



SLOVENSKI STANDARD

SIST EN 12663-1:2010

01-september-2010

Nadomešča:
SIST EN 12663:2001

**Železniške naprave - Konstrukcijske zahteve za grode železniških vozil - 1. del:
Lokomotive in potniška železniška vozila (tudi alternativna metoda za toverne
vagone)**

Railway applications - Structural requirements of railway vehicle bodies - Part 1:
Locomotives and passenger rolling stock (and alternative method for freight wagons)

iTeh STANDARD PREVIEW

Bahnanwendungen - Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von
Schienenfahrzeugen - Teil 1: Lokomotiven und Personenzüge (und alternatives
Verfahren für Güterwagen)

[SIST EN 12663-1:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b15006e-ae5c-4133-9278-7351171sd457/it-en-12663-1-2010)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b15006e-ae5c-4133-9278-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b15006e-ae5c-4133-9278-7351171sd457/it-en-12663-1-2010)

Applications ferroviaires - Prescriptions de dimensionnement des structures de véhicules
ferroviaires - Partie 1 : Locomotives et matériels roulants voyageurs (et méthode
alternative pour wagons)

Ta slovenski standard je istoveten z: EN 12663-1:2010

ICS:

45.060.20 Železniški vagoni Trailing stock

SIST EN 12663-1:2010 en,fr,de

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

SIST EN 12663-1:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b15006e-ae5c-4133-9278-6354d74adb57/sist-en-12663-1-2010>

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 12663-1

März 2010

ICS 45.060.20

Ersatz für EN 12663:2000

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen - Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen - Teil 1: Lokomotiven und Personenfahrzeuge (und alternatives Verfahren für Güterwagen)

Railway applications - Structural requirements of railway
vehicle bodies - Part 1: Locomotives and passenger rolling
stock (and alternative method for freight wagons)

Applications ferroviaires - Prescriptions de
dimensionnement des structures de véhicules ferroviaires -
Partie 1 : Locomotives et matériels roulants voyageurs (et
méthode alternative pour wagons)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Januar 2010 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 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, 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, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Koordinatensystem	7
5 Festigkeitsanforderungen.....	8
5.1 Allgemeines.....	8
5.2 Kategorien von Schienenfahrzeugen	8
5.2.1 Konstruktive Kategorien	8
5.2.2 Lokomotiven.....	9
5.2.3 Schienenfahrzeuge des Personenverkehrs	9
5.2.4 Güterwagen	9
5.2.5 Andere Fahrzeugtypen	9
5.3 Einflussparameter auf die Schienenfahrzeugkonstruktion	9
5.3.1 Toleranz für Unsicherheiten	9
5.3.2 Lastannahmen.....	10
5.3.3 Werkstoffe	10
5.3.4 Maßtoleranzen.....	10
5.3.5 Herstellungsverfahren.....	10
5.3.6 Berechnungsgenauigkeit.....	10
5.4 Nachweis der Festigkeit und der strukturellen Stabilität	11
5.4.1 Anforderung	11
5.4.2 Streck- bzw. Dehngrenze	11
5.4.3 Bruchlast-Versagen	12
5.4.4 Instabilität	12
5.5 Nachweis der Steifigkeit	13
5.6 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit.....	13
5.6.1 Allgemeines.....	13
5.6.2 Bemessungsverfahren	14
6 Auslegungslastfälle	14
6.1 Allgemeines.....	14
6.2 Längsgerichtete statische Belastungen des Wagenkastens	15
6.2.1 Allgemeines	15
6.2.2 Längskräfte in Puffern und/oder im Kupplungsbereich	15
6.2.3 Druckkräfte im Stirnwandbereich	17
6.3 Vertikale statische Belastungen des Wagenkastens	18
6.3.1 Maximales Betriebsgewicht.....	18
6.3.2 Anheben.....	18
6.3.3 Anheben mit versetzten Anhebepunkten.....	19
6.4 Überlagerung statischer Lastfälle des Wagenkastens	19
6.5 Statische Nachweis-Lasten an Schnittstellen	19
6.5.1 Nachweis-Lastfälle für die Verbindung von Wagenkasten zu Drehgestell.....	19
6.5.2 Nachweis-Lastfälle für die Befestigungen der Ausrüstungsgegenstände	19
6.5.3 Nachweis-Lastfälle für Verbindungen von Gelenkseinheiten.....	20
6.5.4 Prüflastfälle für besondere Komponenten an Güterwagen.....	21
6.6 Allgemeine Ermüdungslastfälle des Wagenkastens.....	21
6.6.1 Lastbereiche.....	21

	Seite
6.6.2	Spektrum der Zuladung 21
6.6.3	Be- und Entladungszyklen 21
6.6.4	Belastungen aus dem Fahrweg 21
6.6.5	Aerodynamische Belastung 23
6.6.6	Traktion und Bremsen 23
6.7	Ermüdungslasten an Schnittstellen 23
6.7.1	Allgemeine Anforderungen 23
6.7.2	Verbindung von Wagenkasten zu Drehgestell 23
6.7.3	Befestigung der Ausrüstungsgegenstände 24
6.7.4	Kupplungen 24
6.7.5	Ermüdungslastfälle für Verbindungen von Gelenkeinheiten 24
6.8	Kombination von Ermüdungslastfällen 24
6.9	Schwingungsmoden 24
6.9.1	Wagenkasten 24
6.9.2	Ausrüstung 24
7	Zulässige Werkstoffspannungen 25
7.1	Interpretation von Spannungen 25
7.2	Statische Festigkeit 25
7.3	Ermüdungsfestigkeit 25
8	Anforderungen an Tests zum experimentellen Festigkeitsnachweis 25
8.1	Ziele 25
8.2	Statische Lastfälle 26
8.2.1	Aufgebrachte Lasten 26
8.2.2	Testablauf 26
8.3	Tests unter Betriebs- oder Ermüdungsbeanspruchung 27
8.4	Auflaufversuche 28
9	Abnahmeprogramm 28
9.1	Ziel 28
9.2	Abnahmeprogramm für Neukonstruktion von Wagenkastenstrukturen 29
9.2.1	Allgemeines 29
9.2.2	Strukturanalysen 29
9.2.3	Prüfung 30
9.3	Abnahmeprogramm für weiterentwickelte Konstruktion von Wagenkastenstrukturen 30
9.3.1	Allgemeines 30
9.3.2	Strukturanalysen 30
9.3.3	Prüfung 31
Anhang A (informativ)	Behandlung lokaler Spannungskonzentrationen bei Berechnungen 32
Anhang B (informativ)	Beispiele für Prüfbelastungsfälle bei Gelenksverbindungen 34
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2008/57/EG 37
Literaturhinweise 40

EN 12663-1:2010 (D)**Vorwort**

Dieses Dokument (EN 12663-1:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Railway applications“ 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 September 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2010 zurückgezogen werden.

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

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

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Diese Europäische Norm ist Teil der Reihe *Bahnanwendungen — Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen*, welche aus den folgenden Teilen besteht:

- *Teil 1: Lokomotiven und Personenzüge (und alternatives Verfahren für Güterwagen)*
- *Teil 2: Güterwagen*

Dieses Dokument ersetzt, gemeinsam mit der EN 12663-2, die EN 12663:2000.

Die wesentlichen Änderungen bezüglich der vorherigen Ausgabe sind nachstehend aufgeführt:

- a) die Norm ist in 2 Teile aufgeteilt worden. EN 12663-1 beinhaltet Validationsmethoden hauptsächlich für Lokomotiven und Personenzüge, aber auch für Güterwagen als Alternative zu EN 12663-2. EN 12663-2 enthält Validationsmethoden für Wagenkästen von Güterwagen und der dazugehörigen besonderen Ausrüstung, basierend auf Tests;
- b) Lokomotiven sind in einer separaten konstruktiven Kategorie behandelt worden;
- c) der Nachweis der Festigkeit und der strukturellen Stabilität ist auf die Auslastung basiert worden;
- d) die Definition der Auslegungsmassen ist geändert worden und auf EN 15663 bezogen;
- e) Zugkräfte an den Kupplungsanschlüssen sind für alle konstruktiven Kategorien angegeben worden;
- f) Nachweis-Lastfälle für die Verbindung von Wagenkästen zu Drehgestell sind separat definiert worden;
- g) Lasten für Verbindungen von Gelenkseinheiten sind hinzugefügt worden;
- h) Ermüdungsbelastungen für Längsbeschleunigung des Wagenkastens sind ergänzt worden;
- i) ein Abnahmeprogramm ist angefügt worden;
- j) ein informativer Anhang für Behandlung lokaler Spannungskonzentrationen bei Berechnungen ist angefügt worden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, 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, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

SIST EN 12663-1:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b15006e-ae5c-4133-9278-6354d74adb57/sist-en-12663-1-2010>

Einleitung

Die Wagenkastenkonstruktion von Schienenfahrzeugen hängt von den Belastungen ab, denen sie ausgesetzt sind, und den Eigenschaften der Werkstoffe, aus denen sie hergestellt werden. Innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Europäischen Norm wird beabsichtigt, eine einheitliche Grundlage für die Konstruktion von Wagenkästen zu schaffen.

Die Belastungsanforderungen an Konstruktion und Test der Wagenkästen basieren auf fundierten Erfahrungen, die durch Auswertung von Versuchsdaten und Veröffentlichungen untermauert sind. Das Ziel dieser Europäischen Norm ist es, dem Lieferanten die Freiheit zu geben, seine Konstruktion zu optimieren, bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der notwendigen Sicherheit.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Mindestanforderungen an die Festigkeit von Wagenkästen für Schienenfahrzeuge fest.

Diese Europäische Norm gibt die Belastungen an, denen die Wagenkästen standhalten müssen. Sie legt fest, wie die Werkstoffdaten verwendet werden sollten und stellt die Prinzipien dar, die zur Validierung der Konstruktion durch Berechnung und Prüfung zu benutzen sind. Diese Europäische Norm gilt für Lokomotiven und Personenfahrzeuge. EN 12663-2 liefert das Nachweisverfahren für Güterwagen und verweist auch auf das Verfahren in dieser Norm als eine Alternative für Güterwagen.

Die Schienenfahrzeuge werden in Kategorien eingeteilt, die ausschließlich im Hinblick auf die Festigkeitsanforderungen der Wagenkästen festgelegt sind. Einige Schienenfahrzeuge passen möglicherweise in keine der definierten Kategorien; die Festigkeitsanforderungen an solche Schienenfahrzeuge sollten Teil der Spezifikation sein und nach Grundsätzen, die in dieser Norm dargestellt sind, festgelegt werden.

Diese Europäische Norm gilt für alle Schienenfahrzeuge im Gebiet der EU und EFTA. Die angeführten Anforderungen setzen die vorherrschenden Betriebsbedingungen und -verhältnisse in diesen Ländern voraus.

Zusätzlich zu den Anforderungen dieser Europäischen Norm wird gewöhnlich gefordert, dass die Struktur aller Fahrzeuge in Verbindung mit Fahrgast-Beförderung Eigenschaften besitzen, die die Insassen im Fall von Kollisionsunfällen schützen. Diese Anforderungen werden in EN 15227 dargestellt.

2 Normative Verweisungen

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

EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

EN 13749, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Spezifikationsverfahren für Festigkeitsanforderungen an Drehgestellrahmen*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugmassedefinitionen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Wagenkasten

tragende Hauptstruktur oberhalb der Fahrwerke, einschließlich aller Komponenten, die an dieser Struktur befestigt sind und direkt zu ihrer Festigkeit, Steifigkeit und Stabilität beitragen

ANMERKUNG Mechanische Ausrüstungsteile und sonstige Montageteile werden nicht als Teil des Wagenkastens betrachtet, jedoch werden deren Befestigungselemente als Teil des Wagenkastens gezählt.

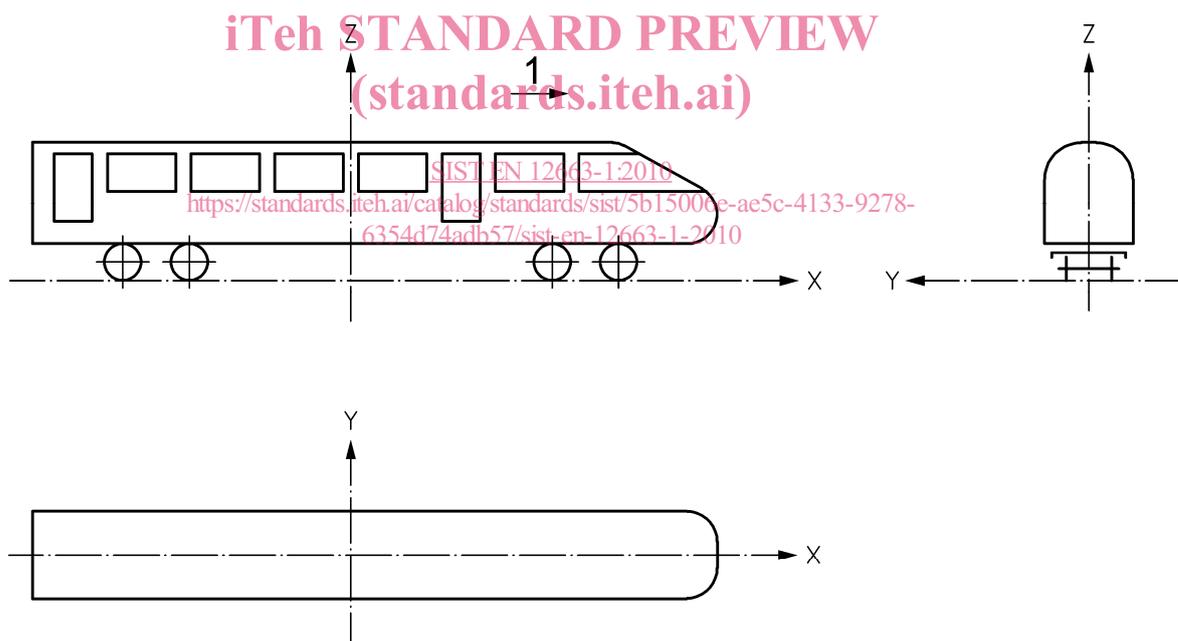
3.2

Befestigung der Ausrüstungsgegenstände

Befestigung und alle dazugehörigen lokalen Tragstrukturen oder Rahmen, welche die Ausrüstungsgegenstände mit dem Wagenkasten verbinden

4 Koordinatensystem

Bild 1 zeigt das Koordinatensystem. Die positive Richtung der x-Achse (entspricht der Wagenkastenlängsachse) zeigt in die Fahrtrichtung. Die positive z-Achse (entspricht der Wagenkastenhochachse) zeigt nach oben. Die y-Achse (entspricht der Wagenkastenquerachse) verläuft in der horizontalen Ebene, wobei diese der rechten Hand-Regel für das Koordinatensystem entspricht.



Legende

- 1 Fahrtrichtung
- X Längsrichtung
- Y Querrichtung
- Z Vertikalrichtung

Bild 1 — Wagenkastenkoordinatensystem

5 Festigkeitsanforderungen

5.1 Allgemeines

Wagenkästen von Schienenfahrzeugen müssen der maximalen Belastung entsprechend ihren Betriebsanforderungen standhalten und die geforderte Lebensdauer unter normalen Betriebsbedingungen mit angemessener Überlebenswahrscheinlichkeit erreichen.

Die Fähigkeit des Wagenkastens, den geforderten Belastungen ohne bleibende Verformungen und Bruch zu widerstehen, muss durch Berechnung und/oder Test nachgewiesen werden, so wie es im Abnahmeprogramm in Abschnitt 9 beschrieben ist.

Die Bewertung hat für folgende Kriterien zu erfolgen:

- a) außergewöhnliche Belastungen, d. h. die maximalen Belastungen, denen unter Aufrechterhaltung der vollen Betriebsfähigkeit standgehalten werden muss;
- b) ausreichende Sicherheit, wie in 5.4.3 und 5.4.4 beschrieben, so dass die außergewöhnliche Belastung deutlich überschritten werden kann, bevor völliges Versagen oder Bruch eintritt;
- c) Ertragbarkeit von Betriebs- oder zyklischen Belastungen, so dass während der festgelegten Lebensdauer keine Beeinträchtigung der Struktursicherheit auftritt.

Die Daten, welche die erwarteten Betriebsbedingungen bestimmen, müssen Teil der Spezifikation sein. Aus diesen Angaben sind alle maßgeblichen Lastfälle in einer Weise abzuleiten, die im Einklang mit den Zulassungskriterien steht.

ANMERKUNG Falls zutreffend, sollten die in 5.5 definierten Steifigkeitskriterien Teil der Spezifikation sein.

Die Anforderungen dieser Europäischen Norm basieren auf der Verwendung von metallischen Werkstoffen und der Anforderungen in 5.4.2, 5.4.3 und 5.6. Die Abschnitte 7 und 8 sind speziell nur für solche Werkstoffe anwendbar. Wenn andere (nichtmetallische) Werkstoffe verwendet werden, müssen dennoch die grundsätzlichen Prinzipien dieser Norm angewendet werden und geeignete Daten zur Beschreibung der Werkstoffeigenschaften müssen eingesetzt werden.

Die als Grundlage für die Wagenkastenkonstruktion verwendeten Lastfälle müssen die relevanten Fälle von Abschnitt 6 beinhalten.

Für alle Parameter werden SI-Basiseinheiten bzw. davon abgeleitete Einheiten eingesetzt. Die Fallbeschleunigung g beträgt $-9,81 \text{ m/s}^2$.

5.2 Kategorien von Schienenfahrzeugen

5.2.1 Konstruktive Kategorien

Bei Anwendung dieser Europäischen Norm werden die Schienenfahrzeuge in Kategorien eingeteilt.

Die Einteilung der verschiedenen Schienenfahrzeugkategorien basiert ausschließlich auf den Festigkeitsanforderungen der Wagenkästen.

ANMERKUNG Es liegt in der Verantwortung der Kunden, darüber zu entscheiden, nach welcher Kategorie die Schienenfahrzeuge ausgelegt werden sollten. Es wird Unterschiede zwischen Kunden geben, deren Kategorienwahl Rangierbedingungen und Systemsicherheitsmaßnahmen berücksichtigen. Dieses ist zu erwarten und sollte nicht als Widerspruch zu dieser Europäischen Norm betrachtet werden.

Aufgrund der spezifischen Art ihrer Konstruktion und verschiedener Konstruktionsziele gibt es drei Hauptgruppen, nämlich Lokomotiven (L), Personenwagen (P) und Güterwagen (F). Die drei Gruppen können entsprechend den Festigkeitsanforderungen in weitere Kategorien unterteilt werden.

Die Kategorien für Güterwagen werden der EN 12663-2 entnommen.

Die Wahl der jeweiligen Kategorie in den folgenden Abschnitten muss auf den Festigkeitsanforderungen der Tabellen in Abschnitt 6 basieren.

5.2.2 Lokomotiven

Zu dieser Gruppe gehören alle Arten von Lokomotiven und Triebfahrzeugen, deren einziger Zweck die Bereitstellung von Zugkraft ist und die nicht für den Transport von Fahrgästen bestimmt sind.

— Kategorie L z. B. Lokomotiven und Triebfahrzeuge.

5.2.3 Schienenfahrzeuge des Personenverkehrs

Zu dieser Gruppe gehören alle Arten von Schienenfahrzeugen, die für den Transport von Personen bestimmt sind, von Vollbahnfahrzeugen, S-Bahn-Fahrzeugen, Stadtbahnen bis hin zu Straßenbahnen.

Die Schienenfahrzeuge für Personenverkehr werden in fünf konstruktive Kategorien unterteilt, denen jedes Fahrzeug zugeordnet werden kann. Die fünf Kategorien sind nachstehend mit Angabe des gewöhnlich der jeweiligen Kategorie zugeordneten Fahrzeugtyps aufgelistet:

- Kategorie P-I z. B. Reisezugwagen;
- Kategorie P-II z. B. Triebzueinheiten und Reisezugwagen;
- Kategorie P-III z. B. U-, S-Bahn-Fahrzeuge und leichte Triebwagen;
- Kategorie P-IV z. B. leichte U-Bahn-Fahrzeuge und Stadtbahnfahrzeuge;
- Kategorie P-V z. B. Straßenbahnfahrzeuge.

SIST EN 12663-1:2010
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b15006e-ae5c-4133-9278-6354d74adb57/sist-en-12663-1-2010>

5.2.4 Güterwagen

Alle Güterwagen dieser Gruppe werden für den Gütertransport eingesetzt. Zwei Kategorien sind definiert worden:

Kategorie F-I z. B. Fahrzeuge, die ohne Beschränkung rangiert werden können;

Kategorie F-II z. B. Fahrzeuge, die weder über einen Ablaufberg noch durch Abstoßen rangiert werden dürfen.

5.2.5 Andere Fahrzeugtypen

Manche Schienenfahrzeuge mögen zu keiner Art der oben erwähnten Kategorien passen (z. B. kann der offene Einheits-Drehgestell-Gepäckwagen für Kraftfahrzeugbeförderung als P-I-Fahrzeug behandelt werden). Die passende Kategorie für die Strukturanforderungen solcher Schienenfahrzeuge sollte Teil der Spezifikation sein.

5.3 Einflussparameter auf die Schienenfahrzeugkonstruktion

5.3.1 Toleranz für Unsicherheiten

Die in folgenden Abschnitten beschriebenen Unsicherheiten können durch Begrenzung der zugehörigen Parameterwerte oder durch Einfügen eines Sicherheitsfaktors in den Konstruktionsprozess toleriert werden. Dieser mit S bezeichnete Sicherheitsfaktor muss dann angewendet werden, wenn der Vergleich von berechneten Spannungen mit den zulässigen Spannungen erfolgt, wie in 5.4 angegeben.

EN 12663-1:2010 (D)

ANMERKUNG Im Auslegungsprozess sollte Folgendes bezüglich der Gefährlichkeit von Komponentenversagen beachtet werden: Folge der Fehlfunktion, Redundanz, Zugangsmöglichkeit für Inspektion, Detektion des Komponentenfehlers, Wartungsintervall usw.

Der Wert von S ist zu wählen, um die Gesamtauswirkung aller Unsicherheiten einzuschließen, die nicht in anderer Weise berücksichtigt sind.

5.3.2 Lastannahmen

Alle Lastannahmen, die als Grundlage für den Wagenkastenentwurf eingesetzt werden, müssen jegliche notwendige Toleranz für Unsicherheiten in ihren Werten mit einbeziehen. Die in Abschnitt 6 festgelegten Lastannahmen schließen diese Toleranz ein. Falls die Auslegungslastannahmen aus Streckenversuchen oder anderen Informationsquellen hergeleitet werden, muss eine Unsicherheitstoleranz angewendet werden.

5.3.3 Werkstoffe

Zur Auslegung der Fahrzeugstruktur müssen die Mindestwerte der Werkstoffeigenschaften entsprechend den Spezifikationen für die eingesetzten Werkstoffe verwendet werden. Falls die Werkstoffeigenschaften zum Beispiel durch

- Beanspruchungsgeschwindigkeit,
- Zeit (z. B. Alterung),
- Umgebung (Feuchtigkeitsaufnahme, Temperatur usw.),
- Schweißen oder andere Herstellungsprozesse

beeinflusst werden, müssen geeignete Mindestwerkstoffkennwerte bestimmt werden.

Gleichermaßen muss die S-N-Kurve (Wöhlerkurve), die zur Darstellung des Werkstoffermüdungsverhaltens verwendet wird, vorstehend genannte Einflüsse beinhalten und die untere Grenze des in 7.3 definierten Datenstrebereichs darstellen.

5.3.4 Maßtoleranzen

Im Allgemeinen ist es zulässig, dass die Berechnungen auf der Grundlage der Komponenten-Nennmaße basieren. Mindestmaße müssen nur berücksichtigt werden, wenn erhebliche Verringerungen der Dicke (aufgrund von Verschleiß usw.) typisch für die Funktion des Bauteils sind. Ein angemessener Schutz gegen Korrosion ist integraler Bestandteil der Fahrzeugspezifikation. Der hierdurch bedingte Materialverlust kann üblicherweise vernachlässigt werden.

5.3.5 Herstellungsverfahren

Die Kennwerte, die der Werkstoff in einem realen Bauteil aufweist, können von den aus Prüfmustern abgeleiteten Kennwerten abweichen. Solche Abweichungen sind auf Schwankungen in den Herstellungsverfahren und der Verarbeitungsgüte zurückzuführen, die in keinem praktikablen Qualitätskontrollverfahren festgestellt werden können.

5.3.6 Berechnungsgenauigkeit

Jedes Berechnungsverfahren umfasst Näherungswerte und Vereinfachungen. Die Anwendung des Berechnungsverfahrens auf die Konstruktion muss bewusst konservativ sein.

5.4 Nachweis der Festigkeit und der strukturellen Stabilität

5.4.1 Anforderung

Durch Berechnung und/oder Prüfung ist nachzuweisen, dass unter den vorgeschriebenen Lastfällen keine signifikante bleibende Verformung und kein Bruch der gesamten Konstruktion bzw. einzelner Teile oder irgendwelche Befestigungen der Ausrüstungsgegenstände auftreten werden. Die Anforderungen müssen durch die Einhaltung von Streck- bzw. Dehngrenze nach 5.4.2 erreicht werden. Wird die Konstruktion auch durch ein Bruchlast-Versagen oder durch die Instabilitätsbedingungen nach 5.4.3 und/oder 5.4.4 eingegrenzt, müssen auch diese Bedingungen eingehalten werden. Der Validierungsprozess wird in Abschnitt 9 beschrieben.

Beim Vergleich von berechneter oder gemessener Spannung zur zulässigen Spannung muss die Auslastung der Komponente kleiner oder gleich 1 nach folgender allgemeinen Gleichung sein:

$$U = \frac{R_d S}{R_L} \leq 1$$

Dabei ist

U die Auslastung der Komponente;

R_d das ermittelte Ergebnis aus Berechnung oder Test;

S ein konstruktiver Sicherheitsfaktor (siehe 5.3);

R_L ein zulässiger Wert oder Grenzwert.

ANMERKUNG Die Gleichung wird manchmal ausgedrückt als:

$$\frac{R_L}{R_d} \geq S$$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b15006e-ae5c-4133-9278-6354d74adb57/sist-en-12663-1-2010>

5.4.2 Streck- bzw. Dehngrenze

Wenn die Festigkeit der Konstruktion ausschließlich durch Berechnung nachgewiesen wird, muss für jeden individuellen Lastfall $S_1 = 1,15$ sein. Wo die Auslegungslastfälle durch Tests nachgeprüft werden und/oder die Korrelation zwischen Test und Berechnung erfolgreich nachgewiesen worden ist, darf S_1 mit 1,0 angenommen werden.

Nach den in 6.1 bis 6.5 festgelegten statischen Lastfällen muss die Auslastung kleiner oder gleich 1 sein, wie in der folgenden Gleichung angegeben:

$$U = \frac{\sigma_c S_1}{R} \leq 1$$

Dabei ist

U die Auslastung;

S_1 der Sicherheitsfaktor für Streck- bzw. Dehngrenze;

R die Werkstoffstreckgrenze (R_{eH}) bzw. 0,2 %-Dehngrenze ($R_{p0.2}$), in N/mm^2 (wie in EN 10002-1 definiert) unter Berücksichtigung aller in 5.3.3 beschriebenen relevanten Auswirkungen;

σ_c die berechnete Spannung, in N/mm^2 .