

DIN EN 15528

ICS 03.220.30; 45.060.20

Ersatz für
DIN EN 15528:2013-01**Bahnanwendungen –
Streckenklassen zur Behandlung der Schnittstelle zwischen Lastgrenzen
der Fahrzeuge und Infrastruktur;
Deutsche Fassung EN 15528:2015**

Railway applications –

Line categories for managing the interface between load limits of vehicles and infrastructure;
German version EN 15528:2015

Applications ferroviaires –

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

Version allemande EN 15528:2015

Gesamtumfang 111 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15528:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-02-02 UA „Fahrtechnik“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15528:2013-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung der Streckenklassen für D5, E6, a10, a12 und a14, inklusive zugehöriger Anhänge;
- b) Anpassung an die Neufassungen der TSI Infrastruktur, TSI Güterwagen und TSI Loc & Pas;
- c) Einführung von Triebzugklassen für die dynamische Kompatibilitätsprüfung;
- d) Aufnahme neuer Lastmodelle für Triebzüge.

Frühere Ausgaben

DIN EN 15528: 2009-07, 2013-01

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Streckenklassen zur Behandlung der Schnittstelle zwischen
Lastgrenzen der Fahrzeuge und Infrastruktur**

Railway applications —
Line categories for managing the interface between load
limits of vehicles and infrastructure

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. August 2015 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Abkürzungen	11
4 Klassifizierungssystem	13
4.1 Definition der Streckenklassen	13
4.2 Zusammenhang mit den Fahrzeugtypen	13
4.3 Zusammenhang zwischen Streckenklasse und Geschwindigkeit	14
4.3.1 Einleitung	14
4.3.2 Güterverkehr	14
4.3.3 Mischverkehr und Personenverkehr	14
5 Klasseneinteilung der Infrastruktur	15
5.1 Ingenieurbauwerke	15
5.1.1 Klasseneinteilung	15
5.1.2 Dynamische Überprüfungen	16
5.2 Oberbau, Unterbau und Erdbauwerke	17
5.3 Ergebnisse der Klasseneinteilung der Infrastrukturen	17
6 Einstufung der Schienenfahrzeuge	18
6.1 Allgemeine Regeln	18
6.2 Güterwagen	21
6.2.1 Besondere Regeln für Güterwagen	21
6.2.2 Resultierende Lastgrenzen für Güterwagen	21
6.3 Lokomotiven	22
6.3.1 Allgemeines	22
6.3.2 Lokomotiven mit 4 Radsätzen	22
6.3.3 Lokomotiven mit 6 Radsätzen	22
6.4 Personenwagen	22
6.5 Triebzüge	23
6.6 Sonderfahrzeuge	23
6.7 Ergebnisse der Fahrzeugeinstufung	24
7 Kompatibilität der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur	25
Anhang A (normativ) Referenzwagen und Lastmodelle zur Darstellung der Streckenklassen	27
Anhang B (informativ) Ablaufplan: Klasseneinteilung der Infrastruktur und Einstufung der Fahrzeuge	32
Anhang C (informativ) Triebzug-Gruppen und Triebzug-Klassen	33
C.1 Definition	33
C.2 Triebzug-Gruppe CB	35
C.2.1 Allgemeines	35

C.2.2	Zugparameter der Triebzug-Klasse CB_1	35
C.2.3	Zugparameter der Triebzug-Klasse CB_2	35
C.3	Triebzug-Gruppe AB.....	36
C.3.1	Allgemeines	36
C.3.2	Zugparameter der Triebzug-Klasse AB_1.....	36
C.3.3	Zugparameter der Triebzug-Klasse AB_2.....	36
C.3.4	Zugparameter der Triebzug-Klasse AB_3.....	37
C.3.5	Zugparameter der Triebzug-Klasse AB_4.....	37
C.4	Triebzug-Gruppe SA	37
C.4.1	Allgemeines	37
C.4.2	Zugparameter der Triebzug-Klasse SA_1	38
C.4.3	Zugparameter der Triebzug-Klasse SA_2	38
C.5	Beispiel: Überprüfung der Übereinstimmung eines realen Triebzugs mit den Triebzug-Klassen.....	38
C.5.1	Allgemeines	38
C.5.2	Allgemeine Beschreibung des zu überprüfenden realen Triebzugs	38
C.5.3	Identifizierung der Triebzug-Gruppe	39
C.5.4	Identifizierung der Triebzug-Klassen.....	39
C.5.5	Ergebnisse.....	39
C.5.6	Beispiel für die Überprüfung der Kompatibilität mit der Infrastruktur	40
Anhang D (normativ) Massedefinitionen für die Streckenklasse und für die dynamische Kompatibilitätsüberprüfung für Personenwagen und Triebzüge		41
Anhang E (informativ) Zu den Triebzug-Klassen zugehörige Lastmodelle		42
E.1	Allgemeines	42
E.2	Geometrie der Radsatzkonfiguration	42
E.2.1	Allgemeines	42
E.2.2	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse CB_1.....	43
E.2.3	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse CB_2.....	44
E.2.4	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse AB_1	45
E.2.5	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse AB_2	46
E.2.6	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse AB_3	47
E.2.7	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse AB_4	48
E.2.8	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse SA_1	49
E.2.9	Anordnung der Radsatzabstände bei Triebzug-Klasse SA_2	50
E.3	Radsatzlast $P_{MUclass}$	50
E.4	Ergebnisse und grundlegende Informationen.....	51
Anhang F (informativ) Geschwindigkeiten, bei denen keine dynamischen Kompatibilitätsüberprüfungen erforderlich sind.....		53
Anhang G (informativ) Verwendete Verfahren zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Bestandstragwerken		55
Anhang H (informativ) Ergebnis der Klasseneinteilung.....		56
H.1	Allgemeines	56
H.2	Beispiel 1	56
H.3	Beispiel 2	57
H.4	Beispiel 3	57
Anhang I (informativ) Beispiel der Berechnungsmethodik		58
I.1	Allgemeines	58
I.2	Tabellen der Berechnungsergebnisse für das Beispiel in Anhang I	60
I.3	Diagramm aus den Berechnungsergebnissen des Beispiels von Anhang I	62
Anhang J (informativ) Höchstzulässige Radsatzlast P — Wagen mit 2 Drehgestellen zu je 2 Radsätzen		64

Anhang K (informativ) Höchstzulässige Radsatzlast P — Wagen mit 2 Drehgestellen zu je 3 Radsätzen	67
Anhang L (informativ) Streckenklassen für Lokomotiven mit 6 Radsätzen.....	70
Anhang M (informativ) L4-Lokklassen (Lokomotiven mit 4 Radsätzen).....	71
Anhang N (informativ) L6-Lokklassen (Lokomotiven mit 6 Radsätzen)	72
Anhang O (informativ) Beispiel für die Übereinstimmung zwischen einem nationalen Oberbauklassifizierungssystem und Streckenklassen.....	74
Anhang P (informativ) Parameterstudien für die dynamische Analyse	76
P.1 Art und Ziel	76
P.2 Zu betrachtende Parameter.....	76
P.3 Methoden und Annahmen	76
P.4 Ergebnisse	77
P.5 Beispiel.....	77
Anhang Q (informativ) Vergleich der RA-Klasseneinteilung mit Streckenklassen.....	85
Anhang R (informativ) Wiegezettel für Lokomotiven.....	86
R.1 Allgemeines	86
R.2 Beispiel eines Wiegezettels für eine Lokomotive der Bauart A	87
R.3 Beispiel eines Wiegezettels für eine Lokomotive der Bauart B	88
Anhang S (informativ) Beispiele von Radsatzabständen für Lokomotiven und für einen Standard-Reisezugwagen	89
S.1 Einleitung	89
S.2 Typische Anordnungen der Radsatzabstände von Lokomotiven mit einer Radsatzlast von 22,5 t	89
S.3 Anordnung der Radsatzabstände und Radsatzlast eines Reisezugwagens mit einer Länge von 26,4 m	90
Anhang T (informativ) Einstufung der Triebwagen durch Parameterprüfung.....	92
T.1 Allgemeines	92
T.2 Triebzug-Gruppe CB	92
T.3 Triebzug-Gruppe AB	93
T.4 Triebzug-Gruppe SA.....	93
T.5 Ermitteln der Streckenklasse anhand der Radsatzlast	94
Anhang U (informativ) Leitlinien für die Einstufung von Stadtbahn-Triebzüge in Streckenklasse a10, a12 oder a14.....	95
U.1 Allgemeines	95
U.2 Stadtbahn-Triebzug mit 4 Radsätzen mit 2 Drehgestellen	95
U.3 4-achsiger Stadtbahn-Triebzug mit 4 Einzelradsätzen	97
U.4 6-achsiger Stadtbahn-Triebzug mit 3 Drehgestellen	98
U.5 6-achsige Stadtbahn-Triebzüge mit 6 Einzelradsätzen	100
U.6 6-achsige Stadtbahn-Triebzüge mit 2 Drehgestellen und 2 Einzelradsätzen	101
U.7 Stadtbahn-Triebzüge mit 8 Radsätzen oder mehr	103
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Interoperabilität des Schienensystems innerhalb der Gemeinschaft (Neufassung)	104
Literaturhinweise.....	109

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 15528:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2016 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 15528:2008+A1:2012.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

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

Signifikante technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der Vorgängerversion sind:

- Erweiterung der Streckenklassenbereiche
 - neue Streckenklassen a10, a12 und a14, um leichte Nahverkehrsfahrzeuge (Stadtbahnen);
 - neue Streckenklassen D5 und E6, um die Nutzlast für Güterwagen zu optimieren.
- Zur Verfügung gestellte Informationen und Anleitungen für zusätzliche dynamische Überprüfungen, für höhere Geschwindigkeiten und gewisse Fahrzeugtypen.
- Einführung von Triebzugklassen als Alternative zu Einzelzugprüfungen.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

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

Diese Europäische Norm definiert ein Streckenklassifizierungssystem für Infrastrukturmanager und Eisenbahnunternehmen, 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, wobei jede Streckenklasse in der vorliegenden Norm durch ein Lastmodell definiert ist.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt Klassifizierungsverfahren für bestehende und neue Eisenbahnstrecken und die Einstufung von Fahrzeugen. Die Norm gibt die technischen Anforderungen an, um die Kompatibilität der Schnittstelle zwischen einem Fahrzeug und der Infrastruktur hinsichtlich der vertikalen Tragfähigkeit einer Strecke sicherzustellen. Die Norm ist für den Gebrauch auf Güter-, Personen- und Mischverkehrsstrecken mit Normal- und Breitspur geeignet. Sie enthält Anforderungen, die Folgendes betreffen:

- die Klasseneinteilung der vertikalen Tragfähigkeit der Eisenbahninfrastruktur;
- die Konstruktion von Schienenfahrzeugen;
- die Bestimmung der Nutzlastgrenzen von Güterwagen.

Im Anhang B wird ein Überblick über die Klasseneinteilung der Infrastruktur und die Einstufung der Fahrzeuge gegeben.

Die Beurteilung der vertikalen Tragfähigkeit von Ingenieurbauwerken, Oberbau und Unterbau und Erdbauwerken unter Verwendung der in Anhang A definierten Lastmodelle ermöglicht die Klasseneinteilung der Infrastruktur in Streckenklassen.

Diese Europäische Norm bestimmt, auf welchen Strecken Fahrzeuge für den Regelverkehr hinsichtlich vertikaler Lasteinwirkungen kompatibel zur Infrastruktur sind.

Streckenklassen werden für Folgendes festgelegt:

- sämtliche Verkehrsarten;
- Schwerlastverkehr;
- Lokomotiven;
- Triebzüge;
- Personennahverkehr.

Tragbare Rollwagen, wie in EN 13977 festgelegt, fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm, ebenso wie der Arbeitseinsatz von Wartungsfahrzeugen (z. B. schienengebundene Geräte, Krane).

Diese Europäische Norm umfasst nicht 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 Norm wird in Anhang Q gegeben.

Diese Europäische Norm behandelt keine Anforderungen hinsichtlich der maximalen Gesamtmasse oder der maximalen Zuglänge.

Die Anforderungen dieser Europäischen Norm ersetzen nicht die Bestimmungen zum Fahrverhalten von Fahrzeugen, das anhand der Bewertungsgrößen für die Fahrsicherheit, Gleisbelastung und Fahreigenschaften beschrieben wird (siehe EN 14363).

Diese Norm führt keine Anforderungen an Fahrzeuge oder an die Infrastruktur auf, sondern enthält Leitlinien für eine vereinfachte Handhabung der Schnittstelle zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur.

Die Veröffentlichung von Streckenklassen fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

EN 15663:2009¹⁾ *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

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

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendungen dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

interne Kraft eines Trägers, wie sie bei der konstruktiven Bemessung eingesetzt wird

3.1.6

Einstufung der Fahrzeuge

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

¹⁾ Dieses Dokument ist derzeit durch Berichtigung EN 15663:2009/AC:2010 ergänzt.

3.1.7

Klasseneinteilung der Infrastruktur

Feststellung der Infrastrukturtragfähigkeit auf einer Strecke 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 normaler Zuladung

Masse des Fahrzeugs mit dem gesamten Verbrauchsmaterial und dem kompletten Zugpersonal, das für den Betrieb erforderlich ist, zuzüglich der in EN 15663 definierten normalen Nutzlast, wie in Anhang D angewendet

3.1.10

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 definierten außergewöhnlichen Nutzlast, wie in Anhang D angewendet

3.1.11

Länge über Puffer

L

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

3.1.12

Streckenklasse

Bezeichnung des spezifischen Lastmodells basierend auf Referenzwagen

3.1.13

Streckengeschwindigkeit

generelle Höchstgeschwindigkeit des Verkehrs auf einer Strecke

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

vom Infrastrukturmanager bereitgestellte 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

Triebzug-Gruppe

Gruppe aus Triebzügen, die anhand des vorwiegend vorkommenden Fahrwerks im Triebwagen bestimmt wird (konventionelles Drehgestell, Jacobsdrehgestell und Einzelradsatz)

3.1.23

Triebzug-Klasse

definiert durch die Zugparameter, Anordnung der Radsatzabstände und Radsatzlasten in einer Triebzug-Gruppe

3.1.24

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

3.1.25

Lokomotivbauart

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

3.1.26

Querkraft

interne Kraft eines Trägers, wie sie bei der konstruktiven Bemessung eingesetzt wird

3.1.27

Sonderfahrzeug

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

a) Wartungsfahrzeuge, einschließlich:

- 1) Krane 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 502-1).

3.1.28

Radlast

Q

statische vertikale Rad/Schiene-Kontaktkräfte 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.

3.1.29

Radlast

Q_i

Radlast Q des Radsatzes i

3.2 Symbole und Abkürzungen

$1 + \varphi'$	dynamischer Beiwert	–
$1 + \varphi'_{\text{UIC}}$	Grenzwert des dynamischen Beiwerts, wie in UIC 776-1 festgelegt	–
$2a^*$	Drehgestellabstand zwischen Drehzapfen innerhalb eines Fahrzeugs	m
$2a^*_{\text{adopted}}$	übernommener Wert von $2a^*$ in Anhang U	m
$2a^*_{\text{table}}$	Wert von $2a^*$ in den Tabellen von Anhang U	m
$2a^*_{\text{unit}}$	Wert von $2a^*$ eines Triebzugs in Anhang U	m
$2a^+$	Abstand der Radsätze im Drehgestell	m
$2a^+_{\text{table}}$	Wert von $2a^+$ in den Tabellen von Anhang U	m
$2a^+_{\text{unit}}$	Wert von $2a^+$ eines Triebzugs in Anhang U	m
AB	Jacobsdrehgestell	Unit
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	elektronisches Zugsicherungssystem (en: Electronic Train Control System)	–
HSLM	Hochgeschwindigkeitslastmodell (en: High Speed Load Model)	–
d_n	Abstand zwischen Radsatznummer n und Radsatznummer $(n-1)$	m

g	Erdbeschleunigung	9,81 m/s ²
L	Länge über Puffer	mm
L_{Coa}	Länge des Wagens	m
m	Masse	t
m_{nom}	Nennwerte für die Masse	t
$m_{nom,excess}$	modifizierter Nennwert für die Masse aufgrund überschrittener Grenzwerte	t
MU	Triebzug	–
No_{Coa}	Anzahl der Wagen in einer Garnitur	–
No_{Units}	Anzahl der Garnituren in einem Zug	–
n	Radsatznummer	–
n_0	Eigenfrequenz	Hz
p	Masse je Längeneinheit	t/m
P	Radsatzlast	t
P_i	Radsatzlast von Radsatz i	t
$P_{i,nom}$	Nennwert der Radsatzlast von Radsatz i	t
$P_{LineCategory}$	maximale Radsatzlast für eine Streckenklasse	t
$P_{MUclass}$	maximale Radsatzlast für eine Triebzug-Klasse	t
$P_{nom,excess}$	modifizierter Nennwert für eine Radsatzlast aufgrund überschrittener Grenzwerte	t
P_{red}	verringertes Wert der Radsatzlast	t
P_{unit}	maximale Radsatzlast innerhalb der Garnitur	t
Q	Radlast	t
Q_i	Radlast von Radsatz i	t
Q_{ir}/Q_{il}	Radlast von Radsatz i rechts/links	t
RA	Streckenverfügbarkeit (en: Route Availability)	–
SA	Einzelradsatz (en: Single Axle)	–
s_n	Abstand zwischen Radsatz n und Radsatz 1	m
$u1+u2$	Drehzapfenabstand zwischen angrenzenden Fahrzeugen	m
$u3$	Überhang von Endwagen	m
u_{unit}	Wert des Überhangs einer Triebzuggarnitur in Anhang U	m
u_{table}	Wert des Überhangs in den Tabellen von Anhang U	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 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 Nutzlast werden durch die Streckenklassen A, B1, B2, C2, C3, C4, D2, D3, D4 erfasst.

Die Streckenklassen D5, E4, E5 und E6 werden 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.
- Triebzug-Gruppen und Triebzug-Klassen, die zur Unterstützung für zusätzliche Kompatibilitätsprüfungen zwischen der Infrastruktur und den Fahrzeugen vorgegeben sind, wenn an Brücken das Risiko übermäßiger dynamischer Effekte besteht.

Für Schienenfahrzeuge oder -wagen mit Nutzlastgrenzen über Streckenklasse D4 oder D4xL wird den Infrastrukturmanagern und Eisenbahnbetreibern empfohlen, statische und dynamische Radlastmessgeräte im Gleis oder am Fahrzeug zu verwenden, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm sicherzustellen.

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 Personenzüge). 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 H angegeben.

Die zur Veröffentlichung verwendeten Kombinationen sollten den gesetzlichen, technischen und betrieblichen Anforderungen entsprechen (z. B. ETCS²⁾-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.

ANMERKUNG 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.

²⁾ European Train Control System.

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.

ANMERKUNG Streckenklassen als Klassenangabe für Geschwindigkeiten über 120 km/h können auf Fahrzeugtypen oder Verkehrsarten bezogen werden. Zusätzliche Überprüfungen der Kompatibilität bei unterschiedlichen Geschwindigkeitsstufen für unterschiedliche Fahrzeugtypen können erforderlich sein, um die Kompatibilität nachzuweisen (siehe 5.1.2 und Anhang F).

5 Klasseneinteilung der Infrastruktur

5.1 Ingenieurbauwerke

5.1.1 Klasseneinteilung

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 Beispiele der üblicherweise verwendeten Verfahren zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Bauwerken sind in Anhang G 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.

5.1.2 Dynamische Überprüfungen

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 1 Anhang F enthält Leitlinien für Kombinationen aus Fahrzeugtyp und Geschwindigkeit, die keine dynamischen Kompatibilitätsüberprüfungen auf bestehenden Brücken erfordern.

Wenn ermittelt wurde, dass dynamische Überprüfungen erforderlich sind:

- sind die maximalen Beschleunigungen des Brückenüberbaus unter dem Oberbau zu beurteilen;
- muss der dynamische Zuwachs der Lasteinwirkungen im Tragwerk überprüft werden (z. B. die Eignung des dynamischen Beiwerts für reale Züge nach EN 1991-2:2003, Anhang C, der für die statische Last verwendet wird).

Bei der Überprüfung der dynamischen Reaktion von Brücken müssen die folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- Brückenparameter, wie z. B. Bauart, Stützweite, Masse, Eigenfrequenzen, Dämpfung und Steifigkeit;
- Zugdaten, wie z. B. Fahrzeugformation, Personenwagenlängen, Radsatzlast, wie in Anhang D festgelegt, und Radsatzabstand;
- Geschwindigkeitsbereich.

Leitlinien für die Durchführung von dynamischen Berechnungen an einer Auswahl von Brücken sind in Anhang P angegeben.

Um den Aufwand bei der Durchführung dynamischer Berechnungen zu verringern, kann ein zu untersuchender Zug mit Zügen oder Lastmodellen (Triebzug-Klassen oder HSLM³⁾) verglichen werden, von denen bereits im Vorfeld mithilfe von Methoden, die dynamischen Effekten Rechnung tragen, gezeigt wurde, dass sie mit den Brücken auf der Strecke kompatibel sind.

Lastmodelle von Triebzug-Klassen, in denen die dynamische Anregung von unterschiedlichen Gruppen aus einzelnen realen Triebzüge abgedeckt wird, werden in Anhang E definiert. Mit diesen Lastmodellen durchgeführte dynamische Berechnungen decken die Bewertung der Einwirkungen durch diese Gruppen ab.

Die Ergebnisse der dynamischen Analyse können verwendet werden, um bei der Entscheidung über die Kompatibilität von entweder einzelnen Zügen oder Triebzug-Klassen mit der Infrastruktur behilflich zu sein.

Fällt ein zu untersuchender Zug in den Geltungsbereich einer Triebzug-Klasse, von der im Vorfeld nachgewiesen wurde, dass sie mit der Infrastruktur kompatibel ist, dann sind keine weiteren Überprüfungen nötig, um die Kompatibilität nachzuweisen (siehe 6.5 und Anhang C). Anderenfalls ist das normale Verfahren zur Prüfung eines einzelnen Zuges erforderlich.

Wenn die Kompatibilität mit der Infrastruktur für eine Triebzug-Klasse nicht nachgewiesen oder erreicht wird, können einzelne Überprüfungen für den Zug durchgeführt werden, um die Kompatibilität zu überprüfen.

ANMERKUNG 2 Anhang S enthält Informationen zu typischen lokbespannten Personenzügen, die für die dynamischen Überprüfungen verwendet werden dürfen.

³⁾ Hochgeschwindigkeitslastmodell (en: High Speed Load Model) nach EN 1991-2

5.2 Oberbau, Unterbau und Erdbauwerke

Die Tragfähigkeit von Oberbau, Unterbau und Erdbauwerken muss in Übereinstimmung mit nationalen Anforderungen bestimmt werden. Typischerweise berücksichtigen solche Verfahren die Schienenformen und Gleiskomponenten, Schwellenabstände, Gleisgeometrie, Gleisqualität, jährliches Verkehrsaufkommen in Tonnen, Inspektions- und Wartungsanordnungen und andere nationale Anforderungen usw.

Die Grenzwerte für den Überhöhungsfehlbetrag auf Strecken mit Spurweiten, die breiter sind als die Nennspurweiten, dürfen nach EN 13803-1 modifiziert werden.

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.

Infrastrukturmanager müssen die Übereinstimmung ihrer eigenen nationalen Klassifizierungssysteme mit der Klasseneinteilung der Strecken nach dieser Europäischen Norm herstellen. Anhang O zeigt ein Beispiel der Übereinstimmung.

Die Ergebnisse müssen zur Bestimmung der Streckenklasse nach dieser Europäischen Norm 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 Folgendem verwendet werden:

- der Streckenklassifizierung von Ingenieurbauwerken in Übereinstimmung mit 5.1;
- der Streckenklassifizierung von Oberbau, Unterbau und Erdbauwerken in Übereinstimmung mit 5.2;
- maßgebliche zugehörige Anforderungen an die Geschwindigkeit in Übereinstimmung mit 5.1.2;
- sonstige allgemeine Anforderungen, einschließlich der Anforderungen an die zugelassenen Höchstgeschwindigkeiten für verschiedene Verkehrsarten und Betriebseinschränkungen;
- 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.

Die 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 Verbindung mit der zugehörigen Geschwindigkeit D4xL, D5, E4, E5 oder E6 ist, muss auch die Höchstgeschwindigkeit für die Streckenklasse D4 angegeben werden.

ANMERKUNG Beispiele für die Ergebnisse von Klasseneinteilungen sind in Anhang H 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, die Radsatzabstände 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 6.6).

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 unveränderlichen Zugverbands) zu verwenden.

Wenn das/die Fahrzeug(e) in einem im Voraus festgelegten oder unveränderlichen Zugverband in Betrieb geht, 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 Krane). Zwei Fälle müssen berücksichtigt werden: ein Zug, der aus der ungünstigsten Zusammenstellung von unveränderlichen Zugverbänden besteht und der unveränderliche Zugverband, der in einen Zug aus Referenzwagen eingebunden ist.

Einfeldträger mit Stützweiten von 1,0 m bis 100,0 m müssen überprüft werden. Die maximale Schrittweite der Stützweite darf 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 I angegeben.

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

Die Anhänge J, K, L, T und U enthalten Tabellen für die Bestimmung der entsprechenden Streckenklasse ohne eine Berechnung, wenn die festgelegten Bedingungen eingehalten werden.

Die Verteilung der Radsatzlast an jedem Fahrzeug muss durch Messen des Beladezustandes Auslegungsmasse bei normaler Zuladung nach EN 15663 bestimmt werden (bei Güterwagen entspricht dieser Beladezustand dem Eigengewicht). Bei Lokomotiven und Fahrzeugen zur Personenbeförderung müssen einzelne Radlasten gemessen werden.

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 Zuladungskomponenten (z. B. Masse durch Passagiere) bis zum relevanten Massezustand (siehe Tabelle 2 und Anhang D) 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 und D von Tabelle 2 angegebenen Toleranzen liegen, gilt deren Übereinstimmung mit dem Fahrzeugtyp als nachgewiesen.

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

Falls einige Werte eines einzelnen Fahrzeugs außerhalb dieser akzeptierten Toleranzen 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 zu den Nennmassen hinzugefügt werden. Diese neuen Werte müssen für die Bestimmung der Streckenklasse dieses einzelnen Fahrzeugs bzw. Fahrzeugtyps verwendet werden.

ANMERKUNG 3 In einigen dieser Fälle kann eine Anpassung der Nennwerte, m_{nom} und $P_{i,\text{nom}}$, angemessen 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 Zuladungswerte 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 normaler Zuladung (maximale Nutzlasten sind im Lastgrenzraster des Fahrzeugs festgelegt) nach EN 15663	a	≤ 100 kg auf jeder einzelnen Radsatzlast ^a	b
Lokomotiven^c	Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand nach EN 15663	$\leq 3 \%$	$\leq 3 \%$	$\leq 5 \%$ der mittleren Radlast jedes einzelnen Radsatzes
Personenwagen Triebzüge	Auslegungsmasse mit Zuladung nach Anhang D	$\leq 3 \%$	$\leq 3 \%$	$\leq 5 \%$ ^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 Anhang D 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 des Entwurfs oder nachträglich), muss eine erneute Einstufung (oder erneute Berechnung der Zuladungsgrenzen im Fall von Güterwagen) vorgenommen 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, z. B. 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 I berechnet werden. Alternativ sind zulässige Radsatzlasten von 4- und 6-achsigen Wagen im Anhang J und Anhang K 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 in keinem Fall 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;
- für 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 I 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 eingestuft werden.

6.3.2 Lokomotiven mit 4 Radsätzen

Im Allgemeinen sind die maßgeblichen Parameter zur Einstufung von Lokomotiven mit 4 Radsätzen die maximale Radsatzlast P (18 t bis 22,5 t) und der Abstand der Radsätze im Drehgestell (2,2 m bis 3,4 m).

In der Regel ist die Masse je Längeneinheit kleiner als 6,4 t/m und der Abstand zwischen dem äußeren Radsatz und dem Ende der nächsten Kupplungsebene ist größer als 1,9 m.

Bei Einhaltung der vorstehend genannten Kriterien bestimmt die maximale Radsatzlast die Streckenklasse:

- 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 M 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

Im Allgemeinen sind die maßgeblichen Parameter zur Einstufung von Lokomotiven mit 6 Radsätzen folgende:

- die maximale Radsatzlast P (18 t bis 22 t), in Kombination mit;
- dem Abstand der Radsätze im Drehgestell (1,80 m bis 2,25 m).

In der Regel ist die Masse je Längeneinheit (p) kleiner als 6,4 t/m und der Abstand zwischen dem äußeren Radsatz und dem Ende der nächsten Kupplungsebene (a) ist größer als 2,1 m.

Die Streckenklassen für Lokomotiven mit 6 Radsätzen sind anhand P und a in Anhang L angegeben.

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

6.4 Personenwagen

Personenwagen müssen in Streckenklassen eingestuft werden. Alternativ dazu kann Tabelle 4 angewendet werden, um die Streckenklasse zu ermitteln, wenn die Fahrzeugparameter des Personenwagens die Anforderungen von Tabelle 3 erfüllen.

Tabelle 3 — Anforderungen für die Anwendung von Tabelle 4

Parameter	Parameterbereich
Abstand der Radsätze 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 4 — Entsprechende Streckenklasse
(in Verbindung mit Tabelle 3)**

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

Die Werte der Masse und der Fahrgastlast zur Bestimmung der Streckenklasse und zur Überprüfung der dynamischen Kompatibilität sind in Anhang D angegeben.

6.5 Triebzüge

Triebzüge müssen in Streckenklassen eingestuft werden. Das in 6.1 beschriebene Verfahren kann durch eine einfache Parameterüberprüfung nach Anhang T (insbesondere T.5) ersetzt werden. Typische Zugverbände von Stadtbahn-Triebzügen und die Mindestwerte der Radsatzgeometrien sind in Anhang U als Leitlinien für die Einstufung angegeben.

Die Werte der Masse und der Fahrgastlast zur Bestimmung der Streckenklasse und zur Überprüfung der dynamischen Kompatibilität sind in Anhang D angegeben.

Triebwagen mit einer Auslegungshöchstgeschwindigkeit oberhalb der Werte von Anhang F müssen hinsichtlich der Zugparameter überprüft werden, die von jeder Triebzug-Klasse nach Anhang C abgedeckt werden. Wenn der Triebwagen den Parametern entspricht, muss er der maßgeblichen Triebzug-Klasse zugeordnet werden.

6.6 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 unveränderlicher Formation (oder Einzelfahrzeuge);
- Fall 2: eine einzelne unveränderliche Formation 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 Zwei-Wege-Maschinen, ausgleisbare Maschinen und Anhänger muss in der technischen Dokumentation verzeichnet sein.

6.7 Ergebnisse der Fahrzeugeinstufung

Das Einstufungsergebnis ist in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 — Einstufungsergebnis

Fahrzeugtyp	Ergebnis
Güterwagen	Nutzlastgrenzen
Lokomotiven	Streckenklasse und, wenn verfügbar, Lokklasse
Personenwagen	Streckenklasse
Triebzüge	Streckenklasse und, sofern zutreffend Triebzug-Klasse (max $P_{MUclass}$ und max v)
Sonderfahrzeuge	Streckenklasse oder Nutzlastgrenzen

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

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

- Fahrzeuggesamtmasse (für jedes Fahrzeug) und Masse je Radsatz (für jeden Radsatz) für den Beladungszustand Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand und nach Anhang D;
- die Position der Radsätze entlang des Fahrzeugs (oder der unveränderlichen Fahrzeugformation) – Radsatzabstände und der Abstand zwischen Kupplungsebenen und angrenzenden Radsätzen;
- die Länge des Fahrzeugs (oder der unveränderlichen Fahrzeugformation);
- Auslegungshöchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs (oder der unveränderlichen Fahrzeugformation).

7 Kompatibilität der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur

Die Kompatibilität gilt als nachgewiesen, wenn die Streckenklasse eines Fahrzeugs (oder die Nutzlastgrenze eines Güterwagens) geringer oder gleich als die Streckenklasse der Strecke ist. Geschwindigkeitsbezogene Anforderungen bilden ebenfalls einen Teil dieser Bewertung.

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 von Tabelle A.2 abgedeckt) festgelegt. Eine Klassifizierung ist nur möglich, wenn sowohl Buchstabe als auch Ziffer kleiner oder gleich sind (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 von Tabelle A.3 und Tabelle A.4 von Anhang A enthalten.

Für die Betrachtung eines Zugs sind das Fahrzeug mit der ungünstigsten Streckenklasse und die maximale Zuggeschwindigkeit, eingeschränkt durch die restriktivsten Geschwindigkeitsvorgaben, maßgebend.

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 Personenwagen die Streckenklasse der Strecke unter Beachtung der zugehörigen maximalen Geschwindigkeit nicht überschreiten. Wenn erforderlich, sind ergänzende Anforderungen (z. B. Lokklassen, Bedingungen für die Kompatibilität für Einzelgenehmigungen durch individuelle Streckenüberprüfungen) in Betracht zu ziehen.

Wenn keine Kompatibilität unter Verwendung der Streckenklassen erreicht werden kann, ist eine individuelle Streckenüberprüfung unter Berücksichtigung regionaler Verfahrensweisen durchzuführen, um Kompatibilität zu erreichen.

Eine individuelle Streckenüberprüfung ist notwendig:

- bei einzelnen Fahrzeugen (siehe 5.1 und 6.7);
- wenn die Streckenklasse eines Fahrzeugs oder die Nutzlastgrenze eines Güterwagens die Streckenklasse der Strecke überschreitet;
- wenn die Betriebsgeschwindigkeit die zugehörige maximale Geschwindigkeit der Streckenklasse überschreitet;
- bei außergewöhnlichen Sendungen⁴⁾ (z. B. beladene Wagen mit mehr als 8 Radsätzen);
- bei Güterverkehr, der die Anforderungen dieser Europäischen Norm nicht erfüllt.

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

Wo der Einsatz eines neuen oder veränderten Fahrzeugs oder Nutzlast beabsichtigt ist, wodurch eine individuelle Streckenüberprüfung erforderlich wird, sollte eine rechtzeitige Kontaktaufnahme mit dem Infrastrukturmanager während der ersten Phasen der Fahrzeugplanung und/oder Einsatzplanung erfolgen, um eine Optimierung des Kompatibilitätsprozesses zu ermöglichen.

⁴⁾ Außergewöhnliche Sendungen sind in UIC 502-1 definiert.

Mögliche Ergebnisse individueller Streckenüberprüfungen sind:

- Kompatibilität nachgewiesen;
- Kompatibilität nachgewiesen unter Vorbehalt zusätzlicher Beschränkungen von Betriebsgeschwindigkeiten oder Beladung, Einschränkungen hinsichtlich der Zugformation, Verwendung von z. B. Schutzwagen;
- Kompatibilität nicht nachgewiesen, Fahrzeug oder Fahrt verweigert.

Falls der statische Ansatz, auf dem die Streckenklassen basieren, um die Wechselwirkung zwischen der Fahrzeugformation und der Infrastruktur je nach Geschwindigkeit zu charakterisieren, nicht ausreicht, muss die Notwendigkeit der Durchführung zusätzlicher dynamischer Überprüfungen in Betracht gezogen werden, um die Kompatibilität nachzuweisen (siehe 5.1.2).

Anhang A (normativ)

Referenzwagen und Lastmodelle zur Darstellung der Streckenklassen

Tabelle A.1 — Referenzwagen

Referenz- wagen	Radsatz- last P (t)	Geometrische Merkmale	Masse je Längeneinheit 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

Referenz- wagen	Radsatz- last P (t)	Geometrische Merkmale	Masse je Längeneinheit p (t/m) ^a
C2	20,0		6,4
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

Referenz- wagen	Radsatz- last P (t)	Geometrische Merkmale	Masse je Längeneinheit p (t/m) ^a
xL-b	22,5		7,4
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 Der Wert für „ p “ ergibt sich aus folgendem Verhältnis: (Anzahl der Radsätze) $\times P$ / (Länge des Referenzwagens). Der Referenzwagen wird definiert durch „ P “ und die geometrischen Merkmale.			

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

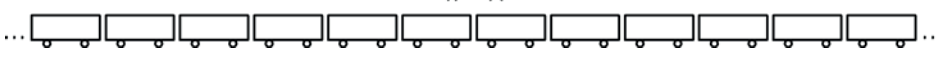
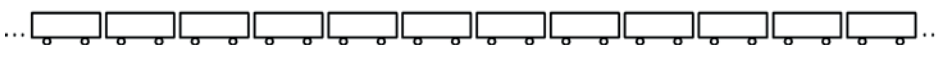
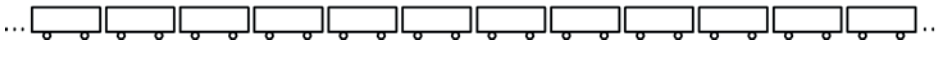
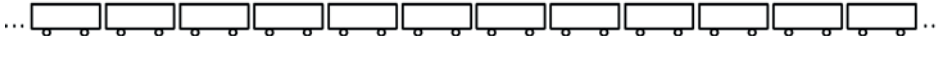
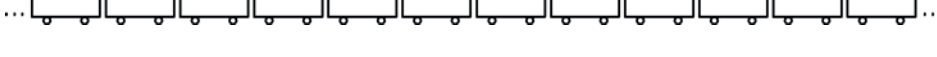
Strecken- klasse	Anordnung der Referenzwagen $n \dots$ unbegrenzte Anzahl
A	$n \times A$ 
B1	$n \times B1$ 
B2	$n \times B2$ 
C2	$n \times C2$ 
C3	$n \times C3$ 
C4	$n \times C4$ 
D2	$n \times D2$ 
D3	$n \times D3$ 
D4	$n \times D4$ 
ANMERKUNG 1 Das erste Schriftzeichen, ein Buchstabe, charakterisiert 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

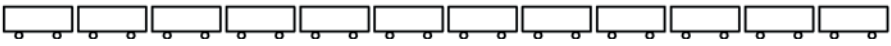
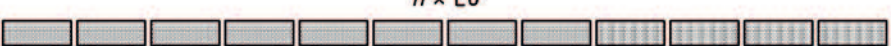
Strecken- klasse	Anordnung der Referenzwagen $n \dots$ unbegrenzte Anzahl
a10	$n \times a10$...  ...
a12	$n \times a12$...  ...
a14	$n \times a14$...  ...
ANMERKUNG Klassifizierung: $a10 < a12 < a14$; A von Tabelle A.2 $> a10, a12$ und $a14$	

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 Klassifizierung: $E4 < E5 < E6$; $D5 < E5 < E6$; 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

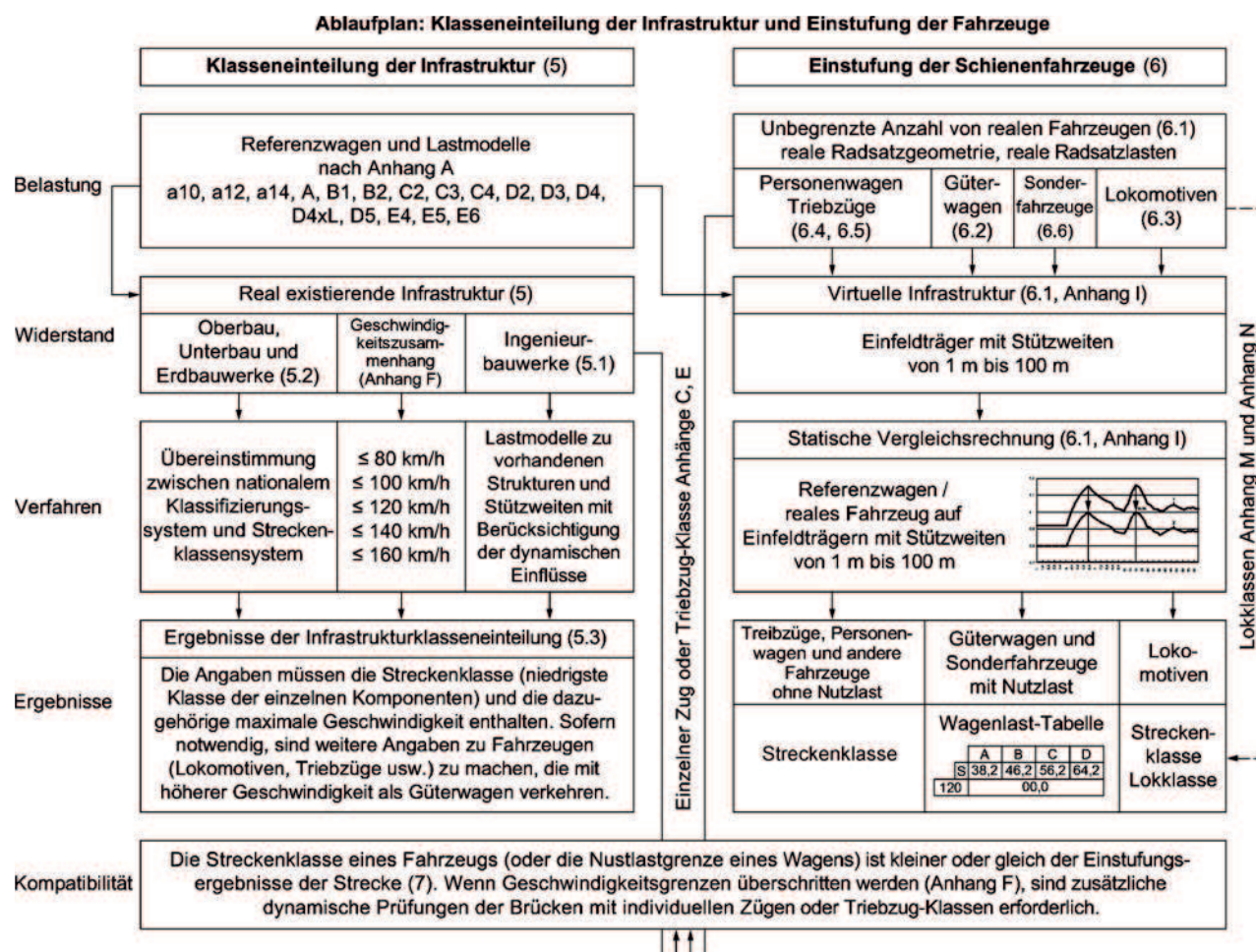


Bild B.1 — Ablaufplan für die Klasseneinteilung der Infrastruktur und Einstufung der Fahrzeuge