

DIN CEN/TS 13103-2

ICS 45.040

**Bahnanwendungen –
Radsätze und Drehgestelle –
Teil 2: Konstruktionsleitfaden für innengelagerte Radsatzwellen;
Deutsche Fassung CEN/TS 13103-2:2020**

Railway applications –
Wheelsets and bogies –
Part 2: Design method for axles with internal journals;
German version CEN/TS 13103-2:2020

Applications ferroviaires –
Essieux montés et bogies –
Partie 2: Méthode de conception pour les essieux-axes à fusées intérieures;
Version allemande CEN/TS 13103-2:2020

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (DIN CEN/TS 13103-2:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

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

Technische Spezifikationen sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Eine Technische Spezifikation ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Technischen Spezifikation wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Technischen Spezifikation sind erbeten:

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an fsf@dingruppe.net in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge, Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

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

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen —
Radsätze und Drehgestelle —
Teil 2: Konstruktionsleitfaden für innengelagerte
Radsatzwellen

Railway applications —
Wheelsets and bogies —

Part 2: Design method for axles with internal journals

Applications ferroviaires —
Essieux montés et bogies —

Partie 2: Méthode de conception pour les essieux-axes
à fusées intérieures

Diese Technische Spezifikation (CEN/TS) wurde vom CEN am 13. April 2020 als eine künftige Norm zur vorläufigen Anwendung angenommen.

Die Gültigkeitsdauer dieser CEN/TS ist zunächst auf drei Jahre begrenzt. Nach zwei Jahren werden die Mitglieder des CEN gebeten, ihre Stellungnahmen abzugeben, insbesondere über die Frage, ob die CEN/TS in eine Europäische Norm umgewandelt werden kann.

Die CEN Mitglieder sind verpflichtet, das Vorhandensein dieser CEN/TS in der gleichen Weise wie bei einer EN anzukündigen und die CEN/TS verfügbar zu machen. Es ist zulässig, entgegenstehende nationale Normen bis zur Entscheidung über eine mögliche Umwandlung der CEN/TS in eine EN (parallel zur CEN/TS) beizubehalten.

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, der Republik Nordmazedonien, 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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Allgemeines	7
6 Zu berücksichtigende Kräfte und Momente	8
6.1 Arten von Kräften	8
6.2 Einfluss der bewegten Massen	8
6.3 Auswirkungen durch Bremsen	12
6.4 Auswirkungen durch Bogen und Radgeometrie	17
6.5 Auswirkungen durch den Antrieb	17
6.6 Berechnung des resultierenden Moments	18
7 Bestimmung der geometrischen Eigenschaften der verschiedenen Teile der Radsatzwelle	19
7.1 Spannungen in den verschiedenen Abschnitten der Radsatzwelle	19
7.2 Bestimmung des Durchmessers der Radsatzlagersitze und der Radsatzwellenschäfte	22
7.3 Bestimmung des Durchmessers der verschiedenen Sitze in Abhängigkeit vom Durchmesser des Radsatzwellenschafes oder der Radsatzlagersitze	22
7.3.1 Anforderungen an Radnaben- und Lagerüberstand	22
7.3.2 Übergang zwischen Dichtringsitz und Radsitz	23
7.3.3 Sitz ohne benachbarten Sitz	23
7.3.4 Fall von zwei benachbarten Sitzen	24
7.3.5 Fall von zwei nicht benachbarten Sitzen	25
8 Höchstzulässige Spannungen	25
8.1 Allgemeines	25
8.2 Stahlgüte EA1N und EA1T	26
8.3 Andere Stahlgüten als EA1N oder EA1T	29
8.3.1 Allgemeines	29
8.3.2 Stahlgüte EA4T	30
8.3.3 Andere Stahlgüten	33
Anhang A (informativ) Muster des Wellenberechnungsblattes	34
Literaturhinweise	35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (CEN/TS 13103-2:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

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

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Technische Spezifikation anzukündigen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, 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.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument:

- definiert die zu berücksichtigenden Kräfte und Momente in Bezug auf Masse, Traktions- und Bremsbedingungen;
- gibt die Spannungsberechnungsmethode für innengelagerte Radsatzwellen an;
- legt die maximal zulässigen Spannungen fest, die bei den Berechnungen für die in EN 13261 definierten Stahlsorten EA1N, EA1T und EA4T anzunehmen sind;
- beschreibt das Verfahren zur Bestimmung der höchstzulässigen Spannungen für andere Stahlgüten;
- bestimmt die Durchmesser für die verschiedenen Abschnitte der Radsatzwelle und empfiehlt die bevorzugten Formen und Übergänge, um eine angemessene Betriebsleistung sicherzustellen.

Dieses Dokument gilt für Radsatzwellen, die in EN 13261 definiert sind.

Dieses Dokument gilt nur für Vollbahnfahrzeuge.

Die Berechnung von Radsätzen für spezielle Anwendungen (z. B. schienengebundene Bau- und Wartungsmaschinen) kann nach diesem Dokument nur für die Lastfälle Freilaufen und Rollen im Zugverband erfolgen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsatzwellen — Produktanforderungen*

EN 15313, *Bahnanwendungen — Im Betrieb befindliche Radsätze — Instandhaltung der Radsätze im eingebauten oder ausgebauten Zustand*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugreferenzmassen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Treibradsatzwelle

Radsatzwelle, die vom Motor eines Fahrzeugs angetrieben wird. Für die Zwecke dieser Norm werden die folgenden Voll- und Hohlwellen als „Treibradsatzwellen“ betrachtet:

- Treibradsatzwellen für Schienenfahrzeuge;
- Laufradsatzwellen von Triebdrehgestellen;
- Laufradsatzwellen von Lokomotiven.

3.2

Laufradsatzwelle

Voll- und Hohlwelle von Schienenfahrzeugen für die Personen- und Güterbeförderung, die nicht als Treibradsatzwelle im Sinne von 3.1 gilt.

3.3

Technische Spezifikation

Dokument, das spezifische Parameter- und/oder Produkthanforderungen als Ergänzung zu den Anforderungen dieser Norm beschreibt.

3.4

führender Radsatz

erster Radsatz (d.h. der führende) eines Zuges

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Abkürzungen in Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Einheit	Beschreibung
m_1	kg	Masse auf den Radsatzlagersitzen (einschließlich Radsatzlager und Lagergehäuse)
m_2	kg	Radsatzmasse und Massen auf dem Radsatz zwischen den Laufkreisen nach EN 13262 (Brems Scheibe, Zahnrad usw.)
$m_1 + m_2$	kg	Radsatzfahrmasse des betrachteten Radsatzes
g	m/s ²	Erdbeschleunigung
P	N	Halbe vertikale Radsatzlast auf die Schiene (Radlast) $\frac{(m_1+m_2)g}{2}$
P_0	N	Vertikale statische Kraft auf den Radsatzlagersitzen bei symmetrischer Beladung $\frac{m_1 g}{2}$
P_1	N	Vertikale Kraft auf den höher belasteten Radsatzlagersitz
P_2	N	Vertikale Kraft der weniger belasteten Radsatzlagersitz
P'	N	Anteil der durch ein mechanisches Bremssystem abzubremsenden Radlast P
Y_1	N	Horizontale Rad/Schiene-Kraft senkrecht zur Schiene auf der Seite des höher belasteten Radsatzlagersitzes
Y_2	N	Horizontale Rad/Schiene-Kraft senkrecht zur Schiene auf der Seite des geringer belasteten Radsatzlagersitzes
H	N	Querkraft zum Ausgleich der Kräfte Y_1 und Y_2
Q_1	N	Radaufstandskraft auf der Seite des höher belasteten Radsatzlagersitzes
Q_2	N	Radaufstandskraft auf der Seite des geringer belasteten Radsatzlagersitzes
F_i	N	Kräfte, die durch die Massen der ungefederten Elemente zwischen den beiden Rädern (Brems Scheibe(n), Ritzel, usw.) ausgeübt werden.
F_f	N	Maximale Anpresskraft der Bremsklötze eines Bremssohlenhalters an einem Rad oder der Bremsbeläge an einer Brems Scheibe
M_x	N mm	Biegemoment infolge von bewegten Massen
M'_x, M'_z	N mm	Biegemoment infolge von Bremskräften
M'_y	N mm	Torsionsmoment infolge von Bremskräften
M''_x, M''_z	N mm	Biegemomente infolge von Antriebskräften
M''_y	N mm	Torsionsmoment infolge von Antriebskräften
MX, MZ	N mm	Summe der Biegemomente
MY	N mm	Summe der Torsionsmomente
MR	N mm	Resultierendes Moment
$2b$	mm	Radsatzlagermittenabstand
$2s$	mm	Abstand zwischen den Messkreisebenen
h_1	mm	Schwerpunkthöhe der vom Radsatz getragenen Massen über der Radsatzwellenmittellinie

Symbol	Einheit	Beschreibung
y_i	mm	Abstand zwischen dem Laufkreis eines Rades und einer Kraft F_i
y	mm	Abszisse für jeden Querschnitt der Welle, ausgehend von der Ebene der Radaufstandskraft Q_1
Γ		Mittlerer Reibungskoeffizient zwischen Rad und Bremsklotz oder zwischen Bremsbelägen und Scheibe
σ	N/mm ²	In einem Querschnitt berechnete Spannung
K		Korrekturfaktor für die Dauerfestigkeitsbeanspruchung
R	mm	Nennradius des Rades (Nenndurchmesser/2)
R_b	mm	Bremsradius
d	mm	Durchmesser für einen Querschnitt der Welle
d'	mm	Bohrungsdurchmesser einer gebohrten Welle
D	mm	Durchmesser, der zur Bestimmung von K verwendet wird
r	mm	Radius der Übergangskehle oder Mulde zur Bestimmung von K
S		Sicherheitsbeiwert
G		Schwerpunkt
R_{fL}	N/mm ²	Dauerfestigkeit bei Umlaufbiegung mit bis zu 10^7 Lastwechseln für glatte Proben
R_{fE}	N/mm ²	Dauerfestigkeit bei Umlaufbiegung mit bis zu 10^7 Lastwechseln für gekerbte Proben
a_q	m/s ²	Unausgeglichene Querbeschleunigung
f_q		Stoßfaktor

5 Allgemeines

Die Hauptphasen für die Bemessung einer Radsatzwelle sind:

- Festlegung der zu berücksichtigenden Kräfte und Berechnung der Momente an den verschiedenen Querschnitten der Radsatzwelle;
- Auswahl der Durchmesser des Radsatzwellenschafts und der Radsatzlagersitze und - auf der Grundlage dieser Durchmesser - Berechnung der Durchmesser für die anderen Teile der Welle;
- die gewählten Optionen werden wie folgt überprüft:
 - Spannungsberechnung für jeden Querschnitt;
 - Vergleich dieser Spannungen mit den maximal zulässigen Spannungen.

Die maximal zulässigen Spannungen werden im Wesentlichen definiert durch:

- die Stahlgüte;
- ob die Radsatzwelle eine Vollwelle oder eine Hohlwelle ist;
- die Art der Übertragung der Antriebskraft.

Ein Beispiel für ein Datenblatt mit all diesen Phasen ist in Anhang A aufgeführt.

6 Zu berücksichtigende Kräfte und Momente

6.1 Arten von Kräften

Drei Arten von Kräften werden berücksichtigt:

- bewegte Massen;
- Bremssystem;
- Antrieb.

6.2 Einfluss der bewegten Massen

Die von den bewegten Massen erzeugten Kräfte konzentrieren sich entlang der vertikalen Symmetrieebene (y, z) (siehe Bild 1), die die Radsatzwellenmittellinie schneidet.

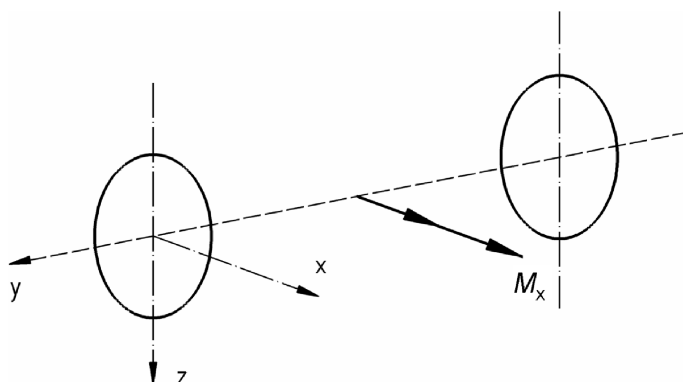


Bild 1 — Definition der Mittellinien und der Momente aus bewegten Massen

Das Biegemoment M_x ergibt sich infolge der vertikalen Kräfte parallel zur Z-Achse.

Sofern in der technischen Spezifikation nicht anders definiert, sind die für die wichtigsten Fahrzeugtypen zu berücksichtigenden Massen ($m_1 + m_2$) in Tabelle 2 festgelegt. Für bestimmte Anwendungen sind entsprechend den spezifischen betrieblichen Anforderungen andere Festlegungen für Massen erforderlich.

Tabelle 2 — Zu berücksichtigende Massen für die Hauptbauarten von Fahrzeugen

Typ der Fahrzeugeinheiten	Masse ($m_1 + m_2$)
Güterwagen Triebzüge ohne Servicewagen, Gepäck- oder Postabteil	Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand + normale Zuladung im Auslegungsfall (maximale Zuladung) Die Auslegungsmasse in betriebsbereiten Zustand und die normale Zuladung im Auslegungsfall sind in EN 15663 festgelegt.
Reisezugwagen und Triebzüge einschließlich Servicewagen und Wagen mit Gepäck- oder Postabteil 1 – Hochgeschwindigkeits- und Fernverkehrszüge	Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand + 1,2 × normale Zuladung im Auslegungslastfall, Die Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand ist in EN 15663 festgelegt.

Typ der Fahrzeugeinheiten	Masse ($m_1 + m_2$)
2 – Personenfahrzeuge mit Ausnahme von Hochgeschwindigkeits- und Fernverkehrszügen	Die normale Auslegungslast ist in EN 15663 definiert, wo stehende Fahrgäste wie folgt berücksichtigt werden müssen: 160 kg/m² (2 Fahrgäste je m²) in den für stehende Fahrgäste zugänglichen Flächen und in den Bewirtungsbereichen. Die Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand ist in EN 15663 festgelegt. Die normale Auslegungslast ist in EN 15663 festgelegt, wo stehende Fahrgäste wie folgt berücksichtigt werden müssen: 210 kg/m² (3 Fahrgäste je m²) in den Gängen; 350 kg/m² (5 Fahrgäste je m²) in den Einstiegsbereichen, 280 kg/m² (4 Fahrgäste pro m²) dürfen in spezifischen Fällen verwendet werden (z. B. im Bereich 1. Klasse), wie in der technischen Spezifikation beschrieben.

Das Biegemoment M_x in einem beliebigen Querschnitt wird aus den Kräften $P_1, P_2, Q_1, Q_2, Y_1, Y_2$ und F_i , wie in Bild 2 dargestellt, berechnet. Es stellt das Kräftegleichgewicht für den Rechtsbogen dar, d. h.:

- asymmetrische Verteilung der Kräfte;
- die Richtung der Massenkräfte F_i aus ungefederten Komponenten wird so gewählt, dass ihre Wirkung auf die Biegung zu derjenigen aus den vertikalen Kräften addiert wird;
- der Wert der Kräfte F_i ergibt sich aus dem Multiplizieren der Masse jeder ungefederten Komponente mit 3 g.

Das Kräftegleichgewicht für den Linksbogen muss ebenfalls berücksichtigt und die Formeln und Kräfte in Bild 2 angepasst werden.

Beide Fälle, Links- und Rechtsbogen, müssen so berechnet werden, dass sie den ungünstigsten Fall für die Radsatzwellenkonstruktion abdecken.

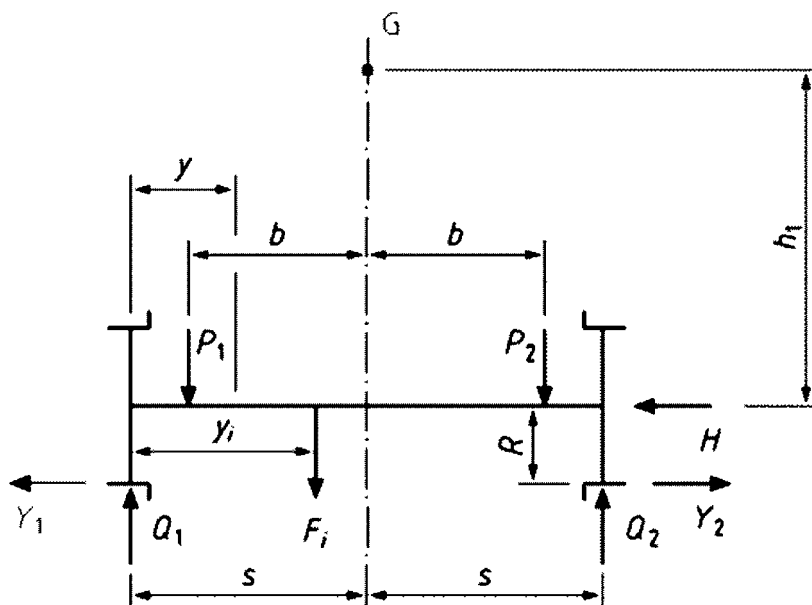


Bild 2 — Kräfte zur Berechnung des Biegemoments

Tabelle 3 zeigt die Werte der aus m_1 berechneten Kräfte.

Die Werte der Koeffizienten der Formeln gelten für Radsatzwellen der Normalspur und klassische Federung. Für besondere Konstruktionen (andere Spurweiten, z. B. Meterspur oder ein neues Federungssystem, z. B. Neigetechniksystem) müssen andere Werte berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Diese besonderen Konstruktionen werden in einer zukünftigen Version berücksichtigt.

Tabelle 3 — Formeln zur Berechnung von Kräften für Hauptstreckenfahrzeuge^a

Lastfall 1: Gerade Strecke	$P_1 = 0,8 m_1 g$ $P_2 = 0,8 m_1 g$ $Y_1 = 0$ $Y_2 = 0$ $H = 0$
Lastfall 2: Bogen	$P_1 = (0,5625 + 0,0375 h_1/b) m_1 g$ $P_2 = (0,5625 - 0,0375 h_1/b) m_1 g$ $Y_1 = 0,135 m_1 g$ $Y_2 = 0,21 m_1 g$ $H = Y_2 - Y_1 = 0,075 m_1 g$
Für Lastfall 1 und 2	
$Q_1 = \frac{1}{2s} \left[P_1(s+b) + P_2(s-b) + (Y_2 - Y_1)R + \sum_i F_i y_i (2s - y_i) \right]$ $Q_2 = \frac{1}{2s} \left[P_1(s-b) + P_2(s+b) - (Y_2 - Y_1)R + \sum_i F_i y_i \right]$	
^a Gültig für führende und nicht führende Radsatzwellen.	