

DIN EN 15654-2

ICS 45.060.01

**Bahnanwendungen –
Messung von vertikalen Rad- und Radsatzkräften –
Teil 2: Test im Werk für neue, umgebaute und instandgesetzte Fahrzeuge;
Deutsche Fassung EN 15654-2:2019**

Railway applications –
Measurement of vertical forces on wheels and wheelsets –
Part 2: Test in workshop for new, modified and maintained vehicles;
German version EN 15654-2:2019

Applications ferroviaires –
Mesurage des forces verticales à la roue et à l'essieu –
Partie 2: Essai en atelier des véhicules neufs, modifiés ou maintenus;
Version allemande EN 15654-2:2019

Gesamtumfang 60 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15654-2:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen - Messung von vertikalen Rad- und
Radsatzkräften - Teil 2: Test im Werk für neue, umgebaute
und instandgesetzte Fahrzeuge**

Railway applications - Measurement of vertical forces
on wheels and wheelsets - Part 2: Test in workshop for
new, modified and maintained vehicles

Applications ferroviaires - Mesurage des forces
verticales à la roue et à l'essieu - Partie 2: Essai en
atelier des véhicules neufs, modifiés ou maintenus

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Februar 2019 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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Messprozess.....	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Messausrüstung	8
4.2.1 Beschreibung der Messausrüstung.....	8
4.2.2 Messverfahren	8
4.2.3 Messvorrichtung	9
4.3 Fahrzeug	13
4.3.1 Allgemeines	13
4.3.2 Beschreibung des Fahrzeugs	13
4.3.3 Vorbereitung des Fahrzeugs.....	14
4.4 Messprozedur	15
4.4.1 Allgemeines	15
4.4.2 Anzahl der gleichzeitig gemessenen Räder	16
4.4.3 Anzahl der Messwiederholungen	16
4.4.4 Behandlung zwischen Wiederholungsmessungen.....	16
4.4.5 Messrichtung / Fahrzeugorientierung	16
4.4.6 Bewegen des Fahrzeugs (Antriebsvorrichtung, Kran, Kupplungszustand).....	16
4.5 Umgebung.....	16
4.6 Bediener.....	17
4.7 Messprotokoll	17
4.7.1 Allgemeines	17
4.7.2 Zu dokumentierende Ergebnisse.....	17
4.7.3 Sonstige zu dokumentierende Informationen.....	19
5 Metrologische Bestätigung.....	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Spezifikation des Messprozesses.....	19
5.3 Kalibrierung	20
5.3.1 Statische Kalibrierung der Kraftmesseinheit	20
5.3.2 Quasi-statische Kalibrierung der Kräfte	21
5.4 Verifizierung (Akzeptanzprüfung).....	21
5.4.1 Gleismessung.....	21
5.4.2 Akzeptanzkriterien für die Kraftmesseinheiten (statisch).....	22
5.4.3 Akzeptanzprüfung für quasi-statische (dynamische) Messsysteme	22
5.5 Untersuchung der Gesamtmessunsicherheit des Messprozesses	23
5.6 Periodische Verifizierung.....	23
5.6.1 Spezifikation des Intervalls	23
5.6.2 Kraftmessvorrichtung(en) und Lage der Aufstandspunkte.....	23
Anhang A (normativ) Symbole und Einheiten	24
Anhang B (informativ) Einflussparameter/Anteile der Messunsicherheit	27

B.1	Einfluss der Querverschiebung.....	27
B.2	Einfluss der Überhöhung/gegenseitigen Höhenlage.....	27
B.3	Einfluss der Verwindung	27
B.4	Einfluss der Dämpfung	30
B.5	Seitenwindeffekte	31
B.6	Temperatureinfluss.....	31
Anhang C (informativ) Untersuchung der Messunsicherheit des Messprozesses.....		32
C.1	Allgemeines	32
C.2	Prüfverfahren	32
C.3	Versuchsergebnisse.....	38
Anhang D (informativ) Verfahren für Dehnungsmessstreifen		40
Anhang E (informativ) Weitere Größen bezogen auf die Radlastverteilung.....		41
E.1	Beispiele für weitere Größen.....	41
E.2	Größen für die Analyse der Radlastverteilungen.....	42
Anhang F (informativ) Messprotokollformular		45
Anhang G (informativ) Migrationsregel für diese Europäische Norm.....		55
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2008/57/EG		56
Literaturhinweise.....		58

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 15654-2:2019) 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 Oktober 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2019 zurückgezogen werden.

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.

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.

Dieses Dokument ist der zweite Teil der dreiteiligen Normenreihe „*Bahnanwendungen — Messung von vertikalen Rad- und Radsatzkräften*“, die Folgendes behandelt:

- Messungen statischer und quasi-statischer Radaufstandskräfte im Werk für neue, umgebaute und instandgesetzte Schienenfahrzeuge und
- die Ermittlung abgeleiteter Größen wie Radsatzaufstandskräfte, Radsatzlasten und andere Größen, die die Radaufstandskraftverteilung eines Fahrzeugs beschreiben.

Teil 1: Gleisseitige Messeinrichtungen für fahrende Fahrzeuge behandelt die Messung von Radaufstandskräften und Radsatzlasten von fahrenden Schienenfahrzeugen.

Teil 3: Zulassung und Prüfung von gleisseitigen Messeinrichtungen für Fahrzeuge im betrieblichen Einsatz (CEN/TR) ist in Vorbereitung und behandelt die Zulassung und Verifizierung von gleisseitigen Messeinrichtungen für fahrende Fahrzeuge.

Eine Migrationsregel ist in Anhang G festgelegt.

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.

Einleitung

In Europa sind viele nationale und regionale Vorgehensweisen und Verfahren für die Messung der Radaufstandskräfte neuer, umgebauter und instandgesetzter Fahrzeuge in Gebrauch.

Die Vielfältigkeit der unterschiedlichen Vorgehensweisen und Verfahren zur Berechnung von Parametern kann zur Verwirrung bei der Interpretation der Prüfdaten führen. Durch einen einheitlichen Satz definierter Beurteilungsgrößen werden mögliche Verwirrungen und Fehlinterpretationen reduziert.

Um vergleichbare Ergebnisse für das gleiche Fahrzeug zu erhalten, wenn die Radkräfte mit verschiedenen Messanlagen gemessen werden, ist die Beurteilung der Messunsicherheit des gesamten Messprozesses erforderlich.

Bei der derzeitigen Situation werden in einigen Fällen keine vergleichbaren Ergebnisse an verschiedenen Messanlagen erzielt. Die normativen Anforderungen dieser Norm basieren auf aktuellen Erfahrungen, führen aber nicht zwingend zu vergleichbaren Ergebnissen, wenn ein Fahrzeug mit zwei oder mehr verschiedenen Systemen gemessen wird. Zur Verbesserung dieser Situation werden im informativen Teil dieser Norm Verfahren zur Beurteilung der jeweiligen Messunsicherheiten des gesamten Messprozesses beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Messung der Radaufstandskräfte von Schienenfahrzeugen in Instandsetzungswerkstätten und an Produktionsstätten. Es behandelt außerdem abgeleitete Größen, die zur Beschreibung der Radaufstandskraftverteilung des Fahrzeugs verwendet werden.

Das Dokument legt die Beurteilungs- und Zulassungskriterien für den Messprozess fest. Die Anforderungen für diese Beurteilung unterstützen die Spezifikation, die Auslegung und die Durchführung des Messprozesses. Es wird berücksichtigt, dass die Messungen entweder statisch oder quasi-statisch erfolgen. Dieses Dokument gilt für alle Schienenfahrzeuge.

Das kommerzielle Wiegen von Fahrzeugen fällt nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments, in dem auch nicht festgelegt wird, in welchen Fällen die Radaufstandskräfte eines Fahrzeugs gemessen werden.

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 13848-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Gleislagequalität — Teil 1: Beschreibung der Gleisgeometrie*

EN 14363, *Bahnanwendungen — Versuche und Simulationen für die Zulassung der fahrtechnischen Eigenschaften von Eisenbahnfahrzeugen — Fahrverhalten und stationäre Versuche*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugreferenzmassen*

EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101)*

EN ISO 7500-1:2015 *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1:2015)*

EN ISO 10012, *Messmanagementsysteme — Anforderungen an Messprozesse und Messmittel (ISO 10012)*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International Vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/IEC Guide 99:2007 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

individuelle statische Radaufstandskraft

Q_{F0}

statischer vertikaler Teil der gesamten Radkraft am Bezugspunkt D_0 des Radprofils, wie in EN 13715 festgelegt, wenn sich alle Bezugspunkte eines stehenden Fahrzeugs in einer horizontalen Ebene befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn das Symbol $Q_{F0,jk}$ verwendet wird, ist j die Radsatznummer und k die Seite des Fahrzeugs auf der sich das Rad befindet:

- $k = R$ steht für die rechte Seite im Koordinatensystem des Fahrzeugs;
- $k = L$ steht für die linke Seite im Koordinatensystem des Fahrzeugs.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Normalspuranwendungen beträgt der seitliche Abstand zwischen den Referenzpunkten eines Radsatzes 1 500 mm. Bei anderen Anwendungen, wie z. B. speziellen Radprofilen oder anderen Spurweiten, sollte diese Definition nach gleichem Prinzip verwendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die statische Radaufstandskraft ist das Ergebnis, das durch den in dieser Norm beschriebenen Messprozess erlangt wird.

3.2

Einzelmessung

Wert, der die Radaufstandskraft eines Rades an einer Messeinheit darstellt, die Teil einer Messvorrichtung ist

3.3

Messergebnisse

dokumentierte Ergebnisse

Ergebnisse für Radaufstandskräfte und abgeleitete Größen, die in einem regulären Messprozess für den Bericht ermittelt werden

4 Messprozess

4.1 Allgemeines

Der Messprozess ist die Gesamtheit aus Vorgängen, Vorrichtungen und Verfahren, die auf das Fahrzeug angewendet werden, um seine Radaufstandskräfte zu ermitteln.

Der Messprozess und seine Einflussparameter sind in Bild 1 dargestellt.

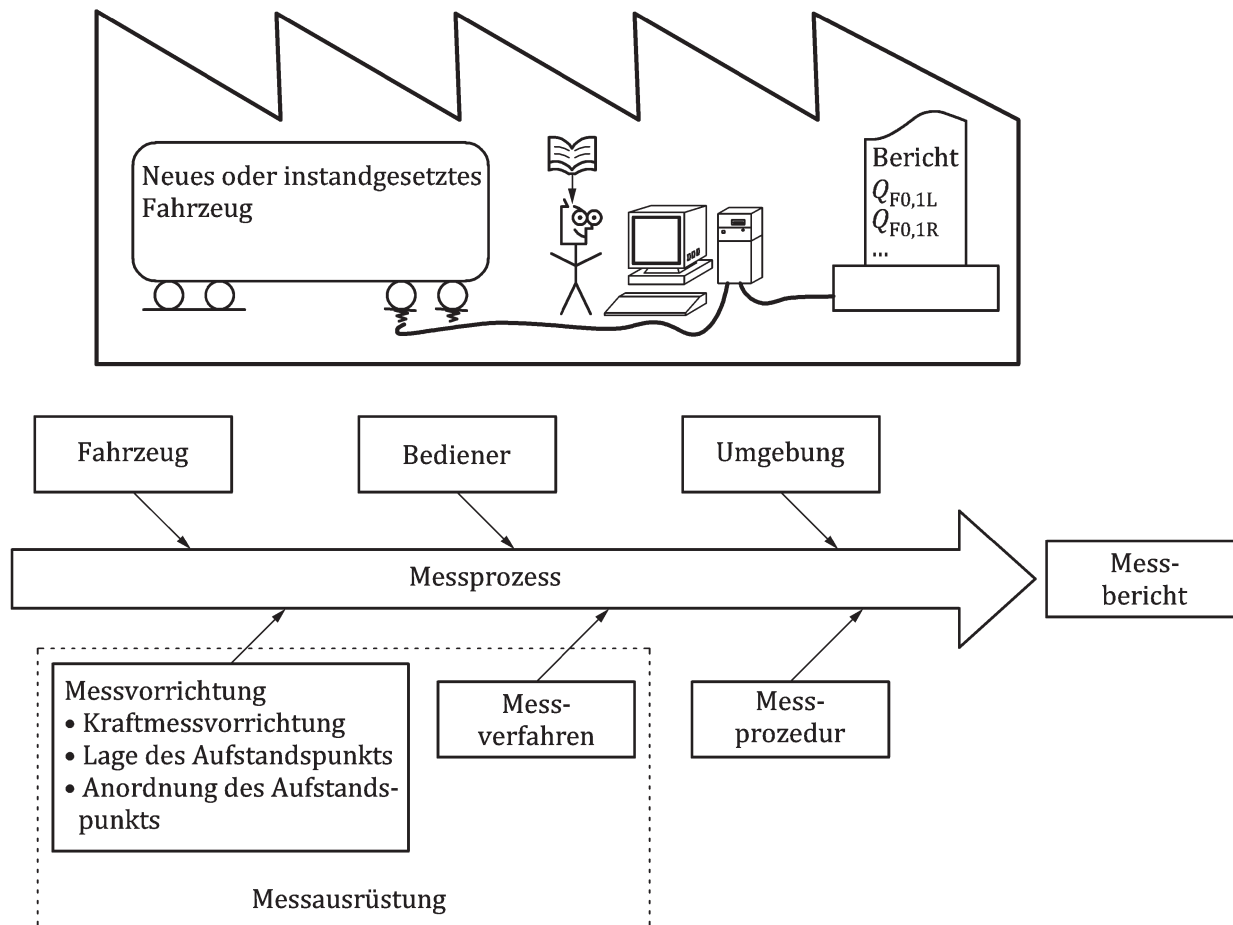


Bild 1 — Messprozess für die Radaufstandskraft

4.2 Messausrüstung

4.2.1 Beschreibung der Messausrüstung

Die Messausrüstung muss für alle Nutzer verständlich beschrieben und dokumentiert werden.

4.2.2 Messverfahren

4.2.2.1 Statische Messungen

Statische Messungen werden am stehenden, sich auf den Messvorrichtungen befindlichen Fahrzeug durchgeführt.

Statische Messungen werden wie folgt durchgeführt:

- Radsatz für Radsatz (die z. B. einen Messabschnitt nach Bild 2 erfordern),
- Fahrwerk für Fahrwerk (die z. B. einen Messabschnitt nach Bild 2 für jeden Radsatz des Fahrwerks erfordern) oder
- für das gesamte Fahrzeug (mit einer Vorrichtung).

4.2.2.2 Quasi-statische (dynamische) Messungen

Quasi-statische Messungen werden durchgeführt, wenn sich das Fahrzeug entlang des Messgleises bewegt. Ziel ist es, aus dem mit niedriger Geschwindigkeit fahrenden Fahrzeug repräsentative Messungen zu erhalten, die unter idealen Bedingungen denen des Fahrzeugs im stationären Zustand ähnlich sind.

Dabei müssen mehrere Versuchsfahrten bei kleiner und annähernd konstanter Geschwindigkeit (z. B. bei bis zu $5 \text{ km/h} \pm 2 \text{ km/h}$ auf dem Messgleis) durchgeführt werden.

Um die dynamischen Einflüsse auf die Messunsicherheit möglichst klein zu halten, muss die Geschwindigkeit gering und die Gleislagequalität gut sein. Die vertikale Bewegung des Wagenkastens muss vernachlässigbar sein.

4.2.2.3 Messungen des Fahrzeugs unter Verwindungseinfluss

Für Messungen des Fahrzeugs unter Verwindungseinfluss befindet sich das Fahrzeug auf einer Vorrichtung, die eine Verwindung erzeugt.

Radaufstandskräfte und die aufgebrachte Verwindung werden kontinuierlich gemessen, während die Verwindung auf das Fahrwerk oder das Fahrzeug sowohl in positiver als auch in negativer Richtung aufgebracht wird, jeweils bezogen auf eine horizontale Bezugsebene. Es muss eine vollständige Hystereseschleife durchlaufen werden. Das Ergebnis dieser Messung ist der Mittelwert zwischen der größten und kleinsten in der horizontalen Bezugsebene gemessenen Kraft (Position ohne Verwindung).

Diese Methode reduziert den Einfluss von Hysterese auf die Messergebnisse. Art und Umfang der aufgetragenen Verwindung (Fahrzeug- oder Drehgestellverwindung oder beides) müssen unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Federungssystems des Fahrzeugs festgelegt werden.

ANMERKUNG Ergebnisse, die unter Aufbringung der Fahrzeug- und/oder Drehgestell-Prüfverwindung nach EN 14363 erzielt wurden, sind geeignet.

4.2.3 Messvorrichtung

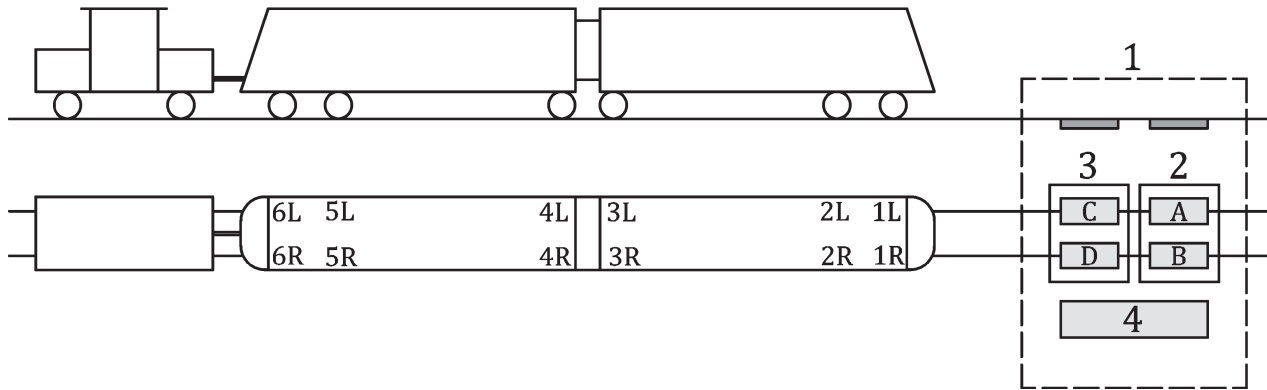
4.2.3.1 Kraftmessvorrichtung (Kraftaufnehmer, Dehnungsmessstreifen, Scherkraftsensoren usw.)

Die Kraftmessvorrichtung wandelt die mechanische Kraft in ein proportionales Signal um, das anschließend verarbeitet und an ein Ausgabegerät übermittelt wird. Die Messvorrichtung besteht aus einer Konstruktion, die den Radsatz trägt, den Messfühlern, der Verarbeitungseinrichtung und einer Anzeigeeinrichtung.

Eine Kraftmessvorrichtung kann aus verschiedenen Abschnitten bestehen, die an verschiedenen Stellen entlang des Gleises angeordnet sind. Jeder Abschnitt besteht in der Regel aus zwei Einheiten. Jede Einheit liefert eine Einzelmessungen (siehe Bild 2). Jede Einheit enthält in der Regel eine oder mehrere Kraftaufnehmer, Dehnungsmessstreifen oder Scherkraftsensoren.

Messvorrichtungen müssen nach allgemein anerkannten Standards hergestellt und geprüft werden.

ANMERKUNG Informationen zur Verwendung von Dehnungsmessstreifen sind in Anhang D angegeben.



Legende

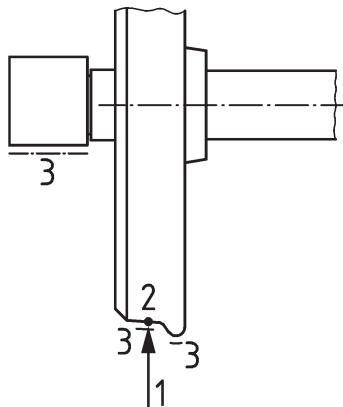
- 1 Messvorrichtung
- 2 Messabschnitt mit den Einheiten A und B
- 3 Messabschnitt mit den Einheiten C und D
- 4 Anzeigeeinrichtung

Bild 2 — Beispiel einer Messvorrichtung bestehend aus zwei Messabschnitten (vier Einheiten)

4.2.3.2 Lage der Aufstandspunkte (Fahrfläche, Spurkranzoberseite, Radsatzlager)

Die Aufstandspunkte zwischen den Fahrzeuigrädern und den Messvorrichtungen befinden sich üblicherweise an den Radlaufflächen an oder nahe den in Bild 3 dargestellten Bezugspunkten.

Es können auch weitere Aufstandspunkte am Radspurkranz oder am Radsatzlager verwendet werden. In diesen Fällen muss Q_{F0} (die Radaufstandskräfte an den Bezugspunkten) aus den gemessenen Werten unter Berücksichtigung der Differenz zwischen der Lage des Aufstandspunkts und des Bezugspunkts berechnet werden.



Legende

- 1 Radaufstandskraft Q_{F0}
- 2 Bezugsaufstandspunkt D_0
- 3 mögliche Lagen des Aufstandspunkts (Fahrfläche, Spurkranz, Radsatzlager) für die Messvorrichtung

Bild 3 — Bezugspunkte und übliche Aufstandspunktbereiche an einem Radsatz

4.2.3.3 Lage der Aufstandspunkte / Definition der Gleiseigenschaften

Die folgenden geometrischen Eigenschaften werden spezifiziert, um zu erreichen, dass sich die Aufstandspunkte der Radlaufflächen des Fahrzeugs in einer horizontalen Ebene befinden.

Der gesamte Gleisabschnitt, auf dem sich während der Durchführung der Messungen Radaufstandspunkte eines gemessenen Fahrzeugs befinden, muss nominell eben, gerade und nicht verwunden sein.

Folgende Toleranzanforderungen müssen an die Geometrie der Messvorrichtung (für gewöhnlich an das Gleis) gestellt werden:

- 1) Die zulässige Ebenheitstoleranz (siehe EN ISO 1101) der Schienenoberkanten (auf der Fahrfläche, siehe EN 13848-1) an den möglichen Positionen der Radsätze innerhalb eines gemessenen Fahrwerks entlang des Gleises beträgt maximal 1 mm.
- 2) Die algebraische Differenz der gegenseitigen Höhenlagen (siehe EN 13848-1-1) an den Positionen zweier beliebiger Radsätze eines Fahrwerks darf nicht größer als 1 mm sein.
- 3) Die zulässige Ebenheitstoleranz (siehe EN ISO 1101) der Schienenoberkanten an den möglichen Positionen der Radsätze eines gemessenen Fahrwerks und jeder möglichen Position der Radsätze eines benachbarten Fahrwerks, das demselben Wagenkasten angehört, entlang des Gleises darf nicht größer als 2 mm sein.
- 4) Die algebraische Differenz zwischen den Mittelwerten der gegenseitigen Höhenlagen (siehe EN 13848-1) an den Positionen der Radsätze eines gemessenen Fahrwerks und jeder möglichen Position der Radsätze eines benachbarten Fahrwerks, das demselben Wagenkasten angehört, darf nicht größer als 2 mm sein.
- 5) Die zulässige Geradheitstoleranz (siehe EN ISO 1101) der Mittellinie des Gleises (ermittelt im Bereich bis zu 14 mm unter den Schienenoberkanten) beträgt maximal 10 mm. Das gilt für den Bereich der Radsätze eines gemessenen Fahrwerks und jede mögliche Position der Radsätze eines benachbarten Fahrwerks, das demselben Wagenkasten angehört.
- 6) Das Längsgefälle der Bezugsebene möglicher Positionen der Radsätze zweier benachbarter Fahrwerke darf nicht größer als 0,4 % sein. Das seitliche Gefälle darf nicht größer als 0,1 % sein.

ANMERKUNG 1 Die Anforderung an das Längsgefälle der Bezugsebene erlaubt es, ein Fahrwerk in angehobener Position (z. B. an den Flanschen) zu messen.

Sind die Wagenkästen der gemessenen Fahrzeuge durch ein Konstruktionselement verbunden, das Torsionsmomente um die Längsachse überträgt, muss der Einfluss weiterer Fahrwerke, wie in Tabelle 1 festgelegt, berücksichtigt werden.

Bei Fahrzeugen mit mehr als zwei miteinander verbundenen Wagenkästen können größere Toleranzen als die in Tabelle 1 angegeben angewendet werden. In diesem Fall ist eine Analyse durchzuführen, um nachzuweisen, dass die Unsicherheiten der gemessenen Radaufstandskräfte nicht durch diese größeren Toleranzen dominiert werden (siehe Anhang B).

Wenn die Messungen nicht auf einem Gleis durchgeführt werden, ist die Lage der Aufnahmepunkte (z. B. unter dem Spurkranz oder unter dem Radsatzlager) so auszuführen, dass sichergestellt ist, dass die Bezugsaufstandspunkte D_0 der Radlaufflächen des Fahrzeugs den gleichen Regeln folgt. Bei den Ebenheitsmessungen ist die Wirkung der vertikalen Verformung durch die Belastung eines repräsentativen Fahrzeugs zu berücksichtigen (siehe Anforderungen 1 und 3 und in Tabelle 1).

Bezüglich der obigen Anforderungen an die algebraischen Differenzen zwischen zwei Höhenlagen (2 und 4 und in Tabelle 1) können Verformungen vernachlässigt werden, wenn die Differenz zwischen den vertikalen Verformungen der linken und rechten Schiene an der gleichen Radsatzposition 0,2 mm nicht überschreitet.

Diese Spezifikation ist eine Mindestanforderung. In manchen Fällen ist eine bessere Gleislagequalität zweckdienlich. Anhang B enthält weitere Informationen zum Einfluss der Gleislagequalität auf die Messergebnisse.

ANMERKUNG 2 Die Erfahrung hat gezeigt, dass Schweißnähte zwischen Schienen, Schienenstößen und die Verwendung verschlissener Schienen zu Problemen bei der Erfüllung der Anforderungen führen.

Tabelle 1 — Anforderungen an die Geometrie des Messgerätes

Bereich Radsatz 1	Bereich Radsatz 2	Toleranz der Ebenheit (siehe EN ISO 1101) der Schienenoberkanten auf der Fahrfläche	Algebraische Differenz der gegenseitigen Höhenlagen (siehe EN 13848-1) an den Positionen zweier beliebiger Radsätze
		mm	mm
Mögliche Positionen der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines Messabschnittes	Mögliche Positionen der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines gemessenen Fahrwerks	1	1
Mögliche Positionen der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines Messabschnittes	Mögliche Positionen der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines gemessenen Fahrwerks und jede mögliche Position der Radsätze eines benachbarten Fahrwerks, das demselben Wagenkasten angehört	2	2
Repräsentative Position (-en) der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines Messabschnittes	Über 20 m bis 30 m Entfernung vom nächsten Messabschnitt	3	3
Repräsentative Position (-en) der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines Messabschnittes	Über 30 m bis 40 m Entfernung vom nächsten Messabschnitt	4	4
Repräsentative Position (-en) der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines Messabschnittes	Über 40 m bis 50 m Entfernung vom nächsten Messabschnitt	5	5
Repräsentative Position (-en) der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines Messabschnittes	Über 50 m bis 60 m Entfernung vom nächsten Messabschnitt	6	6
Repräsentative Position (-en) der Radsätze entlang des Gleises innerhalb eines Messabschnittes	Über die Gesamtlänge des Fahrzeugs vom nächstgelegenen Messabschnitt, wenn dieser größer als 60 m	6	6

4.2.3.4 Zugangs- und Abgangsgleis

Wenn das gewählte Messverfahren zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit Zugangs- und/oder Abgangsgleise erfordert, sind die Eigenschaften (z. B. die Länge) anzugeben. Die Länge hängt vom verwendeten Messverfahren sowie von der Gesamtlänge der gemessenen Fahrzeuge ab.

Es muss festgelegt werden, ob besondere Aktivierungselemente (z. B. Keile und/oder Radlenker) in das Abgangsgleis/die Abgangsgleise aufzunehmen sind.

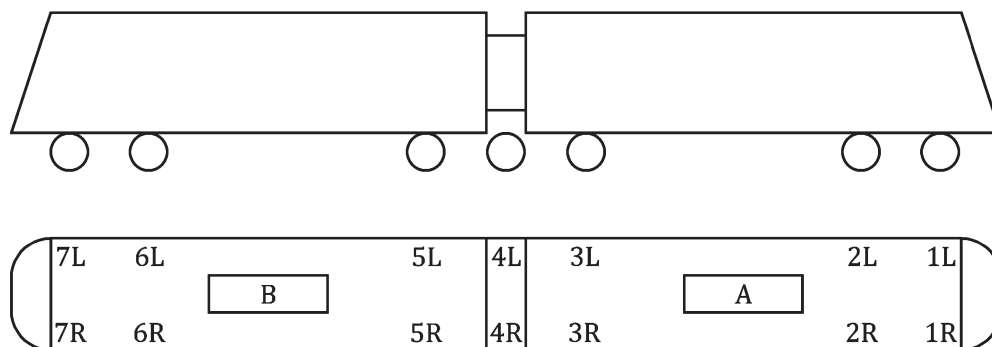
4.3 Fahrzeug

4.3.1 Allgemeines

Die Radaufstandskräfte eines Fahrzeugs müssen nach Abschluss aller Montagearbeiten am Fahrzeug und aller Einstellungen des Federungssystems gemessen werden. Werden am Fahrzeug Änderungen vorgenommen, die zu einer unzulässigen Verteilung der Radaufstandskräfte führen können, muss die Messung wiederholt werden.

4.3.2 Beschreibung des Fahrzeugs

Um jedes Rad eindeutig zu kennzeichnen, muss ein fahrzeugbasiertes Bezeichnungssystem verwendet werden, wie es in Bild 4 dargestellt ist.



1								
2				B		A		
3	<i>i</i>		III		II		I	
4	<i>j</i>		7 6		5 4 3		2 1	
5	<i>k</i>				R/L			
6	n_{Veh}				7			
7	<i>x</i>		6		3		1	
8	<i>z</i>		2		3		2	

Legende

- | | |
|---------------------|---|
| 1 Fahrzeugtyp | 5 Radindex ($k = R$: rechtes Rad, $k = L$: linkes Rad) |
| 2 Wagenkastennummer | 6 Anzahl der Radsätze je Fahrzeug |
| 3 Fahrwerksnummer | 7 erste Radsatznummer im Fahrwerk i |
| 4 Radsatznummer | 8 Anzahl der Radsätze des Fahrwerks i |

Bild 4 — Beispiel eines fahrzeugbasierten Bezeichnungssystems für die Beschreibung der Anordnung der Räder

4.3.3 Vorbereitung des Fahrzeugs

4.3.3.1 Allgemeines

Vor der Messung der Radaufstandskräfte muss das Fahrzeug vorbereitet werden, um Folgendes zu erreichen:

- 1) den vorgesehenen Beladungszustand;
- 2) den vorgesehenen Federungszustand (luftgefüllt oder geleert);
- 3) die vorgesehene Seitenlage des Wagenkastens auf dem Fahrwerk (in einigen Fällen zum Beispiel im entleerten Zustand der Luftfederung durch das Einbringen von Keilen zwischen den seitlichen Anschlägen und dem Aufbau).

Wenn es für das Fahrzeug spezifiziert ist, müssen die Dämpfer entfernt oder getrennt werden.

Wenn es für einen Triebzug spezifiziert ist, müssen die einzelnen Fahrzeuge entkoppelt werden.

4.3.3.2 Beladungszustand

4.3.3.2.1 Neue und umgebaute Fahrzeuge

Der Referenz-Beladungszustand für neue und umgebaute Fahrzeuge ist die Auslegungsmasse im betriebsbereiten Zustand nach EN 15663. Weil auch andere Beladungszustände zulässig sind, muss der beim Messprozess verwendete Beladungszustand des Fahrzeugs spezifiziert und dokumentiert werden. Abweichungen vom spezifizierten Beladungszustand müssen entweder durch geeignete Maßnahmen korrigiert oder mit den Messwerten (siehe auch 4.7.2 und Anhang F) dokumentiert werden, z. B. bei einem Fahrzeug mit:

- 1) Radsätzen mit reduziertem Raddurchmesser (z. B. mit verschlissenen Rädern),
- 2) fehlenden Teilen,
- 3) fehlendem Personal oder
- 4) unvollständigen Verbrauchsstoffen.

4.3.3.2.2 Instandgesetzte Fahrzeuge

Bei der Messung instandgesetzter Fahrzeuge (d. h. ohne wesentliche Änderungen der Auslegungsmasse und ihrer Verteilung) ist eine Kontrolle der Höhe des Radverschleißes und der Menge von Verbrauchsstoffen nicht erforderlich, solange die Beurteilungsgrößen für das instandgesetzte Fahrzeug nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Ist der Einfluss von Verbrauchsstoffen und Verschleiß bei bestimmten Fahrzeugtypen für die Beurteilungsgrößen relevant, muss der notwendige Beladungszustand spezifiziert und im Messprotokoll dokumentiert werden (siehe Anhang F, Tabelle F.3).

4.3.3.3 Federungszustand

Fahrzeuge, die mit einer Luftfederung (oder hydraulischen Federung) ausgestattet sind, müssen im Luft- und Notfederbetrieb gemessen werden. Der Zustand der Federung (z. B. Luftfeder/Notfeder) muss mit den Messwerten dokumentiert werden (siehe auch 4.7.2 und Anhang F). Nach einer Änderung des Federungszustands muss die Messung durchgeführt werden, wenn die Zustandsänderung der Federung vollständig abgeschlossen ist.

Wenn Hysterese, z. B. verursacht durch Dämpfer oder Reibungselemente, die Verteilung der Radaufstandskraft wesentlich beeinflussen, kann für einen bestimmten Fahrzeugtyp spezifiziert werden, dass diese Elemente während der Durchführung der Messung entfernt werden.

4.3.3.4 Kupplungszustand

Wenn die Konstruktion von Kupplungen und Dämpfern zwischen den Fahrzeugen eines Triebzugs die Verteilung der Radaufstandskraft aufgrund ihrer Hysterese oder ihrer inneren Kräfte signifikant beeinflusst, darf für einen bestimmten Fahrzeugtyp spezifiziert werden, dass während der Durchführung der Messung die Kupplungen gelöst oder die Fahrzeuge entkoppelt werden.

4.4 Messprozedur

4.4.1 Allgemeines

Die zur Ermittlung der Radaufstandskräfte verwendete Messprozedur muss unter Berücksichtigung des gewählten Messverfahrens und des Fahrzeugtyps spezifiziert werden.

Alle für einen Messanlage vorgegebenen Messprozeduren müssen beschrieben und eindeutig bezeichnet werden.

4.4.2 Anzahl der gleichzeitig gemessenen Räder

Es muss festgelegt werden, wie viele Radsätze gleichzeitig gemessen werden.

Wird das Verwindungsverfahren nach 4.2.2.3 verwendet, dürfen die Räder eines Radsatzes Rad für Rad gemessen werden.

ANMERKUNG Eine zeitgleiche Messung beider Radaufstandskräfte eines Radsatzes ermöglicht eine Überprüfung des statischen Gleichgewichts des Radsatzes für aufeinanderfolgende Messungen.

4.4.3 Anzahl der Messwiederholungen

Es muss festgelegt werden, wie viele Messungen an wie vielen Messpunkten gemacht werden müssen. Diese Spezifikation muss den Auswertungsprozess zur Erlangung des zu dokumentierenden Ergebnisses beinhalten.

Wird mehr als eine Einzelmessung zur Ermittlung eines zu dokumentierenden Ergebnisses verwendet, ist es sinnvoll, eine Überprüfung der Wiederholbarkeit in den Messprozess aufzunehmen.

4.4.4 Behandlung zwischen Wiederholungsmessungen

Die Behandlung des Fahrzeugs zwischen Wiederholungsmessungen muss spezifiziert werden, z. B. die Entfernung, über die das Fahrzeug bewegt werden muss, oder ob das Fahrzeug über Keile laufen soll.

4.4.5 Messrichtung / Fahrzeugorientierung

Für jede Einzelmessung muss spezifiziert werden, in welche Richtung (Fahrtrichtung) das Fahrzeug zum Messabschnitt bewegt werden muss.

ANMERKUNG Da die Richtung, aus der das Fahrzeug zum Messabschnitt bewegt wird, einen Einfluss auf die Messung hat, wird es oft sinnvoll sein, Messungen in beiden Richtungen zu spezifizieren.

Es muss spezifiziert werden, ob das Fahrzeug in einer oder in beiden Orientierungen gemessen werden muss (beide Orientierungen bedeuten, dass das Fahrzeug umgedreht werden muss, siehe auch Beispiel in den Tabellen C.1 und C.2).

Diese Spezifikationen müssen die Einzelheiten des Auswertungsprozesses zur Ermittlung des zu dokumentierenden Ergebnisses umfassen. Die Ergebnisse müssen immer im fahrzeugbasierten Bezeichnungssystem nach 4.3.2 dokumentiert werden.

Werden die Ergebnisse beider Messrichtungen und/oder beider Orientierungen zur Berechnung eines Ergebnisses verwendet, sollte vor allem auf die korrekte Zuordnung der einzelnen Räder zu den Messabschnitten geachtet werden (siehe Schema in Bild 2).

4.4.6 Bewegen des Fahrzeugs (Antriebsvorrichtung, Kran, Kupplungszustand)

Es muss spezifiziert werden, auf welche Weise das Fahrzeug zur Messvorrichtung zu bewegen ist.

4.5 Umgebung

Die Gleise müssen frei von Schmutz und anderen Gegenständen sein, die einen signifikanten Einfluss auf die Messergebnisse haben können.

Befindet sich das Fahrzeug — oder ein Teil des Fahrzeugs — während der Messung im Freien, müssen die Auswirkungen von Seitenwind auf die Fahrzeuge minimiert werden (siehe Anhang B.5).

Wurde ein Fahrzeug unmittelbar vor der Durchführung der Messung im Freien abgestellt oder betrieben, müssen die möglichen Einflüsse von Schnee, Eis, Regen und Temperatur minimiert werden.