragfähigkeit von Bauwerken muss Folgendes berücksichtigt werden:

- Lastmodelle und die Kombination von Fahrzeugen müssen in der ungünstigsten Laststellung angewendet werden (z. B. auf Durchlaufträger müssen die Teile, die eine entlastende Wirkung hervorrufen, vernachlässigt werden);
- dynamische Lasteinwirkungen (z. B. Verwendung des dynamischen Beiwertes für reale Züge nach EN 1991-2:2003, Anhang C);
- Teilsicherheitsfaktoren für Eisenbahneinwirkungen aufgrund der Massetoleranzen und der möglichen Überladung (siehe 6.2);
- bestehende betriebliche und andere Einschränkungen, die sich beispielsweise auf unterschiedliche Verkehrsarten beziehen.

Bei der Bestimmung der Streckenklasse und zugehöriger maximaler Betriebsgeschwindigkeit für Lokomotiven darf die geringere Wahrscheinlichkeit einer Überladung und Frachtverlagerung (im Vergleich zu anderen Verkehrsarten) berücksichtigt werden. Jede Verringerung der Teilsicherheitsfaktoren für Eisenbahnlasteinwirkungen sollte den nationalen Anforderungen entsprechen.

Die in Anhang A definierten Lastmodelle dienen der Klasseneinteilung der Strecken und dürfen nicht zur Bemessung neuer Tragwerke verwendet werden. Für die Bemessung neuer Tragwerke sind die in EN 1991-2 angegebenen Eisenbahnlasten zu verwenden.

Das Ergebnis der Klasseneinteilung jedes Tragwerkes einer Strecke muss die Anforderungen von Abschnitt 4 erfüllen.

Um das potentielle Risiko zu behandeln, das sich aus ungünstigen dynamischen Lasteinwirkungen auf Brücken ergibt, die auf Resonanz und andere übermäßige dynamische Lasteinwirkungen im Tragwerk zurückzuführen sind, muss die Notwendigkeit der Durchführung zusätzlicher dynamischer Überprüfungen entsprechend dem Risiko berücksichtigt werden, das auf der Kombination aus Fahrzeugtyp und Geschwindigkeit beruht.

ANMERKUNG 2 Anhang D enthält Leitlinien für Kombinationen aus Fahrzeugtyp und Geschwindigkeit, die keine dynamischen Kompatibilitätsüberprüfungen auf bestehenden Brücken erfordern.

5.2 Oberbau, Unterbau und Erdbauwerke

Die Tragfähigkeit der Strecke, Unterbau und Erdarbeiten müssen in Übereinstimmung mit nationalen Anforderungen bestimmt werden. Typischerweise berücksichtigen solche Verfahren die Schienenformen und Gleiskomponenten, Schwellenabstand, Gleisgeometrie, Gleisqualität, jährliches Verkehrsaufkommen in Tonnen, Inspektions- und Instandhaltungsanordnungen und andere nationale Anforderungen usw.

Bei E4- und E5-Verkehr werden eine maximale Betriebsgeschwindigkeit von 100 km/h und ein maximaler Überhöhungsfehlbetrag von 100 mm empfohlen. Bei E6-Verkehr wird eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h empfohlen.

Um für Güterwagen mit Radsatzlasten über 22,5 t angemessene Geschwindigkeiten über 100 km/h einzuführen, sollten spezielle Studien durchgeführt werden, um die dynamischen Auswirkungen auf das Gleis zu überprüfen.

Die Übereinstimmung der nationalen Klassifizierungssysteme mit der Klasseneinteilung der Strecken nach diesem Dokument muss hergestellt werden.

Die Ergebnisse müssen zur Bestimmung der Streckenklasse nach diesem Dokument hinsichtlich der Tragfähigkeit von Oberbau, Unterbau und Erdbauwerken angewendet werden.

5.3 Ergebnisse der Klasseneinteilung der Infrastrukturen

Für die Klasseneinteilung einer Strecke oder eines Streckenabschnittes muss der niedrigste Wert aus Folgenden verwendet werden:

- der Streckenklassifizierung von Ingenieurbauwerken in Übereinstimmung mit 5.1;
- der Streckenklassifizierung von Oberbau, Unterbau und Erdbauwerken in Übereinstimmung mit 5.2;
- relevante zur Fahrgeschwindigkeit des Zuges zugehörige Anforderungen;
- andere allgemeine Anforderungen einschließlich Anforderungen im Hinblick auf die zulässigen Höchstfahrgeschwindigkeiten abhängig von:
 - Verkehrsart;
 - Fahrzeugtyp und Anzahl Fahrzeuge oder in den Zug aufgenommene Einheiten;
 - die Achsenanzahl des Zugs;
 - andere Betriebsprobleme;
- zusätzliche Voraussetzungen bezüglich der Gültigkeit der Streckenklassifizierung.

Das Ergebnis der Klasseneinteilung der Infrastruktur muss die zulässige(n) Streckenklasse(n) und deren zugehörige(n) maximale(n) Geschwindigkeit(en) für jede Strecke oder jeden Streckenabschnitt enthalten. Erforderlichenfalls sind die sich ergebenden zusätzlichen Geschwindigkeitsregelungen und betrieblichen Anforderungen in Bezug auf Lokomotiven (z. B. Lokklassen und zugehörige maximale Geschwindigkeit) oder Verkehrsarten (z. B. maximale Güterzug- oder Personenzuggeschwindigkeit) zu berücksichtigen.

Das aus dieser Norm resultierende Ergebnis für die Klasseneinteilung der Infrastruktur sollte für die Veröffentlichung und Umsetzung den internationalen und nationalen Anforderungen, einschließlich gesetzlicher, technischer und betrieblicher Anforderungen, angepasst werden.

Wenn die Klasseneinteilung der Strecke in Bezug zu der zugehörigen Geschwindigkeit D4xL, D5, E4, E5 oder E6 steht, muss auch die Höchstgeschwindigkeit für die Streckenklasse D4 angegeben werden.

ANMERKUNG Beispiele für das Ergebnis von Klasseneinteilungen sind in Anhang F dargestellt.

6 Einstufung der Schienenfahrzeuge

6.1 Allgemeine Regeln

Die Einstufung eines Fahrzeuges in Streckenklassen oder die Bestimmung der durch Streckenklassen definierten Nutzlastgrenzen eines Güterwagens ist repräsentativ für die von einem Fahrzeug oder einem Güterwagen hervorgerufenen statischen vertikalen Lasteinwirkungen.

Ein Fahrzeug gilt für eine Streckenklasse als geeignet, wenn die statischen vertikalen Lasteinwirkungen, die vom zu untersuchenden Fahrzeug hervorgerufen werden, gleich den statischen Lasteinwirkungen sind, die durch den Referenzwagen dieser Streckenklasse hervorgerufen werden oder diese nicht überschreiten (siehe Anhang A). Die Radsatzlasten, die Anzahl der Radsätze, der Radsatzabstand und die Fahrzeuglängen sind für den Vergleich mit den statischen Lasteinwirkungen, die durch die Referenzwagen hervorgerufen werden, erforderlich.

Die Streckenklasse eines Fahrzeugs oder die zulässige Nutzlast der Fahrzeuge muss so bestimmt werden, dass die maximalen Biegemomente und die maximalen Querkkräfte an einem Einzelträger für jede Stützweite und für jede Laststellung auf der Stützweite aufgrund des einzustufenden Fahrzeugs die Werte nicht überschreiten, die für die Lastmodelle nach Anhang A definiert sind. Bei den Berechnungen muss das einzustufende Fahrzeug durch eine unbegrenzte Anzahl an Fahrzeugen dargestellt werden, die zu einem Zug zusammengefügt werden, es sei denn, es wurde etwas anderes festgelegt (z. B. siehe 6.5).

Bei unsymmetrischen Fahrzeugen (z. B. wenn der Überhang an den Fahrzeugenden ungleich ist oder die Radsatzlasten über die Länge des Fahrzeugs unterschiedlich ausfallen) ist die ungünstigste Ausrichtung des Fahrzeugs (oder ein festgelegter Zugverband) zu verwenden.

Wenn das/die Fahrzeug(e) in einem im Voraus festgelegten oder unveränderlichen Zugverband in Betrieb geht/gehen, muss der Zugverband (einzeln oder erforderliche Anzahl an gekoppelten Zugverbänden) mit den Lastmodellen der in Anhang A festgelegten Streckenklassen verglichen werden (z. B. Triebzüge oder Kräne). Zwei Fälle müssen berücksichtigt werden: ein Zug, der aus der ungünstigsten Zusammenstellung von festgelegten Zugverbänden besteht und der festgelegte Zugverband, der in einen Zug aus Referenzwagen eingebunden ist.

Einfach gelagerte Balken mit Stützweiten von $L = 1,0$ m bis $L = 100,0$ m müssen überprüft werden. Die maximalen Schrittweiten der Stützweite dürfen die Werte in Tabelle 1 nicht überschreiten.

Tabelle 1 — Maximale Schrittweite der Stützweite in Abhängigkeit von der Länge der Stützweite

Stützweitenbereich m	Maximale Schrittweite der Stützweite m
1,0 bis 10,0	0,2
10,0 bis 20,0	1,0
20,0 bis 60,0	2,0
60,0 bis 100,0	5,0

ANMERKUNG 1 Ein Beispiel für die Anwendung des Verfahrens ist in Anhang G angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Bestimmung der maximalen Biegemomente und der maximalen Querkkräfte kann durch Einflusslinien oder mit mehrstufigen Näherungsverfahren vorgenommen werden.

Die Anhänge H, I, J, O und P enthalten Tabellen für die Bestimmung der entsprechenden Streckenklasse ohne eine Berechnung, wenn die festgelegten Bedingungen eingehalten werden.

Die Achslastverteilung jedes Fahrzeugs ist durch Messung für den Lastzustand Auslegungsmasse in betriebsfähigem Zustand nach EN 15663:2017+A1:2018 zu bestimmen (bei Güterwagen ist dieser Lastzustand gleich dem unbeladenen Zustand (Tara)). Bei Lokomotiven und Fahrzeugen zur Personenbeförderung sind einzelne Radlasten zu messen.

Wenn einer der Punkte (z. B. Masse des Zugpersonals, Anteile an Kraftstoff und Verbrauchsmaterialien, Verschleiß der Räder) nicht in den gemessenen Massen enthalten ist, müssen Anpassungen durch Berechnung vorgenommen werden.

Basierend auf den Messergebnissen für die Masse müssen alle fehlenden Nutzlastkomponenten (z. B. Masse durch Passagiere) bis zum relevanten Massezustand (siehe Tabelle 2) durch Berechnung vervollständigt werden.

Innerhalb einer Fahrzeugbaureihe müssen die Nennwerte für die Masse, m_{nom} , und für die Radsatzlasten, $P_{i,\text{nom}}$, als dieselben betrachtet werden.

Für die Bestimmung der Streckenklasse (oder der Lokklasse) eines Fahrzeugtyps müssen die Nennwerte der Radsatzlasten der in Spalte B von Tabelle 2 festgelegten Lastfälle verwendet werden. Wenn alle einzelnen Fahrzeuge desselben Fahrzeugtyps innerhalb der in den Spalten C bis D von Tabelle 2 angegebenen Toleranzen liegen, gilt deren Übereinstimmung mit dem Fahrzeugtyp für den Zweck dieser Europäischen Norm als nachgewiesen.

ANMERKUNG 3 Die in Tabelle 2 spezifizierten Toleranzen sind nur für den Zweck der Kategorisierung von Fahrzeugen nach dieser Norm. Sie widersprechen nicht den Toleranzspezifikationen für Masse, Achsen- oder Radlasten in anderen Spezifikationen, Normen oder Vorschriften.

Falls die für einen Fahrzeugtyp verwendeten Toleranzen diese akzeptierten Toleranzen überschreiten, muss die überschüssige Last zum Nennwert der Radsatzlast und zu den Nennmassen, die für die Bestimmung der Streckenklasse für den Fahrzeugtypen verwendet werden, hinzugefügt werden.

Falls einige Werte eines einzelnen Fahrzeugs außerhalb dieser akzeptierten Toleranz liegen, muss die überschüssige Last zum Nennwert der Radsatzlast und zu den Nennmassen hinzugefügt werden. Diese neuen Werte müssen für die Bestimmung der Streckenklasse dieses einzelnen Fahrzeugs verwendet werden.

Falls ein einzelnes Fahrzeug oder ein einzelner Fahrzeugtyp so verändert wird, dass dies zu Lasten außerhalb des annehmbaren Toleranzfeldes führt, muss die überschüssige Last zum Nennwert der Radsatzlast und zur Nennmasse hinzugefügt werden. Diese neuen Werte müssen für die Bestimmung der Streckenklasse dieses einzelnen Fahrzeugs oder des Fahrzeugtyps verwendet werden.

In einigen dieser Fälle kann eine Anpassung der Nennwerte, m_{nom} und $P_{i,\text{nom}}$, ausreichend sein, damit alle Werte den Toleranzen von Tabelle 2 entsprechen.

ANMERKUNG 4 Bei Güterwagen erfordert eine Veränderung des Eigengewichts oder eine Veränderung der Verteilung der Radsatzlast eine Überprüfung der Nutzlastwerte im Lastgrenzraster.

Tabelle 2 — Festgelegte Toleranzen für die Einstufung von Fahrzeugen in Streckenklassen

A	B	C	D	E
Fahrzeugtyp	Lastfall für die Bestimmung der Nennwerte zur Einstufung der Fahrzeuge	Annehmbare Toleranzen und Abweichungen bei der Verwendung von Nennwerten zur Einstufung von Fahrzeugen		
		Masse m	Radsatzlast P_i	Radlast Q_{ir} oder Q_{il}
Güterwagen	Auslegungsmasse bei üblicher Zuladung (maximale Nutzlasten sind im Lastgrenzraster des Fahrzeugs festgelegt) nach EN 15663:2017+A1:2018	a	≤ 100 kg auf jeder einzelnen Radsatzlast ^a	b
Lokomotiven ^c	Auslegungsmasse, betriebsbereites Fahrzeug, nach EN 15663:2017+A1:2018	$\leq 3 \%$	$\leq 3 \%$	$\leq 5 \%$ der mittleren Radlast jedes einzelnen Radsatzes
Personenwagen Triebzüge	Auslegungsmasse mit außergewöhnlicher Zuladung nach 6.4.1	$\leq 3 \%$	$\leq 3 \%$	$\leq 5 \%$ ^d
Sonderfahrzeuge	Sonderfahrzeuge mit Eigenantrieb müssen als Lokomotiven behandelt werden, alle anderen als Güterwagen. Bei im Vorfeld festgelegten oder unveränderlichen Formationen aus verschiedenen Fahrzeugtypen muss der Ansatz, der für jedes Fahrzeug in der Formation angewendet wird, dem Fahrzeugtyp entsprechen.			

^a Das Leergewicht des Güterwagens (entsprechend der Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand) zuzüglich der Nutzlast der maßgeblichen Streckenklasse (im Lastgrenzraster des Güterwagens gekennzeichnet), unter Berücksichtigung der UIC-Verladerichtlinien [9], ergeben die Höchstmasse und die maximale Radsatzlast. Die Nutzlasten im Lastgrenzraster müssen überarbeitet werden, wenn sich Änderungen der Radsatzlast von mehr als 100 kg infolge technischer Änderungen oder durch Änderung der Radsatzlastverteilung ergeben.

^b Das Verhältnis der beiden Radlasten an jedem Radsatz darf $10/8 = 1,25$ im beliebig beladenen Zustand nicht überschreiten. Außerdem darf die Summe aus beiden Radlasten nicht die Radsatzlast überschreiten, die für die Streckenklasse maßgeblich ist (UIC-Verladerichtlinie [9]).

^c Siehe Anhang R für ein Beispiel eines Wiegezettels, der zur Unterstützung der Bestimmung der Radsatzlasten bei der Einstufung von Lokomotiven verwendet wird.

^d Jede einzelne Radlast entsprechend der Auslegungsmasse im Beladezustand mit Nutzlast (Zuladung) nach 6.4.1 darf 5 % von der Hälfte der maximalen Radsatzlast, die für die jeweilige Streckenklasse gilt, nicht überschreiten. Dies muss unter Berücksichtigung der gemessenen Radlastverteilung unter Eigengewicht mit einem berechneten Zuschlag für die Zuladung einschließlich jeglicher Exzentrizität des Masseschwerpunkts der Zuladung überprüft werden.

Falls die Nennwerte der Masse oder Radsatzlast oder die Radsatzanordnung eines Fahrzeugtyps verändert werden (z. B. bei Änderung der Konstruktion oder nachträglich), muss eine erneute Einstufung (oder bei Güterwagen eine erneute Berechnung der Zuladungsgrenzen) durchgeführt werden. In diesem Fall muss die Übereinstimmung mit den Toleranzen für die neuen Nennwerte für die Masse und die Radsatzlast durch erneute Messungen der Rad- und/oder Radsatzlast nachgewiesen werden.

6.2 Güterwagen

6.2.1 Besondere Regeln für Güterwagen

Die Kompatibilität von Güterwagen und deren Beladungen mit der Tragfähigkeit der Strecken wird durch ihre geometrischen und lastspezifischen Eigenschaften, d. h. Radsatzabstand, Radsatzlasten und die sich daraus ergebende Masse je Längeneinheit, bestimmt.

Die Nutzlastgrenze der jeweiligen Streckenklasse muss nach 6.1 bestimmt werden.

Die höchstzulässige zu jeder Streckenklasse zugeordnete Nutzlast und Radsatzlast eines jeden Wagentyps kann nach Anhang G berechnet werden. Alternativ sind zulässige Radsatzlasten von 4- und 6-achsigen Wagen im Anhang H und Anhang I angegeben, die für die Bestimmung der maximal zulässigen Nutzlast verwendet werden können.

Die vorstehend erwähnten Nutzlastgrenzen gelten nur, wenn die zulässige Nutzlast gleichmäßig über die gesamte Wagenlänge verteilt ist. Bei längsseitig verschobener oder ungleichmäßig verteilter Beladung muss die Nutzlast reduziert werden, sodass der Wert der zulässigen Radsatzlast nicht überschritten wird.

Als Ausnahme dürfen Radsatzlasten von 20 t auf Strecken der Klasse C bis zu 0,5 t überschritten werden für:

- Wagen mit 2 Radsätzen mit 20 t Radsatzlasten und $14,10 \text{ m} < \text{Länge über Puffer} < 15,50 \text{ m}$, um ihre Nutzlast auf bis zu 25 t zu bringen;
- Wagen, die für 22,5 t Radsatzlasten ausgelegt sind, zum Ausgleich zusätzlichen Eigengewichtes, um sie an solche Radsatzlasten anzupassen;
- die höchstzulässige Radlast muss 11,1 t betragen.

6.2.2 Resultierende Lastgrenzen für Güterwagen

Die Berechnungsergebnisse der nach 6.1 und 6.2.1 ermittelten maximalen Nutzlast eines Güterwagens für jede Streckenklasse sind in Anhang G dargestellt und müssen im Lastgrenzraster des Güterwagens nach EN 15877-1 eingetragen werden.

Wenn aufgrund spezifischer Vorschriften geringere Nutzlastgrenzen erforderlich sind (z. B. Geschwindigkeitsbegrenzungen, Bremsen), müssen diese Werte verwendet werden.

Das Eigengewicht eines Wagens muss auf das nächste Zehntel einer Tonne gerundet werden.

Wagengruppen mit gleicher Ausstattung müssen innerhalb jeder Hauptserienfertigung identifiziert werden (z. B. Wagen mit Druckluftbremse, Wagen mit Druckluftbremse und Übergangssteg mit Handbremse). Für jede Wagengruppe muss ein Nennwert des Eigengewichts bestimmt und für die Berechnung verwendet werden, falls das Eigengewicht jedes einzelnen Güterwagens dieser Gruppe innerhalb der Toleranzen für Güterwagen entsprechend der Spalten C bis D von Tabelle 2 liegt. Alternativ kann das gemessene Gewicht eines einzelnen Wagens für die Bestimmung der Nutzlastgrenze für den zugehörigen Wagen verwendet werden.

Die auf dem Lastgrenzraster gekennzeichnete zugehörige Zuladung muss bis auf das nächste Zehntel einer Tonne abgerundet werden.

6.3 Lokomotiven

6.3.1 Allgemeines

Lokomotiven müssen in Streckenklassen nach 6.1 eingestuft werden.

6.3.2 Lokomotiven mit 4 Radsätzen

Allgemein fallen die relevanten Parameter einer Lokomotive mit 4 Radsätzen unter die folgenden Bereiche:

- Radsatzlast P : 16 t bis 22,5 t;
- Radsatzabstand am Drehgestell a : 2,2 m bis 3,4 m;
- Masse je Längeneinheit: weniger als 6,4 t/m;
- Abstand zwischen dem außenliegenden Radsatz und dem Ende der nächstgelegenen Kupplungsebene b : größer als 1,9 m.

Wenn die Länge der Lok $(2a + 2b + c)/6,4$ überschreitet und $c > 2a$ ist, legt die maximale Radsatzlast die Streckenklasse fest und keine Berechnung nach 6.1 ist erforderlich:

- Streckenklasse D2: $20 \text{ t} < \text{maximale Radsatzlast } P \leq 22,5 \text{ t}$;
- Streckenklasse C2: $18 \text{ t} < \text{maximale Radsatzlast } P \leq 20 \text{ t}$;
- Streckenklasse B2: $16 \text{ t} < \text{maximale Radsatzlast } P \leq 18 \text{ t}$.

ANMERKUNG Weitere L4-Lokklassen sind in Anhang K definiert, um eine bessere Einteilung zu erzielen (z. B. um die Angabe von Zusatzinformationen zu ermöglichen, die darauf hinweisen, dass eine Lokomotive mit 4 Radsätzen und einer Radsatzmasse von 21,0 t mit einer Streckenklasse C2 kompatibel ist).

6.3.3 Lokomotiven mit 6 Radsätzen

Allgemein fallen die relevanten Parameter einer Lokomotive mit 6 Radsätzen unter die folgenden Bereiche:

- maximale Radsatzlast P : 18 t bis 22 t;
- Abstand der Radsätze in einem Drehgestell a : 1,80 m bis 2,25 m;
- die Masse je Längeneinheit (p) beträgt weniger als 6,4 t/m;
- der Abstand zwischen dem außenliegenden Radsatz und dem Ende der nächstgelegenen Kupplungsebene (a) ist größer als 2,1 m.

Die Streckenklassen werden durch die in Anhang J angegebenen P und a festgelegt.

ANMERKUNG Um die Optimierung der Streckenklassen für die meisten Lokomotiven mit 6 Radsätzen zu unterstützen, sind in Anhang L die Lokklassen L6₁₉, L6₂₀, L6₂₁ und L6₂₂ definiert.

6.4 Triebzüge und Personenwagen

6.4.1 Allgemeines

Für die Einstufung von Triebzügen und Personenwagen in Streckenklassen (siehe 6.1) muss die Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung (MXD) nach EN 15663:2017+A1:2018 verwendet werden, wobei die Werte für Fahrgastlast in Stehflächen wie in Tabelle 3 gezeigt berücksichtigt werden.

Tabelle 3 — Werte für außergewöhnliche Fahrgastlast in Stehflächen in kg/m² nach EN 15663:2017+A1:2018

Zugtyp	Normwert	Bestimmter Wert <i>p</i>
M-I Hochgeschwindigkeits- und Fernverkehrseinheiten EN 15663:2017+A1:2018, Tabelle 7	320	160 bis 320
M-II Andere Personenfahrzeuge als Hochgeschwindigkeits- und Fernverkehrseinheiten EN 15663:2017+A1:2018, Tabelle 8	500	350 bis 700

Die Streckenklasse muss immer für die Normnutzlast in kg je m² für stehende Fahrgäste in Tabelle 3, Spalte 2 dokumentiert werden. Die verwendete Nutzlast muss in einem tiefgestellten Index (z. B. D2₅₀₀ oder D2₃₂₀) angegeben werden.

Falls ein anderer bestimmter Nutzlastwert für stehende Fahrgäste für das Fahrzeug in Übereinstimmung mit EN 15663:2017+A1:2018 spezifiziert wird und sich im Bereich von Tabelle 3, Spalte 3 befindet, muss eine zweite Streckenklasse dokumentiert und mit einem voranstehenden „p“ im Nutzlastindex (z. B. C2_{p160} oder D2_{p420}) angezeigt werden.

Die Verwendung eines bestimmten Nutzlastwertes für stehende Fahrgäste zur Einstufung muss mit dem Routenkompatibilitätsprozess übereinstimmen.

ANMERKUNG 1 In außergewöhnlichen Situationen, für spezifische Streckenabschnitte und/oder Dienstleistungen und unter kontrollierten Bedingungen kann die Kompatibilität mit niedrigeren Streckenklassen für eine begrenzte Nutzlast in Stehflächen außerhalb des Bereichs von Tabelle 3 nachgewiesen werden. Dies erfordert eine individuelle bilaterale Vereinbarung zwischen RU und IM.

ANMERKUNG 2 Für die Interpolation aller Radsatzlasten für unterschiedliche Nutzlasten stehender Fahrgäste sind mindestens zwei Lastfälle aus Tabelle 3 erforderlich. Daher ist die Dokumentation von zwei Lastfällen nützlich.

Die Streckenklasseninformationen zu Triebzügen und Personenwagen müssen zusammen mit den Informationen zu den statischen Radsatzlasten und der Radsatzstellung entlang der Einheit (Radsatzabstand) in der technischen Dokumentation zum Fahrzeug verzeichnet werden.

6.4.2 Triebzüge

Triebzüge müssen in Streckenklassen eingestuft werden. Das in 6.1 beschriebene Verfahren kann durch eine einfache Parameterüberprüfung nach Anhang O ersetzt werden. Typische Zugverbände von Stadtbahn-Triebzügen und die Mindestwerte der Radsatzgeometrien sind in Anhang P als Leitlinien für die Einstufung angegeben.

Zur Festlegung der Streckenklasse eines Triebzugs siehe 6.4.1 und Tabelle 2.

6.4.3 Personenwagen

Personenwagen müssen in Streckenklassen eingestuft werden. Zur Festlegung der Streckenklasse eines Personenwagens siehe 6.4.1.

Alternativ dazu kann Tabelle 5 angewendet werden, um die Streckenklasse zu ermitteln, wenn die Fahrzeugparameter des Personenwagens die Anforderungen von Tabelle 4 erfüllen.

Tabelle 4 — Anforderungen für die Anwendung von Tabelle 5

Parameter	Parameterbereich
Radsatzabstand im Drehgestell	$1,8 \text{ m} \leq 2a^+ \leq 3,0 \text{ m}$
Drehgestellabstand zwischen Drehzapfen	$2a^* \geq 15,6 \text{ m}$
Überhang (Abstand zwischen Drehzapfen und Kupplungsebene)	$u \geq 3,0 \text{ m}$

Tabelle 5 — Entsprechende Streckenklasse (in Verbindung mit Tabelle 4)

Maximale Radsatzlast	Streckenklasse
$\leq 10,0 \text{ t}$	a10
$\leq 12,0 \text{ t}$	a12
$\leq 14,0 \text{ t}$	a14
$\leq 16,0 \text{ t}$	A
$\leq 18,0 \text{ t}$	B1
$\leq 20,0 \text{ t}$	C2
$\leq 22,5 \text{ t}$	D2

6.5 Sonderfahrzeuge

Sonderfahrzeuge müssen in Streckenklassen eingestuft werden. Bei der Bestimmung der Streckenklasse müssen zwei verschiedene Fälle berücksichtigt werden:

Fall 1: ein Zug mit unbegrenzter Anzahl von Fahrzeugen in festgelegtem Zugverband (oder Einzelfahrzeuge);

Fall 2: ein einzelner festgelegter Zugverband oder ein einzelnes Fahrzeug, das in einen Zug aus Referenzwagen nach Anhang A (ausgenommen die Referenzwagen xL-a und xL-b), der der Streckenklasse aus Fall 1 entspricht, eingereiht wird.

Für die Einstufung muss der ungünstigere der beiden Fälle 1 und 2 angenommen werden.

Die Streckenklasse für Instandhaltungs-, Überwachungs- und Inspektionsfahrzeuge (siehe 3.1.25) muss in der technischen Dokumentation verzeichnet sein und die Konfiguration im Transportmodus berücksichtigen.

6.6 Ergebnisse der Fahrzeugeinstufung

Das Ergebnis des Einstufungsprozesses ist in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6 — Einstufungsergebnisse

Fahrzeugtyp	Ergebnis
Güterwagen	Nutzlastgrenzen
Lokomotiven	Streckenklasse und, wenn verfügbar, Lokklasse
Triebzüge und Personenwagen	Streckenklassen in Kombination mit dem Niveau zugehöriger Nutzlastwerte in Stehflächen (siehe 6.4.1)
Sonderfahrzeuge	Streckenklasse oder Nutzlastgrenzen

Wenn Fahrzeuge bzw. Güterwagen und Nutzlasten nicht eingestuft werden können, da sie außerhalb des Anwendungsbereiches der in 6.1 dieser Norm definierten Streckenklassen liegen, sind diese Fahrzeuge als individuelle Fahrzeuge zu behandeln.

Die folgenden Informationen, die Teil der technischen Dokumente des Fahrzeugs sind, sollten zur Verfügung gestellt und im Kompatibilitätsnachweis aufgezeichnet werden, da sie für die Durchführung von Einzelüberprüfungen zum Nachweis der Kompatibilität zwischen einem Fahrzeug und der Infrastruktur notwendig sind:

- Fahrzeuggesamtmasse (für jedes Fahrzeug) und Radsatzlast (für jeden Radsatz) für den Beladungszustand Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand MVD (siehe Tabelle 5 in EN 15663:2017+A1:2018) und Auslegungsmasse bei außergewöhnlicher Zuladung PXD (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8 in EN 15663:2017+A1:2018) nach 6.4.1;
- die Position der Radsätze entlang des Fahrzeugs (oder der unveränderlichen Fahrzeugformation) – Radsatzabstand und der Abstand zwischen Kupplungsebenen und angrenzenden Radsätzen;
- die Länge des Fahrzeugs (oder festgelegter Zugverband);
- Auslegungshöchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs (oder festgelegter Zugverband).

7 Statische Kompatibilität der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur

Die statische Kompatibilität gilt als nachgewiesen, wenn die Streckenklasse eines Fahrzeugs (oder die Nutzlastgrenze eines Güterwagens) geringer als oder gleich der Streckenklasse der Strecke ist.

Die Streckenklassen von Tabelle A.2, die die grundlegenden Streckenklassen für alle Fahrzeuge darstellen, werden mithilfe der Großbuchstaben $A < B < C < D$ und der Ziffern $1 < 2 < 3 < 4$ (Ausnahme: Streckenklasse A besitzt keine Ziffer und wird von allen anderen Streckenklassen aus Tabelle A.2 abgedeckt) festgelegt. Eine Klassifizierung ist nur möglich, wenn sowohl Buchstabe als auch Ziffer kleiner oder gleich sein müssen (z. B. $D4 > C3$, $C2 > B2$, $C4 > B2$; eine Klassifizierung zwischen einigen Kombinationen ist nicht

möglich, wie z. B. C3 $\neq$ D2, D3 $\neq$ C4), da die Relativität der Lasteinwirkung in Abhängigkeit von der Stützweite variiert. Die Klassifizierungen anderer Streckenklassen sind in den Anmerkungen zu Tabelle A.3 und Tabelle A.4 von Anhang A enthalten.

Bei der Betrachtung eines Zugs muss das Fahrzeug mit der ungünstigsten Einstufung ausschlaggebend für den Zug sein.

Die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit eines Zugs ist das Minimum von:

- der für die Infrastruktur spezifizierten zulässigen Geschwindigkeit (siehe 5.3);
- der zulässigen Fahrgeschwindigkeit aller Fahrzeuge im Zug.

Güterverkehr ist mit der Strecke kompatibel, wenn die zur Nutzlast aller Güterwagen zugehörige Streckenklasse und die Streckenklasse der Lokomotive(n) die Streckenklasse der Strecke unter Beachtung der maximalen Güterzuggeschwindigkeit nicht überschreiten (siehe 4.3.2).

Personenverkehr ist mit der Strecke kompatibel, wenn die Streckenklassen der Lokomotiven und Reisezugwagen die Streckenklasse der Strecke unter Beachtung der zugehörigen maximalen Geschwindigkeit nicht überschreiten. Wenn erforderlich, müssen ergänzende Anforderungen (z. B. Lokklassen, Bedingungen für die Kompatibilität für Einzelgenehmigungen durch individuelle Streckenüberprüfungen) in Betracht gezogen werden.

Wenn keine Kompatibilität unter Verwendung der Streckenklassen erreicht werden kann, ist eine individuelle Streckenüberprüfung und/oder eine dynamische Kompatibilitätsprüfung durchzuführen.

ANMERKUNG 1 Die Verfahren in den einzelnen Streckenüberprüfungen, dynamischen Kompatibilitätsprüfungen und speziellen Vereinbarungen zwischen RU und IM liegen außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm.

Eine individuelle Streckenüberprüfung ist notwendig:

- für einzelne Fahrzeuge außerhalb des Anwendungsbereichs von Streckenklassen (siehe 5.1 und 6.7);
- wenn die Streckenklasse eines Fahrzeugs oder die Nutzlastgrenze eines Güterwagens die Streckenklasse der Strecke überschreitet;
- bei außergewöhnlichen Beförderungen¹ (z. B. beladene Wagen mit mehr als 8 Radsätzen);
- bei Güterverkehr, der die Anforderungen dieser Europäischen Norm nicht erfüllt.

Eine zusätzliche dynamische Kompatibilitätsprüfung ist erforderlich:

- wenn die Betriebsgeschwindigkeit die zugehörige maximale Geschwindigkeit der Streckenklasse überschreitet;
- wenn der statische Ansatz, auf dem die Streckenklassen basieren, um die Wechselwirkung zwischen dem Zugverband und der Infrastruktur zu charakterisieren, nicht ausreicht.

Individuelle Streckenüberprüfungen erfordern in den meisten Fällen ergänzende spezifische Bewertungen oder Berechnungen.

¹ Außergewöhnliche Beförderungen sind in UIC 502-1 definiert.

ANMERKUNG 2 Informationen darüber, welche Streckenklasse und/oder welcher Typ von Fahrzeug oder Zug kompatibel mit welcher Höchstgeschwindigkeit ist, könnte im Register für Infrastruktur (RINF) angegeben werden.

Wo der Einsatz eines neuen Fahrzeugs oder einer veränderten Nutzlast beabsichtigt ist, wodurch eine individuelle Streckenüberprüfung erforderlich wird, bietet es sich an, den Kompatibilitätsprozess während der ersten Phasen der Fahrzeugplanung und/oder der Einsatzplanung zu vereinfachen.

Mögliche Ergebnisse individueller Streckenüberprüfungen sind:

- Kompatibilität nachgewiesen;
- Kompatibilität nachgewiesen unter Vorbehalt zusätzlicher Beschränkungen von Betriebsgeschwindigkeiten oder Beladung, Einschränkungen hinsichtlich des Zugverbandes, Verwendung von z. B. Schutzwagen;
- Kompatibilität nicht nachgewiesen, Betrieb des Fahrzeugs oder Zugs verweigert.

Anhang A (normativ)

Referenzwagen und Lastmodelle zur Darstellung der Streckenklassen

Tabelle A.1 — Referenzwagen

Referenz- wagen	Radsatz- last P (t)	Geometrische Merkmale	Masse je Längen- einheit p (t/m) ^a
a10	10,0		2,0
a12	12,0		2,4
a14	14,0		2,8
A	16,0		5,0
B1	18,0		5,0
B2	18,0		6,4
C2	20,0		6,4

Referenz- wagen	Radsatz- last $P \text{ (t)}$	Geometrische Merkmale	Masse je Längen- einheit $p \text{ (t/m)}^a$
C3	20,0		7,2
C4	20,0		8,0
D2	22,5		6,4
D3	22,5		7,2
D4	22,5		8,0
D5	22,5		8,8
xL-a	20,0		8,0
xL-b	22,5		7,4

Referenz- wagen	Radsatz- last P (t)	Geometrische Merkmale	Masse je Längen- einheit p (t/m) ^a
E4	25,0		8,0
E5	25,0		8,8
E6	25,0		10,0
Zusätzliche Referenzwagen dürfen verwendet werden, um Sonderverkehr auf bestimmten Strecken zu regeln (z. B. Referenzwagen F mit Radsatzlast $P = 27,5$ t oder Referenzwagen G mit Radsatzlast $P = 30,0$ t).			
^a Es ist nicht korrekt, Masse je Längeneinheit „ p “ zur Einstufung eines realen Fahrzeugs in Streckenklassen zu verwenden. Der Wert für „ p “ ergibt sich aus folgendem Verhältnis: (Anzahl der Radsätze) · P / (Länge des Referenzwagens) und legt die Länge des Referenzwagens fest. Für die Einstufung muss der Radsatzabstand des Referenzwagens, der durch die Achslast „ P “ und die geometrischen Merkmale definiert ist, verwendet werden.			

Tabelle A.2 — Lastmodelle zur Darstellung der Streckenklassen für alle Fahrzeuge

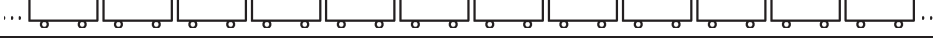
Strecken- klasse	Anordnung der Referenzwagen	
	<i>n ... unbegrenzte Anzahl</i>	
A	$n \times A$ 	
B1	$n \times B1$ 	
B2	$n \times B2$ 	
C2	$n \times C2$ 	
C3	$n \times C3$ 	
C4	$n \times C4$ 	
D2	$n \times D2$ 	
D3	$n \times D3$ 	
D4	$n \times D4$ 	
ANMERKUNG 1 Das erste Schriftzeichen, ein Buchstabe, charakterisiert die Grenze für die Radsatzlast, das zweite Schriftzeichen, eine Ziffer, charakterisiert die Grenze für die Masse je Längeneinheit des zugehörigen Referenzwagens des Lastmodells. Die Streckenklassen sind durch Buchstaben $A < B < C < D$ <u>und</u> Ziffern $1 < 2 < 3 < 4$ gereiht. ANMERKUNG 2 $D2 < D3$ und $C2 < D3$, aber $D2 \neq C3$.		

Tabelle A.3 — Lastmodelle zur Darstellung der Streckenklassen für Stadtbahnfahrzeuge

Strecken- klasse	Anordnung der Referenzwagen
	<i>n</i> ... unbegrenzte Anzahl
a10	$n \times a10$ 
a12	$n \times a12$ 
a14	$n \times a14$ 
ANMERKUNG	Rangordnung: a10 < a12 < a14; A von Tabelle A.2 > a10, a12 und a14.

Tabelle A.4 — Lastmodelle zur Bestimmung der Streckenklassen für spezielle Fahrzeugarten

Strecken- klasse	Anordnung der Referenzwagen
	$n \dots$ unbegrenzte Anzahl
D4xL ^a	$n \times D4$ $xL - a$ $xL - b$ $xL - a$ $n \times D4$
D5 ^b	$n \times D5$
E4 ^b	$n \times E4$
E5 ^b	$n \times E5$
E6 ^b	$n \times E6$
D4xL darf für andere Fahrzeugtypen angewendet werden. Sonderverkehr darf nach abweichenden Vorschriften oder nach anderen Streckenklassen eingestuft werden (z. B. Streckenklasse F — 27,5 t oder Streckenklasse G — 30,0 t).	
^a D4xL wurde für Lokomotiven entwickelt. ^b D5, E4, E5 und E6 gelten nur für Güterwagen.	
ANMERKUNG Rangordnung: $E4 < E5 < E6$; $D5 < E5 < E6$; aber nicht vergleichbar $E4 \neq D5$; D4xL ist mit allen anderen nicht vergleichbar; alle Elemente von Tabelle A.4 $> D4$ von Tabelle A.2.	

Anhang B (informativ)

Ablaufplan: Klasseneinteilung der Infrastruktur und Einstufung der Fahrzeuge

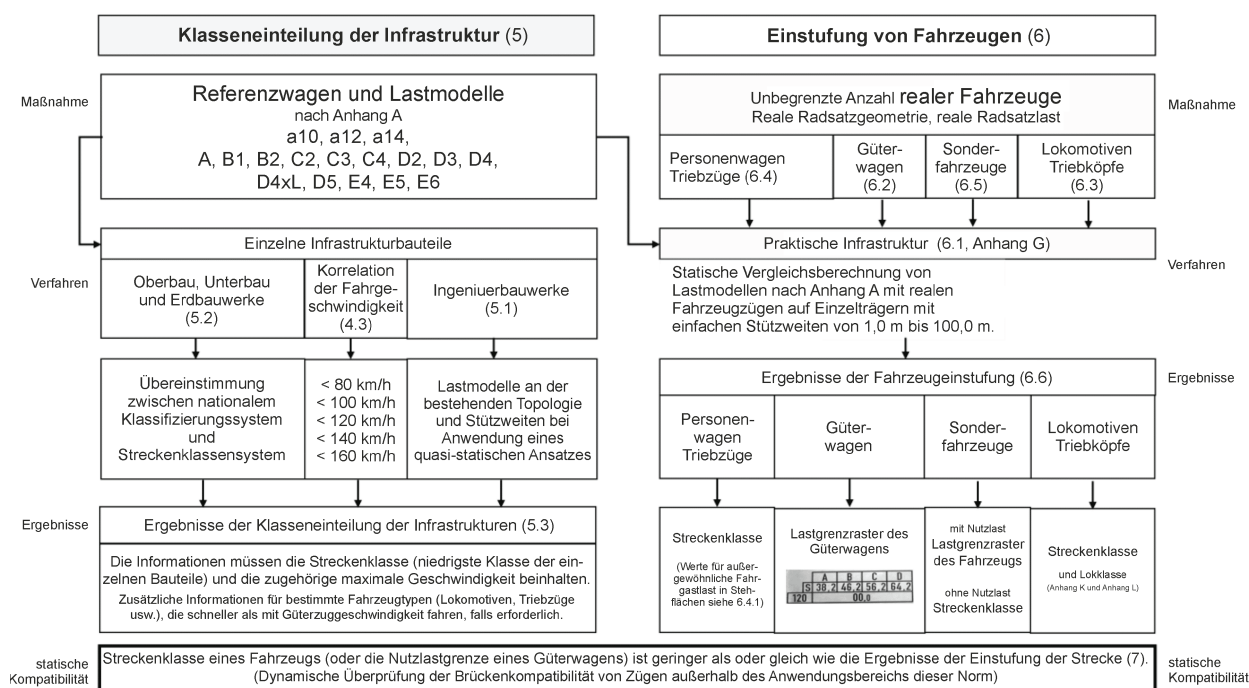
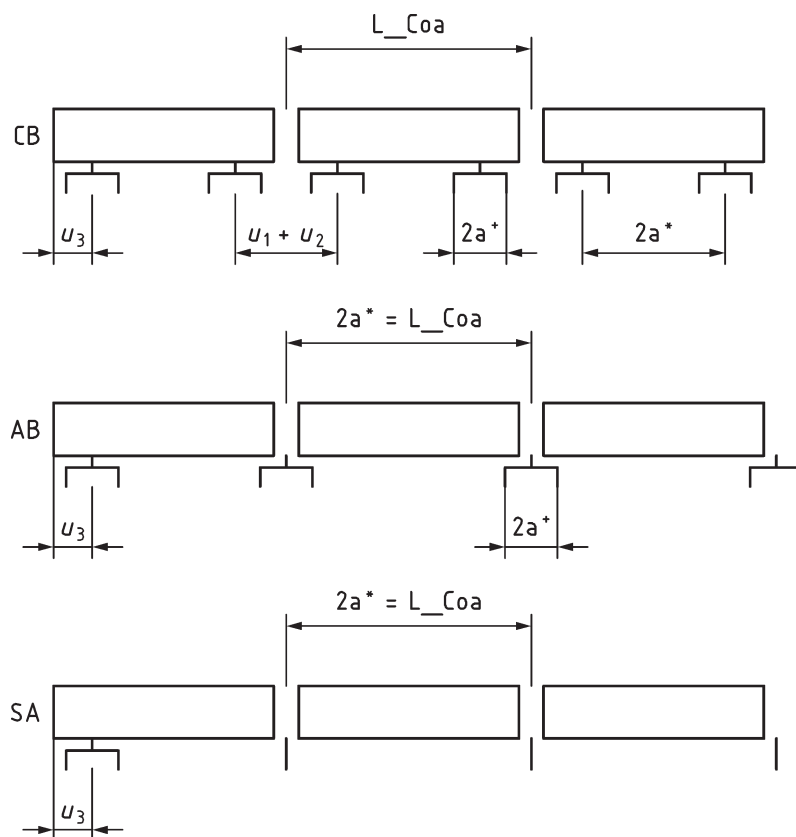


Bild B.1 — Ablaufplan für die Klasseneinteilung der Infrastruktur und Einstufung der Fahrzeuge

Anhang C (informativ)

Geometrische Zugparameter

Bild C.1 und Tabelle C.1 enthalten die Festlegung der maßgeblichen Zugparameter.



Legende

- CB** konventionelles Drehgestell
- AB** Gelenkdrehgestell
- SA** Einzelradsatz

Bild C.1 — Zugparameter

Tabelle C.1 — Erläuterung der Zugparameter

Name	Parameter	Einheit
$2a^*$	Drehzapfenabstand innerhalb eines Fahrzeugs	m
$2a^+$	Radsatzabstand im Drehgestell	m
u_1+u_2	Drehzapfenabstand angrenzender Fahrzeuge	m
u_3	Überhang des Endwagens	m
L_Coa	Länge des Wagens	m

Anhang D (informativ)

Geschwindigkeiten, bei denen keine dynamischen Kompatibilitätsüberprüfungen erforderlich sind

Tabelle D.1 und Tabelle D.2 bieten eine Anleitung zum Zusammenhang zwischen Streckenklasse/Lokklasse, Fahrzeugtyp und Höchstgeschwindigkeit, bei denen keine zusätzlichen dynamischen Überprüfungen für den Nachweis der Kompatibilität erforderlich sind.

ANMERKUNG Die Werte in Tabelle D.1 bieten grobe Anhaltspunkte. In jedem Netz könnten verschiedene Grenzwerte und Vorschriften festgelegt werden. Alle in Tabelle D.1 angegebenen Geschwindigkeitswerte über 120 km/h wurden zur Verwendung auf zumindest als Streckenklasse D2 eingestuften Strecken in Erwägung gezogen.

Tabelle D.1 — Geschwindigkeitsgrenze (in km/h) im Zusammenhang mit der Streckenklasse/Lokklasse und dem Fahrzeugtyp

Streckenklasse/ Lokklasse des Fahrzeugs	Güterwagen	Lokomotive	Personen- wagen	Triebzug	Sonder- fahrzeug
a10^a	–	–	–	–	–
a12^a	–	–	–	–	–
a14^a	–	–	–	–	–
A	120	120 ^b /160	160 ^c	160 ^c	120
B1	120	120 ^b /160	160 ^c	160 ^c	120
B2	120	120 ^b /160	–	–	120
C2	120	120 ^b /160	140 ^c	140 ^c	120
C3	120	120	–	–	120
C4	120	120	–	–	120
D2	120	120 ^b /160	120 ^c	120 ^c	120
D3	120	120	–	–	120
D4	120	120	–	–	120
D4xL	120 ^d	120	–	–	120 ^d
D5	100	–	–	–	100
E4	100	–	–	–	100
E5	100	–	–	–	100
E6	80	–	–	–	80
L4	–	120 ^b /160	–	–	–
L6	–	120	–	–	–

^a Stadtbahnen — die üblichen Betriebsgeschwindigkeiten fallen in der Regel niedriger aus als die Geschwindigkeiten, bei denen zusätzliche dynamische Überprüfungen durchgeführt werden müssten.

^b Drei oder mehr angrenzend gekuppelte Lokomotiven.

^c Für weitere Grenzwerte von max „p“ siehe Tabelle D.2.

^d Option.

Tabelle D.2 — Höchstwerte von p (t/m) für Personenwagen und Triebzüge

Streckenklasse	A	B1	C2	D2
max p	2,45	2,75	3,10	3,50

Anhang E (informativ)

Verwendete Verfahren zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Bestandstragwerken

Verfahren, die üblicherweise für die Bestimmung der Tragfähigkeit von Tragwerken verwendet werden, beinhalten:

- Nachrechnung der Tragfähigkeit der Struktur unter Berücksichtigung der konstruktiven Beschaffenheit und Details, des Erhaltungszustands, der Verteilung der Lasteinwirkungen, der Materialeigenschaften, der Tragfähigkeit von Konstruktionselementen, andere sicherheitsrelevante Kriterien und bautechnische Leistungskriterien;
- Vergleich der originalen Lastbemessungsunterlagen mit den durch die Lastmodelle erzeugten Lasteinwirkungen unter Berücksichtigung der dynamischen Einwirkungen, zusammen, falls notwendig, mit der Bewertung des Erhaltungszustandes und der prognostizierten Entwicklung der Tragwerkskapazität;
- um dem Tragwerk eine Streckenklasse zuzuweisen, kann mangels Brückennachrechnungen oder Angaben über das Originalbemessungslastbild eine ingenieurmäßige Beurteilung erfolgen, die auf der Grundlage des aktuellen Tragwerkszustands und des Tragwerksverhaltens unter jener Streckenklasse von Fahrzeugen basiert, die bereits über einen signifikanten Zeitraum das Tragwerk bis zur gleichen Geschwindigkeit regelmäßig benutzen.

Die verwendeten Verfahren sollten in Übereinstimmung mit nationalen Anforderungen sein.

Anhang F (informativ)

Anwendung der Ergebnisse der Einstufung der Strecke

F.1 Allgemeines

Das Ergebnis der Einstufung der Infrastruktur nach Abschnitt 5 geht immer mit einer bestimmten Fahrgeschwindigkeitsbegrenzung einher.

Diese mit einer Streckeneinstufung einhergehende Fahrgeschwindigkeitsbegrenzung kann niedriger als die veröffentlichte Streckenhöchstgeschwindigkeit sein.

Eine einfache Kombination von Streckenklasse – Fahrgeschwindigkeit wird in einigen Fällen nicht ausreichen, um alle möglichen Kombinationen (z. B. maximale Streckenklasse – zugehörige Fahrgeschwindigkeit, Höchstfahrgeschwindigkeit – zugehörige Streckenklasse) abzudecken.

ANMERKUNG Um den Bedarf an individuellen Streckenüberprüfungen zu verringern, könnte die Veröffentlichung einer höheren Streckenklasse bei verringerter Fahrgeschwindigkeit oder einer geringeren Streckenklasse bei höherer Fahrgeschwindigkeit in Erwägung gezogen werden.

Die Umsetzung sollte in Übereinstimmung mit betrieblichen und technischen Anforderungen erfolgen. Typische zugehörige Anforderungen im Hinblick auf die Geschwindigkeit können sein: die Betrachtung der erlaubten Höchstgeschwindigkeit der verschiedenen Fahrzeuge im Zugverband, Geschwindigkeitsgrenzen eines Zuges durch betriebliche Anforderungen und veröffentlichte Anforderungen der damit verbundenen Streckenklasse mit der zugehörigen maximalen Geschwindigkeit für die Infrastruktur.

Die veröffentlichten Kombinationen Streckenklasse/zugehörige Fahrgeschwindigkeit sollten auch die gesetzlichen, technischen und betrieblichen Anforderungen im Hinblick auf Fahrgeschwindigkeit (z. B. ETCS- und zulässige Fahrgeschwindigkeitsstufen) erfüllen.

Klasseneinteilungen, die sich auf Lokomotiven beziehen, können in Übereinstimmung mit den in Anhang A definierten Lastmodellen oder den in Anhang K und Anhang L definierten Lokklassen angegeben werden.

Die folgenden Beispiele zeigen einige Möglichkeiten für die Angabe von Informationen über die Eignung der Infrastruktur, um die Überprüfung der Kompatibilität zwischen Fahrzeugbestand und Infrastruktur einer Route zu unterstützen:

F.2 Beispiel 1

Verkehrsart:	Mischverkehr
Streckengeschwindigkeit:	90 km/h
Veröffentlichte Information:	D4-90
Zusätzliches Dokument:	-
Optional:	E4-60 D4xL-90

F.3 Beispiel 2

Verkehrsart:	Mischverkehr
Streckengeschwindigkeit:	120 km/h
Höchstgeschwindigkeit im Güterverkehr:	100 km/h

Veröffentlichte Information:	C4-100
Zusätzliches Dokument:	z. B. D2 oder L4 _{22,5} (abgeleitet aus nationalen Bestimmungen)
Optional:	D4-80 D4xL-60

F.4 Beispiel 3

Verkehrsart:	Mischverkehr
Lokale Streckengeschwindigkeit:	160 km/h
Höchstgeschwindigkeit im Güterverkehr:	120 km/h (veröffentlicht und dokumentiert in den Nutzungsbedingungen, im Infrastrukturregister oder anderen Branchendokumenten)
Veröffentlichte Information:	D4-120
Zusätzliches Dokument:	Informationen über Lokomotiven, Reisezugwagen und Triebzüge für Geschwindigkeiten von mehr als 120 km/h z. B. Lok: D2-160 oder L4 _{22,5}
Optional:	E4-100 D4xL-120

Anhang G (informativ)

Beispiel der Berechnungsmethodik

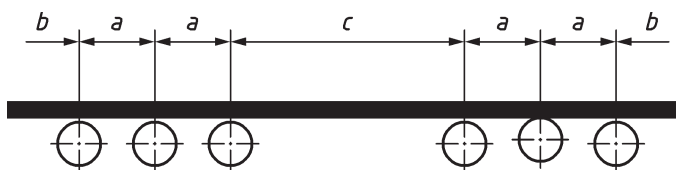
G.1 Allgemeines

Dieser Anhang beschreibt, wie Fahrzeuge in Streckenklassen einzustufen sind und wie das Lastgrenzraster eines Güterwagens berechnet wird.

Schritt 1: Angaben für Güterwagen

Der Fahrzeughersteller muss die Angaben bereitstellen, die für das einzustufende Fahrzeug oder den einzustufenden Güterwagen benötigt werden (geometrische Baumerkmale, Eigengewicht, einzelne Radsatzlasten unter Eigengewicht, einzelne maximale Radsatzlasten für das Fahrzeug nach dieser Norm, in diesem Beispiel bei voll beladenem Güterwagen).

Das Beispiel in diesem Anhang betrachtet einen Güterwagen mit zwei Drehgestellen zu je 3 Radsätzen (siehe Bild G.1).



Legende

<i>a</i>	Radsatzabstand (1,8 m)
<i>b</i>	Abstand zwischen dem außenliegenden Radsatz und dem Ende der nächstgelegenen Kupplungsebene (1,5 m)
<i>c</i>	Abstand zwischen den beiden innenliegenden Radsätzen (6,7 m)
Eigengewicht	39 t (alle Radsatzlasten 6,5 t bei leerem Güterwagen)
Lastgrenze	99 t
Voll beladener Güterwagen	(bei diesem Beispiel $99\text{ t} + 39\text{ t} = 138\text{ t}$, alle Radsatzlasten 23 t)

Bild G.1 — Güterwagen mit 2 Drehgestellen mit je 3 Radsätzen

Schritt 2: Berechnung

Ein Zug mit unbegrenzter Anzahl von 6-achsigen Wagen ist zusammenzustellen, wie in Bild G.2 dargestellt.

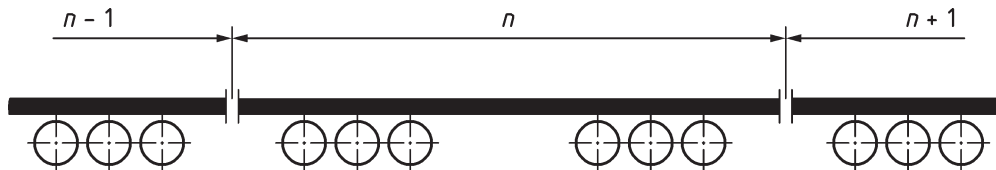


Bild G.2 — Typische Zugformation mit einer unbegrenzten Anzahl von Wagen (voll beladen — 23,0 t Radsatzlast)

Anhand dieses zusammengestellten Zugs aus Güterwagen werden die maximalen Biegemomente und maximalen Querkkräfte an einfach gelagerten Balken mit Stützweiten im Bereich von 1 m bis 100 m berechnet und mit den Werten der maximalen Biegemomente und maximalen Querkkräfte der Lastmodelle jeder Streckenklasse nach 6.1 verglichen.

Tabelle G.2 und Tabelle G.3 zeigen die berechneten Werte der maximalen Biegemomente und maximalen Querkkräfte für jede Stützweite, verglichen mit den entsprechenden Werten aus dem Lastmodell von E4. In der Spalte „voll/E4“ sind die resultierenden Werte, d. h. die „E4-Faktoren“, angegeben und der maximale Wert ist kenntlich gemacht: „E4-Faktor“ 1,159 aus Tabelle G.2 bei 16,0 m Stützweite und „E4-Faktor“ 1,111 aus Tabelle G.3 bei 14,0 m Stützweite.

Damit das beladene Fahrzeug beispielsweise mit der Streckenklasse E4 kompatibel ist, müssen die Lastenwirkungen des Wagenzuges für jede Stützweite kleiner als die Werte, die durch das Lastmodell E4 erzeugt werden oder gleich sein.

Bild G.3 und Bild G.5 zeigen die Daten in graphischer Form, welche den Wagenzug mit dem Lastmodell E4 vergleicht.

Schritt 3: Lastgrenzraster

In diesem Beispiel überschreiten die Werte des Wagenzuges die E4-Werte mit einem maximalen „E4-Faktor“ von 1,159 bei einer Stützweite von 16,0 m.

Um mit der Streckenklasse E4 kompatibel zu sein, wird die maximale Gesamtmasse des Wagens von 138 t auf 119 t reduziert (um 1/1,159). Die Nutzlastgrenze für E4 beträgt 80,0 t (119 t minus 39 t Eigengewicht).

Tabelle G.1 — Lastgrenzraster

	A	B1	B2	C2	C3	C4	D2	D3	D4	D4xL	E4	E5
											80,0 t	

Die Werte in Tabelle H.1 und Tabelle I.1 dürfen als Hilfswerkzeug zum Erhalt angenäherter Ergebnisse verwendet werden. Genauere Werte dürfen mit dem in Abschnitt 6 festgelegten und in diesem Abschnitt veranschaulichten Verfahren bestimmt werden.

ANMERKUNG Der resultierende Nutzlastwert für E4 unter Verwendung von Tabelle I.1 ist 78 t (19,5 t multipliziert mit 6, minus 39 t Eigengewicht).

Weitere existierende Güterwagenbeschränkungen, bezogen auf die Wagenhöchstgeschwindigkeit und die UIC-Verladerichtlinien (konzentrierte Ladung, exzentrische Ladung), können zu einer weiteren Reduzierung der höchstzulässigen Nutzlasten führen.

G.2 Berechnungsergebnisse

Die Ergebnisse im Beispiel des Wagens von G.1 sind in den Tabellen G.2 und G.3 dargestellt.

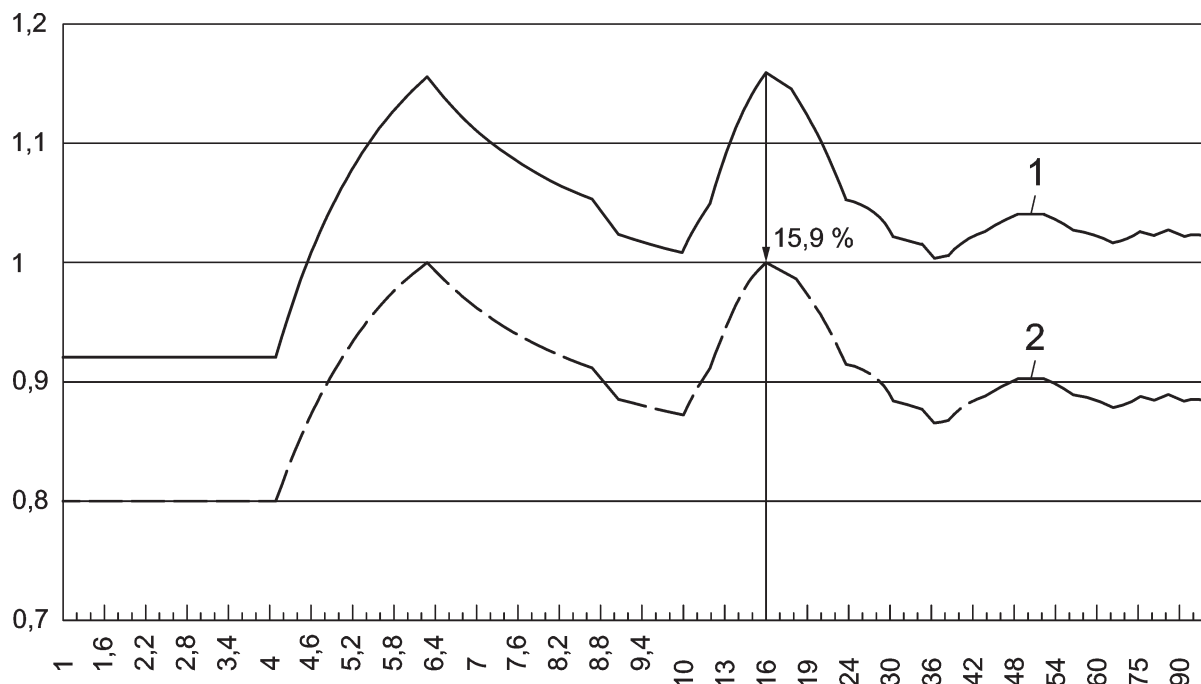
Tabelle G.2 — Maximale Biegemomente

Stützweite m	E4 [tm × 10]	leer [tm × 10]	voll [tm × 10]	voll/E4
5,6	493	156	552	1,119
5,8	517	166	586	1,133
6,0	542	176	621	1,146
6,2	567	185	655	1,155
6,4	605	195	690	1,141
6,6	642	205	724	1,128
6,8	679	214	759	1,117
13,0	2 093	641	2 267	1,083
14,0	2 340	737	2 608	1,115
15,0	2 588	834	2 950	1,140
16,0	2 840	930	3 291	1,159
17,0	3 152	1 027	3 634	1,153
18,0	3 472	1 124	3 976	1,145
19,0	3 844	1 220	4 318	1,123

Tabelle G.3 — Maximale Querkräfte

Stützweite m	E4 [t × 10]	leer [t × 10]	voll [t × 10]	voll/E4
4,2	392	111	394	1,005
4,4	397	115	408	1,026
4,6	402	119	420	1,044
4,8	406	122	431	1,062
5,0	420	125	442	1,051
5,2	430	128	451	1,050
5,4	439	130	460	1,047
11,0	694	209	740	1,067
12,0	725	224	794	1,094
13,0	754	235	833	1,105
14,0	789	248	877	1,111
15,0	833	257	911	1,093
16,0	866	264	933	1,078
17,0	906	273	965	1,065

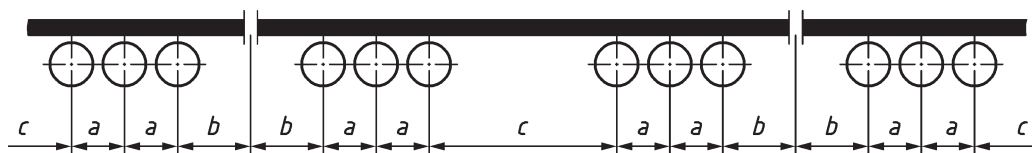
G.3 Diagramm der Berechnungsergebnisse



Legende

- 1 voll/E4
- 2 mit E4 entsprechender Nutzlast beladener Güterwagen

Bild G.3 — Verhältnis der Biegemomente von einfach gelagerten Balken mit Stützweiten von 1 m bis 100 m; maximales Biegemoment von beladenen Güterwagen/maximales Biegen von E4



ANMERKUNG Güterwagen mit zwei Drehgestellen zu je 3 Radsätzen, wobei $a = 1,8 \text{ m}$ / $b = 1,5 \text{ m}$ / $c = 6,7 \text{ m}$; Eigengewicht = 39 t; Nutzlastgrenze des Wagens = 99 t; voll beladener Güterwagen = 138 t und Radsatzlast = 23 t.

Legende

- a Radsatzabstand
- b Abstand zwischen dem außenliegenden Radsatz und dem Ende der nächstgelegenen Kupplungsebene
- c Abstand zwischen den beiden innenliegenden Radsätzen

Bild G.4 — Güterwagen mit zwei Drehgestellen und je 3 Radsätzen



Bild G.5 — Verhältnis der Querkräfte von einfach gelagerten Balken mit Stützweiten von 1 m bis 100 m; maximale Querkraft von beladenen Güterwagen/maximale Querkraft von E4

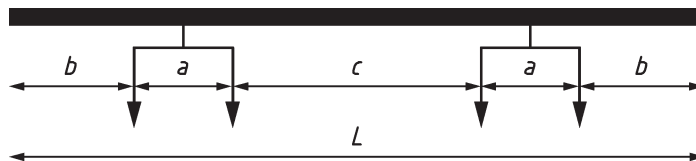
Anhang H (informativ)

Höchstzulässige Radsatzlast P — Wagen mit zwei Drehgestellen zu je 2 Radsätzen

In Tabelle J.1 ist die höchstzulässige Radsatzlast P für Wagen mit Drehgestellen zu 2 Radsätzen auf den Streckenklassen im Verhältnis zu den Maßen a und b . Die Maße sind in Bild K.1 dargestellt. Tabelle J.1 kann verwendet werden, um Berechnungen nach 6.1 zu ersetzen.

Die in Tabelle H.1 angeführten Radsatzlasten gelten nur, wenn:

- der Abstand zwischen den beiden innenliegenden Radsätzen größer ist als das Doppelte des Abstandes zwischen dem außenliegenden Radsatz und der nächstgelegenen Kupplungsebene ($c > 2 \cdot b$). Wenn das nicht der Fall ist, dann ist für das Maß b der Wert $c/2$ oder der nächst kleinere Wert nach Tabelle H.1 zu nehmen. Wenn $c/2 < 1,20$ m ist, dann ist eine Berechnung erforderlich (siehe 6.1) und
- die Wagenlänge über Puffer L derart ist, dass die Masse je Längeneinheit p in die beabsichtigte Streckenklasse passt. Andernfalls ist die zulässige Radsatzlast niedriger und ist $p \cdot L/4$.



Legende

- a Radsatzabstand
- b Abstand zwischen dem außenliegenden Radsatz und dem Ende der nächstgelegenen Kupplungsebene
- c Abstand zwischen den beiden innenliegenden Radsätzen
- L Wagenlänge über Puffer

Bild H.1 — Geometrie von Wagen mit Drehgestellen zu zwei Radsätzen

Tabelle H.1 — Höchstzulässige Radsatzlast P für die verschiedenen Streckenklassen im Verhältnis zu den Maßen a und b

Werte der Maße		Streckenklassen						
a	b	A	B2 B1	C4 C3 C2	D5 D4 D3 D2	D4xL	E4 E5	E6
m	m	t	t	t	t	t	t	t
1,80	1,50	16,0	18,0	20,0	22,5	22,5	25,0	25,0
	1,40	15,0	17,0	19,0	21,5	22,5	24,0	25,0
	1,30	14,5	16,5	18,5	20,5	22,0	23,0	25,0
	1,20	14,0	16,0	17,5	20,0	21,5	22,0	25,0
1,70	1,50	15,0	17,0	19,0	21,5	22,5	23,5	25,0
	1,40	15,0	17,0	19,0	21,0	22,0	23,5	25,0
	1,30	14,0	16,0	18,0	20,0	21,5	22,5	25,0
	1,20	14,0	15,5	17,5	19,5	21,0	21,5	24,0
1,60	1,50	14,5	16,0	18,0	20,5	21,0	22,5	23,5
	1,40	14,5	16,0	18,0	20,0	21,0	22,5	23,5
	1,30	14,0	15,5	17,5	20,0	21,0	22,0	23,5
	1,20	13,5	15,0	17,0	18,5	20,5	21,0	23,0
1,50	1,50	13,5	15,5	17,0	19,5	20,0	21,0	22,5
	1,40	13,5	15,5	17,0	19,5	20,0	21,0	22,5
	1,30	13,5	15,5	17,0	19,0	20,0	21,0	22,5
	1,20	13,0	14,5	17,0	18,0	20,0	20,5	22,5
1,40	1,50	13,0	14,5	16,5	18,5	19,0	20,0	21,5
	1,40	13,0	14,5	16,5	18,5	19,0	20,0	21,5
	1,30	13,0	14,5	16,5	18,5	19,0	20,0	21,5
	1,20	13,0	14,5	16,5	18,5	19,0	20,0	21,5
1,30	1,50	12,5	14,0	15,5	17,5	18,5	18,5	20,0
	1,40	12,5	14,0	15,5	17,5	18,5	18,5	20,0
	1,30	12,5	14,0	15,5	17,5	18,5	18,5	20,0
	1,20	12,5	14,0	15,5	17,5	18,5	18,5	20,0

BEISPIEL 1

Wagen mit zwei Drehgestellen zu je 2 Radsätzen ($a = 1,62$ m, $b = 1,43$ m, $c = 7,30$ m, Eigengewicht 28,22 t)

Die Lastgrenze wird nach Streckenklasse C3 bestimmt:

- es ist zu überprüfen, ob $c > 2 \cdot b$ ($7,3 > 2 \cdot 1,43$) und ob $c/2 > 1,2$ ($7,3/2 > 1,2$);
- die Werte von a und b werden auf die erste Dezimalstelle abgerundet (1,62 auf 1,60; 1,43 auf 1,40);
- der Tabellenwert P für $a = 1,60$ und $b = 1,40$ und C3 ist 18,0 t;