DIN EN 13103-1

ICS 45.040

Ersatz für
DIN EN 13103:2012-10 und
DIN EN 13104:2013-03

Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle – Teil 1: Konstruktionsleitfaden für außengelagerte Radsatzwellen; Deutsche Fassung EN 13103-1:2017

Railway applications –
Wheelsets and bogies –
Part 1: Design method for axles with external journals;
German version EN 13103-1:2017

Applications ferroviaires –
Essieux montés et bogies –
Partie 1: Méthode de conception des essieux-axes avec fusées extérieures;
Version allemande EN 13103-1:2017

Gesamtumfang 53 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Preisgruppe 20
www.din.de
www.beuth.de

Documents Document Sharing Hub
2666118

Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13103-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer französischen Referenzfassung.

ANMERKUNG Um dem Konstrukteur bei der Anwendung der Normen die Arbeit zu vereinfachen, wurde beschlossen, die beiden vorausgehenden Dokumente DIN EN 13103 und DIN EN 13104 in der vorliegenden Norm zusammenzufassen. Des Weiteren bezieht sich die vorliegende Norm auf DIN EN 15663, um die in den Berechnungen verwendeten Lasten festzulegen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13103:2012-10 und DIN EN 13104:2013-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Normen zusammengefasst;

b) Abschnitt 3 Begriffe neu eingefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 5577: 1990-10
DIN 5577 Bbl. 1: 1990-10
DIN EN 13103: 2002-02, 2010-08, 2011-02, 2012-10
DIN EN 13103 Berichtigung 1: 2003-06
DIN EN 13104: 2002-02, 2009-10, 2011-01, 2013-03
DIN EN 13104 Berichtigung 1: 2003-06

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN 13103-1

Dezember 2017

ICS 45.040

Ersatz für EN 13103:2009+A2:2012, EN 13104:2009+A2:2012

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Teil 1: Konstruktionsleitfaden für außengelagerte Radsatzwellen

Railway applications —
Wheelsets and bogies —
Part 1: Design method for axles with external journals

Applications ferroviaires —
Essieux montés et bogies —
Partie 1: Méthode de conception des essieux-axes avec fusées extérieures

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. September 2017 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, Serbien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2017 CEN Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Ref. Nr. EN 13103-1:2017 D

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 4
Einleitung ... 5
1 Anwendungsbereich ... 6
2 Normative Verweisungen ... 7
3 Begriffe ... 7
4 Symbole und Abkürzungen ... 8
5 Allgemeines ... 9
6 Zu berücksichtigende Kräfte und Momente ... 10
6.1 Arten der Kräfte ... 10
6.2 Einfluss der bewegten Massen ... 10
6.3 Einfluss der Bremsung ... 15
6.4 Einflüsse des Bogenlaufs und der Radgeometrie ... 19
6.5 Einfluss des Antriebs ... 19
6.6 Berechnung des resultierenden Moments ... 20
7 Bestimmung der geometrischen Eigenschaften der verschiedenen Bereiche der Radsatzwelle ... 21
7.1 Spannungen in den verschiedenen Querschnitten der Radsatzwelle ... 21
7.2 Bestimmung der Durchmesser der Radsatzwellenschenkel und der Wellenschäfte ... 25
7.3 Bestimmung der Durchmesser verschiedener Sitze, in Abhängigkeit vom Durchmesser des Radsatzwellenschafts oder der Radsatzwellenschenkel ... 25
7.3.1 Allgemeines ... 25
7.3.2 Übergang zwischen Dichtringsitz und Radsitz ... 28
7.3.3 Radsitz ohne anschließenden Sitz ... 28
7.3.4 Benachbarte Sitze ... 30
7.3.5 Nicht benachbarte Sitze ... 30
8 Höchstzulässige Spannungen ... 30
8.1 Allgemeines ... 30
8.2 Stahlgüten EA1N und EA1T ... 31
8.3 Andere Stahlgüten als EA1N und EA1T ... 33
8.3.1 Allgemeines ... 33
8.3.2 Stahlgüte EA4T ... 34
8.3.3 Andere Stähle ... 36
Anhang A (informativ) Beispiel eines Berechnungsblattes für eine Radsatzwellenberechnung ... 37
Anhang B (informativ) Verfahren für die Berechnung der Belastungsfaktoren für Neigetechnikfahrzeuge ... 39
Anhang C (informativ) Kraftwerte für Radsätze auf Strecken mit reduzierter Spurweite (Meterspur oder annähernd Meterspur) ... 41
Anhang D (normativ) Verfahren zur Bestimmung der Dauerfestigkeitsgrenzen Stufe 1 für neue Werkstoffe ... 42
D.1 Anwendungsbereich ... 42
D.2 Allgemeine Anforderungen an Proben ... 42
D.3 Allgemeine Anforderungen an Prüfausrüstungen ... 42

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

D.4 Dauerfestigkeitsgrenze des Schafts einer Radsatzwelle („F1“) ... 43
D.4.1 Geometrie ... 43
D.4.2 Überprüfung der aufgebrachten Spannung ... 43
D.4.3 Kriterium für das Prüfungsende ... 44
D.4.4 Bestimmung der Dauerfestigkeitsgrenze ... 44
D.5 Dauerfestigkeitsgrenze der Bohrung einer Radsatzwelle („F2“) ... 45
D.5.1 Geometrie ... 45
D.5.2 Überprüfung der aufgebrachten Spannung ... 45
D.5.3 Kriterium für das Prüfungsende ... 45
D.5.4 Bestimmung der Dauerfestigkeitsgrenze ... 45
D.6 Dauerfestigkeitsgrenze von Radsitzen („F3“ und „F4“) ... 46
D.6.1 Geometrie ... 46
D.6.2 Überprüfung der aufgebrachten Spannung ... 47
D.6.3 Kriterium für das Prüfungsende ... 47
D.6.4 Bestimmung der Dauerfestigkeitsgrenze ... 47
D.7 Inhalt des Prüfberichts ... 48

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU Richtlinie 2008/57/EG ... 49

Literaturhinweise ... 51

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13103-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2018 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 13103:2009+A2:2012, EN 13104:2009+A2:2012.

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

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

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, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Einleitung

Radsatzwellen von Schienenfahrzeugen waren die ersten Komponenten von Eisenbahnen, bei denen Ermüdungsprobleme (Dauerfestigkeitsprobleme) auftraten.

Vor vielen Jahren wurden bereits Verfahren entwickelt, um diese Radsatzwellen (auf Ermüdung) auszulegen. Sie beruhen auf Erfahrungen über das Betriebsverhalten von Radsatzwellen, verbunden mit Analysen zum Bruchverhalten, und auf Dauerfestigkeitsuntersuchungen im Labor, die zur Festlegung und Optimierung von Konstruktion und Werkstoffen für Radsatzwellen durchgeführt wurden.

Eine europäische Arbeitsgruppe unter Federführung der UIC[1)] hat Anfang der 1970er Jahre begonnen, diese Verfahren zu harmonisieren. Die Arbeit führte zu einem ORE[2)]-Dokument für die Berechnung der Laufradsatzwellen von Wagen, das in der Folgezeit in nationale Normen (Frankreich, Deutschland und Italien) eingearbeitet wurde. Dieses wurde dann in ein UIC-Merkblatt umgewandelt.

Das Verfahren dieser Norm stützt sich auf die Berechnung der Nennspannungen, ausgehend von der Biegebalkentheorie. Es wurde zu einer Zeit erarbeitet, in der die Finite-Elemente-Methode noch nicht entwickelt war. Die Werte der Dauerfestigkeit werden aus Prüfungen erhalten und das Spannungsniveau in den Proben wird ausgehend von der Biegebalkentheorie berechnet. Auf die gleiche Weise werden ebenfalls die Korrekturfaktoren für die Dauerfestigkeit anhand der Prüfergebnisse der Probekörper mit verschiedenen Durchmessern und Verbindungsradien bestimmt.

Die folgenden drei Elemente

— Berechnungsverfahren,

— Korrekturfaktorwerte,

— Dauerfestigkeitsgrenzwerte,

stehen in engem Zusammenhang, wobei die Werte der beiden letzten Parameter vom Berechnungsverfahren abhängen.

Die Literaturhinweise enthalten Verweisungen auf diese verschiedenen Dokumente. Das in diesen Dokumenten beschriebene Verfahren stützt sich zum größten Teil auf herkömmliche Belastungen (von den in EN 15663 aufgeführten Massen abgeleitet). Die Zuverlässigkeit wird durch jahrelange Betriebserfahrung verschiedener Bahnen bestätigt.

Diese Norm beruht weitgehend auf diesem Verfahren, das verbessert und in seinem Anwendungsbereich erweitert wurde.

Um die Pflege und Aktualisierung der Konstruktionsnormen von Radsatzwellen zu vereinfachen, wurde beschlossen, die beiden vorausgehenden Dokumente EN 13103 und EN 13104 in der vorliegenden Norm zusammenzufassen.

Des Weiteren bezieht sich die vorliegende Norm auf EN 15663, um die in den Berechnungen verwendeten Lasten festzulegen.

---

1) UIC: Union Internationale des Chemins de fer (Internationaler Eisenbahnverband)

2) ORE: Office de Recherches et d'Essais de l'UIC. (Forschungs- und Versuchsamt des internationalen Eisenbahnverbandes)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm:

— gibt Kräfte und Momente an, die aufgrund der Massenwirkungen sowie der Antriebs- und Bremsbedingungen zu berücksichtigen sind;

— gibt das Verfahren zur Spannungsberechnung außengelagerter Radsatzwellen an;

— legt die höchstzulässigen Spannungen für die Stahlgüten EA1N, EA1T und EA4T nach EN 13261 fest, die in die Berechnung einzusetzen sind;

— beschreibt die Vorgehensweise zur Ermittlung der höchstzulässigen Spannungen für andere Stähle;

— ermöglicht die Berechnung der Durchmesser der verschiedenen Wellenabschnitte und definiert die bevorzugten Formen und Übergänge, um ein sicheres Betriebsverhalten zu erreichen.

Diese Europäische Norm gilt für:

— Radsatzwellen nach EN 13261;

— Treibrad- und Laufradsatzwellen;

— alle Spurweiten[3)].

Das in der vorliegenden Norm beschriebene Konstruktionsverfahren für Treibradsatzwellen gilt für:

— Treibradsatzwellen (Voll- oder Hohlwellen) von Schienenfahrzeugen;

— Laufradsatzwellen (Voll- oder Hohlwellen) von Motordrehgestellen;

— Laufradsatzwellen (Voll- oder Hohlwellen) von Lokomotiven.

Das in der vorliegenden Europäischen Norm beschriebene Konstruktionsverfahren für Laufradsatzwellen gilt für Voll- oder Hohlwellen von Schienenfahrzeugen, die für den Transport von Fahrgästen oder Gütern bestimmt sind und nicht in der vorstehenden Liste aufgeführt sind.

Diese Europäische Norm gilt für Radsatzwellen von Fahrzeugen, die für den Einsatz unter üblichen in Europa herrschenden Betriebsbedingungen vorgesehen sind. Wenn Zweifel bestehen, ob normale Betriebsbedingungen vorherrschen, ist es notwendig, vor Anwendung dieser Europäischen Norm zu entscheiden, ob ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor für die maximal zulässigen Spannungen angewendet werden muss. Die Anwendung dieser Europäischen Norm auf die Berechnung von Radsätzen für besondere Anwendungsfälle (z. B. Gleisstopf-, Nivellier- und Richtmaschinen) darf nur für Lastfälle von Einzelfahrzeugen außerhalb des Arbeitsmodus erfolgen und für Fahrzeuge, die in einen Zug eingestellt werden. Diese Europäische Norm gilt nicht für Arbeitslastfälle. Solche werden separat berechnet.

Dieses Verfahren kann für Stadt- und Straßenbahnen verwendet werden.

---

3) Bei anderen Spurweiten als der Normalspur ist in einigen Gleichungen die Anpassung der Faktoren erforderlich.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

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 13260, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsätze — Produktanforderungen*

EN 13261:2009+A1:2010, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsatzwellen — Produktanforderungen*

EN 15313, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsatzinstandhaltung*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugreferenzmassen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1
Treibradsatzwelle
die folgenden Radsatzwellen werden als Treibradsatzwellen betrachtet:

— Treibradsatzwellen (Voll- oder Hohlwellen) von Schienenfahrzeugen

— Laufradsatzwellen (Voll- oder Hohlwellen) von Motordrehgestellen

— Laufradsatzwellen (Voll- oder Hohlwellen) von Lokomotiven

3.2
Laufradsatzwelle
Voll- oder Hohlwelle von Schienenfahrzeugen, die für den Transport von Fahrgästen oder Gütern bestimmt ist und die nicht als Treibradsatzwelle, wie in 3.1 definiert, betrachtet wird

3.3
technische Spezifikation
Dokument, das die spezifischen Parameter und/oder Vorschriften über das Produkt zusätzlich zu den Anforderungen in der vorliegenden Norm beschreibt

3.4
führender Radsatz
erster Radsatz (Treibradsatz) eines Zuges

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

4 Symbole und Abkürzungen

In dieser Europäischen Norm werden die in Tabelle 1 angegebenen Symbole und Abkürzungen verwendet.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Einheit	Beschreibung
m_1	kg	Masse auf Wellenschenkeln (Lager und Radsatzlager eingeschlossen)
m_2	kg	Radsatzmasse und Massen auf dem Radsatz zwischen den Laufkreisen. Eine Definition wird im Zuge der gegenwärtigen Überarbeitung der Norm EN 13262 (Bremsscheibe, Getriebe usw.) aufgenommen
$m_1 + m_2$	kg	Radsatzfahrmasse
g	m/s^2	Fallbeschleunigung
P	N	halbe Radsatzlast (Radlast) $\frac{(m_1 + m_2)g}{2}$
P_0	N	vertikale Lagerkraft unter symmetrischer Belastung $\frac{m_1 g}{2}$
P_1	N	vertikale Lagerkraft auf dem höher belasteten Radsatzwellenschenkel
P_2	N	vertikale Lagerkraft auf dem geringer belasteten Radsatzwellenschenkel
P'	N	Anteil der durch ein mechanisches Bremssystem abzubremsenden Radlast P
Y_1	N	horizontale Querkraft senkrecht zur Schiene an der Seite des höher belasteten Radsatzwellenschenkels
Y_2	N	horizontale Querkraft senkrecht zur Schiene an der Seite des geringer belasteten Radsatzwellenschenkels
H	N	Kraft zum Ausgleich der Kräfte Y_1 und Y_2
Q_1	N	Radaufstandskraft auf der Seite des höher belasteten Wellenschenkels
Q_2	N	Radaufstandskraft auf Seite des geringer belasteten Wellenschenkels
F_i	N	Massenkräfte aus unabgefederten Komponenten zwischen den Rädern (Bremsscheibe(n) usw.)
F_f	N	maximale Anpresskraft der Sohlen eines Bremssohlenhalters an einem Rad bzw. der Bremsbeläge an einer Bremsscheibe
M_x	Nmm	Biegemoment infolge von bewegten Massen
M'_x, M'_z	Nmm	Biegemomente infolge von Bremskräften
M'_y	Nmm	Torsionsmoment infolge von Bremskräften
M''_x, M''_z	Nmm	Biegemomente infolge von Antriebskräften
M''_y	Nmm	Torsionsmoment infolge von Antriebskräften
MX, MZ	Nmm	Summe der Biegemomente
MY	Nmm	Summe der Torsionsmomente
MR	Nmm	resultierendes Moment
$2b$	mm	Radsatzlagermitten-Abstand

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Symbol	Einheit	Beschreibung
$2s$	mm	Abstand der Laufkreisebenen
h_1	mm	Schwerpunkthöhe der vom Radsatz getragenen Masse über Radsatzwellenmitte
y_i	mm	Abstand vom Laufkreis eines Rads zur Kraft F_i
y	mm	Abszisse eines jeden Radsatzwellenquerschnitts vom Angriff der Lagerkraft $P1$
Γ		mittlerer Reibungskoeffizient zwischen Rad und Bremsklotzsohle oder zwischen Bremsbelag und Scheibe
σ	N/mm^2	in einem Querschnitt berechnete Spannung
K		Faktor der Spannungskorrektur für die Dauerbeanspruchung
R	mm	Nennradius des Rads (Nenndurchmesser des Rads/2)
R_b	mm	Wirksamer Bremsradius
d	mm	Durchmesser eines Querschnitts der Radsatzwelle
d'	mm	Durchmesser der Hohlbohrung
D	mm	Durchmesser zur Bestimmung des Spannungskorrekturfaktors K
r	mm	Radius der Übergangskehle zur Bestimmung von K
S		Sicherheitsfaktor
G		Schwerpunkt
R_{fL}	N/mm^2	Dauerfestigkeitsgrenze für Umlaufbiegung bis zu 10^7 Lastwechseln für glatte Proben
R_{fE}	N/mm^2	Dauerfestigkeitsgrenze für Umlaufbiegung bis zu 10^7 Lastwechseln für gekerbte Proben
a_q	m/s^2	Unausgeglichene Querbeschleunigung
f_q		Stoßfaktor

5 Allgemeines

Die wesentlichen Schritte bei der Auslegung einer Radsatzwelle sind folgende:

a) Festlegung der zu berücksichtigenden Kräfte und die Berechnung der Momente in den verschiedenen Querschnitten der Radsatzwelle;

b) Auswahl der Durchmesser für Radsatzwellenschaft und Lagerschenkel und Berechnung der übrigen Querschnittsdurchmesser der (Radsatz)welle auf Grundlage dieser Maße;

c) Überprüfung der Auswahl durch folgende Maßnahmen:

— Spannungsberechnung für jeden Querschnitt;

— Vergleich der ermittelten Spannungen mit den höchstzulässigen Spannungen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Die höchstzulässigen Spannungen hängen hauptsächlich ab von:

— der Stahlgüte;

— der Konstruktion der Radsatzwelle (Vollwelle oder Hohlwelle);

— der Übertragungsart der Antriebskraft.

Ein Beispiel für ein Berechnungsblatt mit allen diesen Schritten ist in Anhang A gegeben.

6 Zu berücksichtigende Kräfte und Momente

6.1 Arten der Kräfte

Es werden drei Arten von Kräften berücksichtigt:

— aus bewegten Massen;

— aus Bremsung;

— aus dem Antrieb.

6.2 Einfluss der bewegten Massen

Die Kräfte aus bewegten Massen werden entlang der vertikalen Symmetrieebene (y, z) angesetzt, die die Mittellinie der Radsatzwelle schneidet (siehe Bild 1).

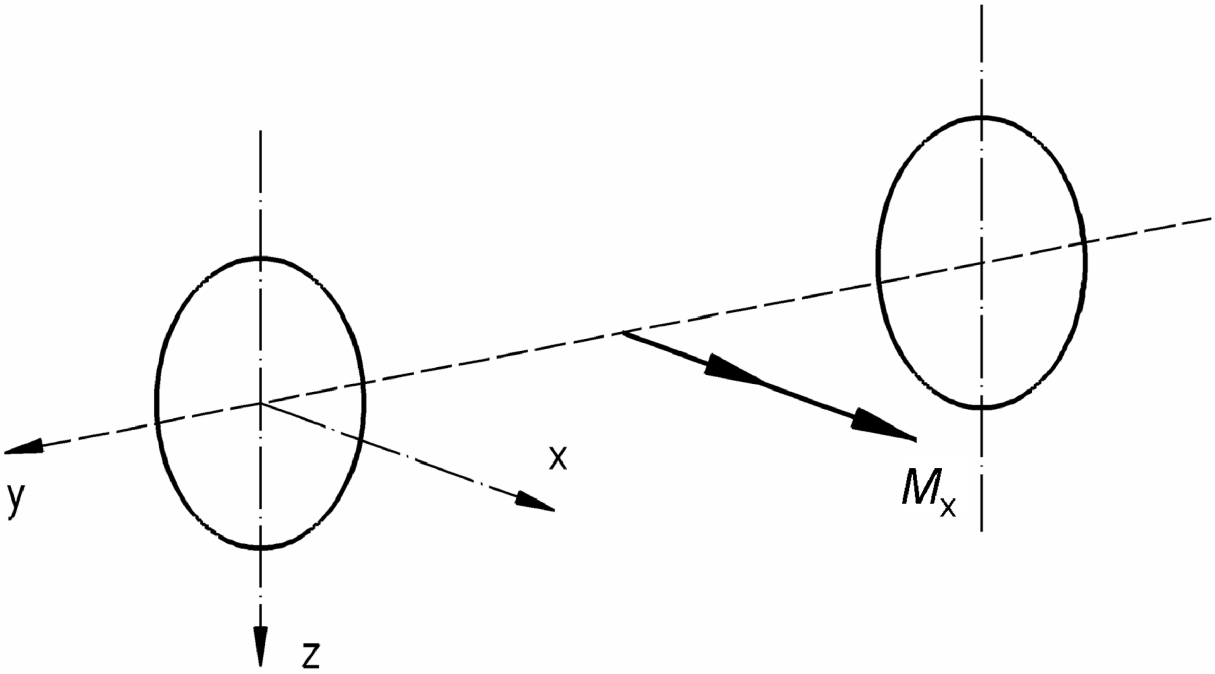


Bild 1 — Definition der Achsen und der Momente aus bewegten Massen

Das Biegemoment M_x wird durch die vertikalen Kräfte in Richtung der Z-Achse erzeugt.

Wenn in der technischen Spezifikation nicht anders vorgegeben, werden die Massen $(m_1 + m_2)$ für die Hauptfahrzeugarten nach Tabelle 2 in die Berechnung eingesetzt. Für bestimmte Anwendungsfälle, z. B. Nahverkehrsfahrzeuge, sind andere Definitionen für die Massen entsprechend der besonderen betrieblichen Anforderungen notwendig.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Tabelle 2 — Für die Hauptfahrzeugarten zu berücksichtigende Massen

Fahrzeugart	Masse ($m_1 + m_2$)
Güterwagen Triebzüge ohne Servicewagen, Gepäck- oder Postabteil	Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand + normale Zuladung im Auslegungsfall (maximale Zuladung) Die Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand und die normale Zuladung im Auslegungsfall sind in EN 15663 festgelegt.
Reisezugwagen und Triebzüge einschl. Servicewagen und Wagen mit Gepäck- oder Postabteil 1 – Hochgeschwindigkeits- oder Fernverkehrszüge	Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand + 1,2 x normale Zuladung im Auslegungsfall Die Auslegungsmasse des betriebsbereiten Fahrzeugs ist in EN 15663 festgelegt. Die normale Auslegungslast ist in EN 15663 festgelegt, wo aufrecht stehende Fahrgäste wie folgt berücksichtigt werden müssen: — 160 kg/m^2 (2 Fahrgäste je m^2) in den für stehende Fahrgäste zugänglichen Flächen und in den Bewirtungsbereichen.
2 – Fahrzeuge mit Ausnahme von Hochgeschwindigkeits- oder Fernverkehrs-zügen	Die Auslegungsmasse des betriebsbereiten Fahrzeugs ist in EN 15663 festgelegt. Die normale Auslegungslast ist in EN 15663 festgelegt, wo stehende Fahrgäste wie folgt berücksichtigt werden müssen: — 210 kg/m^2 (3 Fahrgäste je m^2) in den Gängen; — 350 kg/m^2 (5 Fahrgäste je m^2) auf den Plattformen; der Wert 280 kg/m^2 (4 Fahrgäste je m^2) darf in spezifischen Fällen verwendet werden (z. B. in einer Zone der 1. Klasse), wie in der technischen Spezifikation beschrieben.

Das Biegemoment M_x im gesamten Bereich wird ausgehend von den Kräften P_1, P_2, Q_1, Q_2, Y_1, Y_2 und F_i berechnet, die in Bild 2 dargestellt sind. Es stellt den ungünstigsten Lastfall für die Radsatzwelle dar, d. h.:

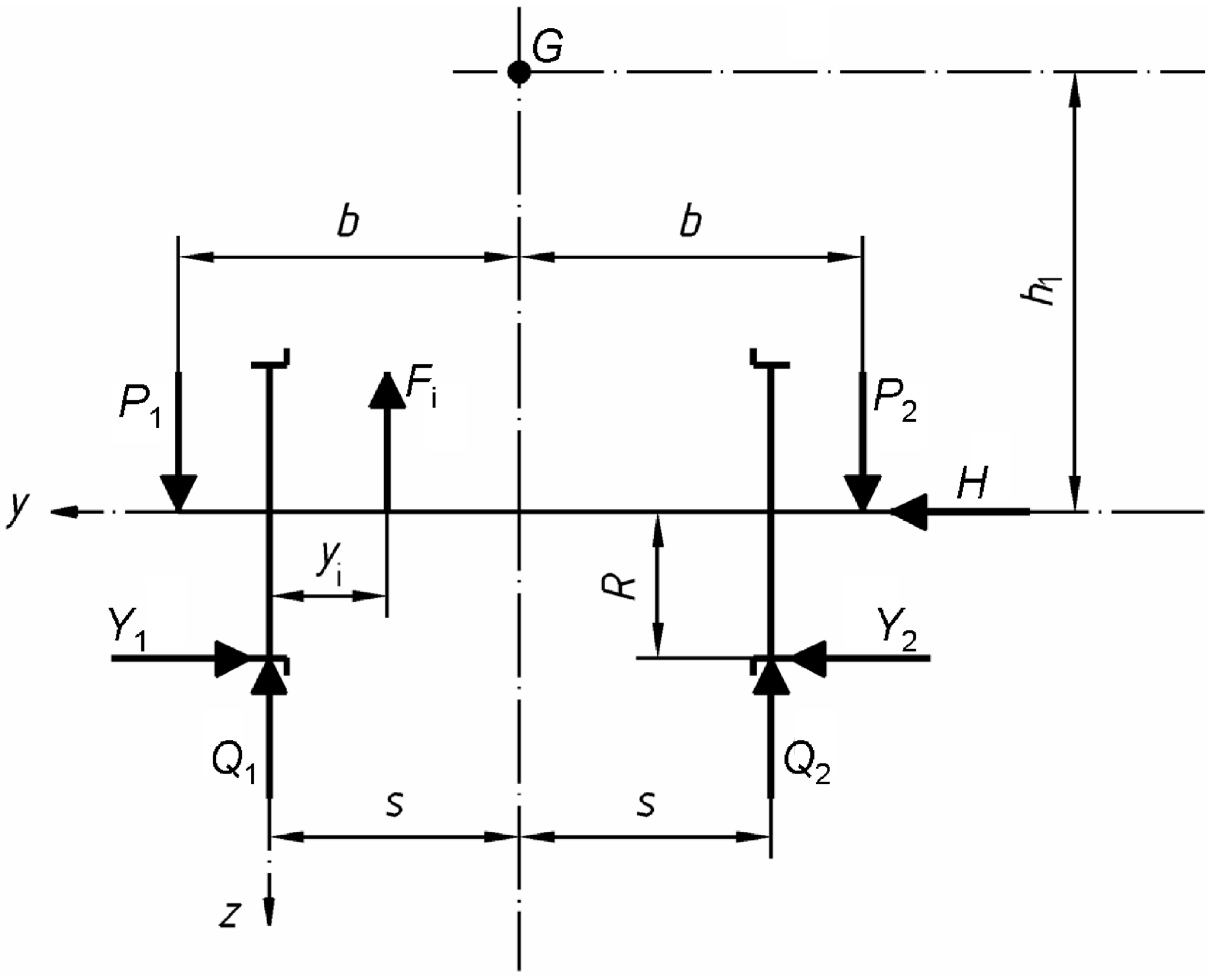
— unsymmetrische Lastverteilung;

— die Richtung der Kräfte F_i aus den unabgefederten Massen wird so gewählt, dass ihr Einfluss auf die Biegung zu den Vertikallasten addiert wird;

— der Wert der Kräfte F_i resultiert aus der Multiplikation der Masse jedes unabgefederten Teils mit 1 g.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03



Legende

G Schwerpunktlage des Fahrzeugs

Bild 2 — Kräfte zur Berechnung des Biegemomentes

Tabelle 3 zeigt die Werte der Kräfte aus der Masse m_1.

Die Werte der Koeffizienten der Gleichungen gelten für Radsatzwellen der Normalspur und für die klassische Federung. Für stark abweichende Spurweiten, z. B. Meterspur, oder neue Federsysteme, z. B. Pendelaufhängung, müssen andere Werte berücksichtigt werden (siehe Anhang B und Anhang C).

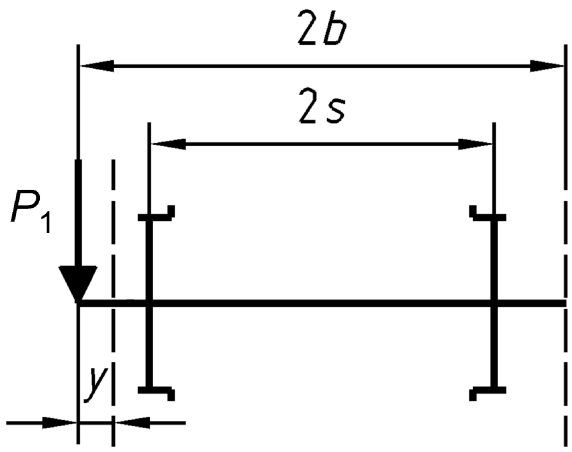
Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Tabelle 3 — Formeln zur Berechnung der Kräfte

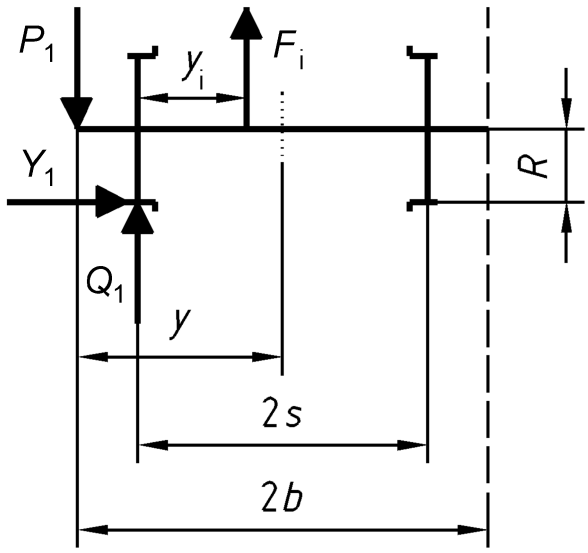
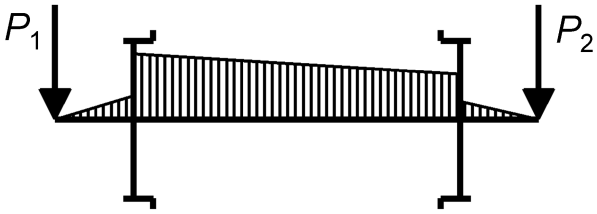
Für alle Laufradsatzwellen nicht führender Radsätze	$P_1 = (0{,}625 + 0{,}075h_1/b)m_1g$ $P_2 = (0{,}625 - 0{,}075h_1/b)m_1g$ $Y_1 = 0{,}30m_1g$ $Y_2 = 0{,}15m_1g$ $H = Y_1 - Y_2 = 0{,}15m_1g$
Für alle Radsatzwellen führender Radsätze und alle Treibradsätze	$P_1 = (0{,}625 + 0{,}875h_1/b)m_1g$ $P_2 = (0{,}625 - 0{,}875h_1/b)m_1g$ $Y_1 = 0{,}35m_1g$ $Y_2 = 0{,}175m_1g$ $H = Y_1 - Y_2 = 0{,}175m_1g$
Für alle Radsatzwellen	$Q_1 = \frac{1}{2s}\left[P_1(b+s) - P_2(b-s) + (Y_1 + Y_2)R - \sum_i F_i(2s - y_i)\right]$ $Q_2 = \frac{1}{2s}\left[P_2(b+s) - P_1(b-s) - (Y_1 - Y_2)R - \sum_i F_i y_i\right]$

Tabelle 4 zeigt die Gleichungen zur Bestimmung von M_x für jede Zone der Radsatzwelle und die Momentenlinie von M_x entlang der Radsatzwelle.

Tabelle 4 — Kräfte zur Berechnung des Biegemomentes

Zone der Radsatzwelle	M_x[a]
Zwischen Last- und Laufebene	$M_x = P_1 y$  **Bild 3a**

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03

Zone der Radsatzwelle	M_x[a]
Zwischen den Laufebenen	$M_x = P_1 y - Q_1(y - b + s) + Y_1 R - \sum_i F_i(y - b + s - y_i)$  F_i: Kraft/Kräfte linksseitig des betrachteten Querschnitts **Bild 3b**
Momentenlinie M_x	 **Bild 3c**

[a] Für einen nicht symmetrischen Radsatz muss die Berechnung durch wechselweises Anwenden auf die beiden Wellenschenkel ausgeführt werden, um den ungünstigsten Lastfall zu erhalten.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13103-1:2018-03