

DIN EN 16235

ICS 45.060.20

Einsprüche bis 2011-05-07

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen –
Güterwagen – Bedingungen für Güterwagen mit definierten
Eigenschaften zur Befreiung von Streckenfahrversuchen nach
EN 14363;
Deutsche Fassung prEN 16235:2011**

Railway applications –

Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles –

Freight wagons – Conditions for dispensation of freight wagons with defined characteristics from on-track tests according to EN 14363;

German version prEN 16235:2011

Applications ferroviaires –

Essais en vue de l'homologation du comportement dynamique des véhicules ferroviaires –

Wagons – Conditions pour la dispense des wagons avec caractéristiques définies concernant les essais en ligne selon EN 14363;

Version allemande prEN 16235:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-03-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an fsf@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN (Hausanschrift: Panoramaweg 1, 34131 Kassel).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 77 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16235:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Bahnanwendungen — Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen - Güterwagen — Bedingungen für Güterwagen mit definierten Eigenschaften zur Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363

Applications ferroviaires — Essais en vue de l'homologation du comportement dynamique des véhicules ferroviaires — Wagons — Conditions pour la dispense des wagons avec caractéristiques définies concernant les essais en ligne selon EN 14363

Railway application — Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles — Freight wagons — Conditions for dispensation of freight wagons with defined characteristics from on-track tests according to EN 14363

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe.....	6
4 Abnahmeverfahren zur Erreichung des Zustands eines standardisierten Fahrwerks.....	9
4.1 Allgemein	9
4.2 Prüfanforderungen	9
4.2.1 Prüfumfang.....	9
4.2.2 Zertifizierungen	10
4.3 Bereich von Fahrwerkskennwerten für die Befreiung von Streckenversuchen	10
4.4 Beschreibung der Schnittstelle zwischen Fahrwerk und Wagenkasten.....	11
4.5 Bereich der Wagenkastenparameter zur Befreiung von Streckenfahrversuchen	11
5 Bewährte Fahrwerke.....	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Wagen mit einachsigen Fahrwerk.....	13
5.2.1 Allgemeines	13
5.2.2 Doppelschakengehänge.....	13
5.2.3 Langschaken-Aufhängung "Niesky 2"	17
5.2.4 Aufhängung S 2000	19
5.2.5 Ständig gekuppelte Wageneinheiten bestehend aus zweiachsigen Elementen	22
5.3 Wagen, ausgerüstet mit zweiachsigen Drehgestellen	23
5.3.1 Allgemeines	23
5.3.2 Fahrwerk der Y25-Familie	23
5.3.3 Familie der zweiachsigen Lenkachs-drehgestelle.....	28
5.3.4 Ständig gekuppelte Einheiten bestehend aus Wagen mit zweiachsigen Drehgestellen.....	31
5.3.5 Gelenkwagen ausgerüstet mit drei zweiachsigen Y25-Drehgestellen	31
5.4 Wagen ausgerüstet mit dreiachsigen Drehgestellen	31
5.4.1 Allgemein	31
5.4.2 Dreiachsiges Drehgestell mit Schakenaufhängung.....	32
Anhang A (informativ) Formelzeichen.....	36
Anhang B (normativ) Zulassungsverfahren für Güterwagen in Bezug auf das Fahrverhalten.....	37
Anhang C (normativ) Festlegung des Frequenzbereichs für die Aufhängung.....	39
C.1 Festlegung der Feder-Charakteristik	39
Anhang D (normativ) Bewährte Doppelschaken-Baugruppe für zweiachsige Wagen.....	41
Anhang E (informativ) Bewährte Blattfeder für das Doppelschakengehänge und die "Niesky 2"- Aufhängung	47
Anhang F (informativ) Einheitliche Radsatzführung für Doppelschakengehänge	49
Anhang G (normativ) Bewährte Langschaken-Baugruppe „Niesky 2“.....	50
Anhang H (informativ) Einheitliche Bauteile für die Y25-Drehgestellfamilie.....	55
H.1 Feder	55
H.2 Gleitstückfeder für Y21, Y 25 und Y33	56
Anhang I (normativ) Schaken-Baugruppe für Lenkachs-drehgestelle	57
I.1 Baugruppe Rechteckschake.....	57
I.2 Trapezschake	60
I.3 Langschake	63

Anhang J (normativ) Innere Kupplung einer ständig gekuppelten Einheit	65
J.1 Innere Kupplung mit Kurzkupplung	65
J.2 Innere Kupplung mit Kuppelstange	67
Anhang K (informativ) Einheitliche Blattfeder für zweiachsige und dreiachsige Lenkachs- Drehgestelle	68
Anhang L (normativ) Gelenk für Gelenkwagen ausgerüstet mit Drehgestellen der Y25-Familie	70
L.1 Gelenk Bauart Talbot	70
L.2 Gelenk Bauart Talbot, seitliche Führung des Wagenkastens	71
L.3 Gelenk Bauart UIC	72
L.4 Gelenk Bauart UIC, seitliche Führung des Wagenkastens	73
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG	74
Literaturhinweise	75

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16235:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Railway Application“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

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.

ANMERKUNG Dieser Entwurf ist als Änderung von EN 14363 geplant, der in die nächste Überarbeitung zu übernehmen ist.

Einleitung

EN 14363 definiert die Anforderungen, die ein Schienenfahrzeug in Bezug auf das Fahrverhalten zu erreichen hat. Das Abnahmeverfahren nach EN 14363, einschließlich der in dieser Norm festgelegten Befreiung, ist im normativen Anhang B (Flussdiagramm) dargestellt.

Auf Grund von Erfahrungen wird anerkannt, dass ein in einem sicher betriebenen Wagen eingebautes Fahrwerk auch in einen anderen Wagen eingebaut werden kann, wenn dieser innerhalb bestimmter konstruktiver Grenzwerte liegt. Diese anderen Wagen können auch sicher betrieben werden, ohne sie notwendigerweise Streckenfahrversuchen zu unterziehen. Diese Erfahrung basiert auf den Streckenmerkmalen, der Streckeninstandsetzung und der Fahrzeuginstandhaltung im Europäischen Netz seit 1998. Dieses Dokument legt den Ablauf fest, um die Bedingungen für eine Befreiung von Prüfungen für Wagen zu bestimmen, die durch die Fahrwerke und ihre entscheidenden Kennwerte gemeinsam mit den dazugehörigen Grenzwerten des Wagens beschrieben sind.

Wagen für den Transport von Gütern auf der Bahn sind seit jeher Gegenstand der Normung. Sehr früh wurden allgemeine Elemente wie Räder, Puffer, Zugeinrichtungen, usw. als vereinheitlichte Komponenten entwickelt, um Sicherheitsanforderungen zu erfüllen, eine einfache Reparatur und Instandhaltung für den internationalen Verkehr zu erreichen sowie kostengünstig zu sein. Güterwagen haben einen breiten Bereich von Anwendungen und infolgedessen variieren die Einflussfaktoren. In der UIC-Arbeit für die Standardisierung und den Austausch von Güterwagen wurden bestimmte Abnahmeprozesse bezüglich der Fahreigenschaften entwickelt und unter anderem durch die UIC 432 und UIC 572 offiziell gemacht. Die Grundsätze dieser Norm sind vergleichbar mit der Zielrichtung der beiden Merkblätter.

ANMERKUNG Fahrzeuge, die durch das UIC-Verfahren abgenommen wurden, wurden auch für den RIV (Regolamento Internazionale Veicoli)-Einsatz, das heißt den internationalen Austausch zwischen den RIV-Eisenbahnen, abgenommen. Dies wurde durch den Allgemeinen Vertrag für die Verwendung von Güterwagen (AVV) vom 1. Juli 2006 ersetzt. Gemäß der Richtlinie 2001/16/EG für das konventionellen Eisenbahnsystem wurde die Technische Spezifikation für die Interoperabilität von Güterwagen (CR TSI WAG) ausgearbeitet, die Anforderungen an die Interoperabilität für Güterwagen enthält.

Die folgenden Grundsätze gelten für die Anwendung dieser Norm:

- 1) Das Bahnsystem erfordert umfangreiche technische Regeln, um eine einwandfreie Wechselwirkung von Fahrzeug und Strecke sicherzustellen.
- 2) Neue Schienenfahrzeuge sind vor Inbetriebnahme entsprechend zahlreicher nationalen und internationalen Vorschriften zuzulassen (in der UIC 432 wird der Begriff homologiert verwendet). Darüber hinaus ist eine bestehende Zulassung zu überprüfen, wenn die Betriebsbedingungen erweitert werden. Die Zulassung bezieht sich auf Testergebnisse, Berechnungen und/oder Vergleiche mit bestehenden Fahrzeugen, um ein Sicherheitsniveau nach den anerkannten Normen und Vorschriften zu erreichen.
- 3) Es ist von besonderer Bedeutung, dass das bestehende Niveau an Sicherheit und Zuverlässigkeit nicht beeinträchtigt wird, auch wenn Änderungen in Konstruktion und betrieblichen Verfahren gefordert werden.

Es ist erlaubt, von den festgelegten Regeln dieser Europäischen Norm abzuweichen, wenn nachgewiesen werden kann, dass die Sicherheit zumindest dem Wert entspricht, der durch die Einhaltung dieser Regeln sichergestellt ist.

Diese Norm verhindert nicht die Anwendung von Grundsätzen, die für andere Arten von Schienenfahrzeugen festgelegt sind.

Diese Norm kann für internationale, multilaterale und nationale Zwecke verwendet werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt den Ablauf fest, um die Bedingungen für eine Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363, Abschnitt 5 zu bestimmen. Durch die Anwendung dieses Dokuments sind die Maßnahmen festgelegt, durch die eine Befreiung von Streckenfahrversuchen möglich ist.

Diese Norm ist EN 14363 untergeordnet.

Dieses Dokument ist nicht auf beliebige Arten von Güterwagen begrenzt, jedoch wird für bestimmte Typen, die zuvor unter der Federführung der UIC zugelassen wurden, eine fortlaufende Befreiung von Streckenfahrversuchen berücksichtigt. Diese Güterwagen sind in dieser Norm genau beschrieben.

Die Befreiungsbedingungen, die in diesem Dokument beschrieben sind, sind anwendbar für alle Güterwagen im internationalen, multilateralen und nationalen Schienengüterverkehr, die ohne Einschränkung auf der Normalspur (1435 mm) betrieben werden. Die verschiedenen Schienenneigungen, die in Europa verwendet werden (1:20, 1:40 und 1:30), sind in den Bedingungen für die Befreiung enthalten.

Diese Norm beinhaltet nur Anforderungen an Kennwerte in Bezug auf die Anforderungen in EN 14363, Abschnitt 5.

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 14363, *Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche*

EN 15551, *Bahnanwendungen — Schienenfahrzeuge — Puffer*

EN 15566, *Bahnanwendungen — Schienenfahrzeuge — Zugeinrichtung und Schraubenkupplung*

3 Begriffe

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Güterwagen mit einheitlichen Kennwerten nach dieser Norm
Güterwagen, bestehend aus einem Wagenkasten mit Parametern in einem definierten Bereich und mit einem standardisierten Fahrwerk nach dieser Norm

3.2 Bewährtes Fahrwerk nach dieser Norm
Fahrwerk, das zuvor unter Federführung der UIC zugelassen wurde. Abschnitt 5 dieser Norm enthält die Konformitätserklärung

3.3 Standardisiertes Fahrwerk nach dieser Norm
Fahrwerk, Drehgestell oder Aufhängungssystem mit Einzelachse, das die Einhaltung der Anforderungen der EN 14363, Abschnitt 5 für ein Fahrzeug mit Wagenkasten-Kennwerten in einem festgelegten Bereich sicherstellt

3.4

Konformitätserklärung nach dieser Norm

Erklärung mit allen notwendigen Informationen für die Beschreibung einer nachgewiesenen Anordnung nach Abschnitt 4 dieser Norm, bestehend aus:

- einer Beschreibung des standardisierten Fahrwerks. Die wesentlichen Kennwerte und ihr nachgewiesener Bereich sind in der Zulassungsakte für das standardisierte Fahrwerk festgelegt
- dem Bereich der anwendbaren Kennwerte des Wagenkastens
- den anwendbaren Betriebsbedingungen

3.5

Zulassungsakte

enthält die wesentlichen Kennwerte und deren Bereich zulässiger Abweichungen der standardisierten Fahrwerke nach dieser Norm, bezogen auf die Bewertung entsprechend den Anforderungen in Abschnitt 4 dieser Norm

3.6

Drehgestelle der Y25 – Familie

sind festgelegt durch:

- einen torsionselastischen Rahmen, bestehend aus zwei Längsträgern mit oder ohne Kopfträger
- eine Federaufhängung mit zwei Sätzen von Schraubenfedern je Radsatzlager (ein Satz darf auch aus einer Feder bestehen)
- eine seitliche und vertikale Dämpfung durch Trockenreibung je nach Anteil der vom Radsatzlager getragenen vertikalen Last
- einer Radsatzführung mit einem zulässigen Höchstwert für das Querspiel von ± 10 mm

und bezeichnet als Y21, Y23, Y25, Y27, Y31, Y33 und Y37

3.7

zweiachsige Lenkachsen-Drehgestellfamilie

ist festgelegt durch:

- einen steifen Rahmen, bestehend aus zwei Längsträger mit einem Kopfträger
- eine Blattfeder aufgehängt in Schaken zur Führung der Achse
- ein nominelles Längsspiel von ± 6 mm
- ein nominelles Querspiel von ± 23 mm

und zum Beispiel bezeichnet als DB 65, LHB 82, WU 83, Talbot U

3.8

Massenverteilungskoeffizient

$$\Phi = \frac{\sqrt{\frac{I_{zz}^*}{m^*}}}{2a^*} = i_{zz}^*/2a^*$$

Dabei ist

- I_{zz}^* das Trägheitsmoment des Wagenkastens zur vertikalen Achse durch den Schwerpunkt des Wagenkastens
- i_{zz}^* der Trägheitsradius des Wagenkastens zur vertikalen Achse durch den Schwerpunkt des Wagenkastens
- m^* die Wagenkastenmasse
- $2a^*$ der Achsstand

3.9 Koeffizient der Schwerpunktshöhe

$$\chi = Q_0 \left[1 + 2,3 h_{cg} \frac{I_{adm}}{(2b_A)^2} \right]$$

Dabei ist

- Q_0 die statische Radlast in kN
- h_g die Höhe des Schwerpunkts
- I_{adm} der zulässige Überhöhungsfehlbetrag
- $2b_A$ der seitliche Abstand zwischen den Radaufstandspunkten (ungefähr 1 500 mm für Normalspur)

3.10 Sicherheitsfaktor

kleinstes Verhältnis zwischen Grenzwert und Schätzwert aller Fahrsicherheitskennwerte für alle Versuchsgebiete und Prüfbedingungen ausgedrückt wie folgt:

$$\lambda = \min(x_{lim}/X(PA)_{max}, y_{lim}/Y(PA)_{max},)$$

Dies erfolgt für die Bewertung

- $\Sigma Y, Y/Q$ für normale Messverfahren und
- $H, \ddot{y}^*, \ddot{y}_S^*$ and $\ddot{z}_S^*$ für vereinfachte Messverfahren.
- κ für Wagen, vorgesehen für einen Betrieb für Überhöhungsfehlbeträge größer als 165 mm und bewertet mit normalen Messverfahren

3.11 Faktor für Streckenlast-Kennwerte

das kleinste Verhältnis zwischen Grenzwert und Schätzwert von Höchst- und quasistatischer Radlast wird wie folgt ausgedrückt:

$$\lambda' = \min(Q_{qst,lim}/Q_{qst}, Q_{lim}/Q_{max})$$

Dieser Kennwert ist nur für Güterwagen mit statischen Radsatzlasten über 225 kN bis 250 kN anwendbar.

4 Abnahmeverfahren zur Erreichung des Zustands eines standardisierten Fahrwerks

4.1 Allgemein

Fahrzeuge mit Kennwerten innerhalb eines festgelegten Bereichs und ausgerüstet mit einem standardisierten Fahrwerk haben eine Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363.

Ein standardisiertes Fahrwerk nach dieser Norm ist in einer Konformitätserklärung mit dieser Norm zu zertifizieren. Zu diesem Zweck sind die Streckenfahrversuche nach EN 14363, Abschnitt 5 mit zwei verschiedenen Wagen durchzuführen. Wenn beide Wagen die in 4.2 beschriebenen Prüfungen bestehen, ist das Fahrwerk als standardisiertes Fahrwerk in einer Konformitätserklärung mit dieser Norm, die den Bereich der in 4.3 bis 4.5 beschriebenen Kennwerte enthält, zu zertifizieren.

ANMERKUNG Dieses Verfahren gilt nur für die Streckenfahrversuche wie in den betreffenden Abschnitten der EN 14363 (Abschnitt 5) gefordert. Es erteilt nicht die Zulassung für Sicherheit gegen Entgleisen auf Gleisverwindung (4.1) und unter Längsdruckkräften in S-förmigen Kurven (4.2).

4.2 Prüfanforderungen

4.2.1 Prüfumfang

Die Prüfungen sind mit zwei Wagen mit Wagenkastenkenwerten innerhalb des in Tabelle 1 festgelegten Bereichs mit denselben Betriebsbedingungen (v_{ADM} und l_{adm}) wie folgt durchzuführen:

- einem Wagen mit kurzem Fahrwerksabstand und
- einem Wagen mit großem Fahrwerksabstand.

ANMERKUNG 1 Zum Zwecke der Beurteilung des Fahrverhaltens ist ein typischer Beladungszustand zu prüfen. Es ist nicht erforderlich, den schlimmstmöglichen Fall mit der maximalen Radsatzlast und dem gesamten Lademaß zu prüfen.

Tabelle 1 — Fahrzeugkennwerte

		Zweiachsiger Wagen		Drehgestellwagen	
		Kurzer Prüfwagen	Langer Prüfwagen	Kurzer Prüfwagen	Langer Prüfwagen
Fahrwerksabstand	$2a^a$ [m]	≤ 7	≥ 9	≤ 7	≥ 13
Zulässiger Bereich der Torsionssteifigkeit	c_t^* [kNmm ² /rad]	$0,5 \times 10^{10} \dots 8 \times 10^{10}$	$0,5 \times 10^{10} \dots 8 \times 10^{10}$	$0,5 \times 10^{10} \dots 8 \times 10^{10}$	$0,5 \times 10^{10} \dots 8 \times 10^{10}$
^a $2a^*$ ist der Abstand zwischen Radsätzen für zweiachsige Wagen oder der Abstand zwischen Drehgestellen für Drehgestellwagen und ct^* ist der Koeffizient der Wagenkastentorsionssteifigkeit.					

Die Prüfungen sind nach dem vollständigen Verfahren nach EN 14363, Abschnitt 5 durchzuführen.

Darüber hinaus sind zweiachsige Wagen für Geschwindigkeiten ≥ 100 km/h im beladenen Zustand auch in Abschnitten der Versuchsbereich 2 zu prüfen. Das Spiel wird bestimmt durch die Spurweite $\geq 1\,450$ mm in Verbindung mit Radsätzen, deren Abstand der Laufflächen das minimale Betriebsmaß hat.

ANMERKUNG 2 Es ist wünschenswert, diese Prüfungen basierend auf der Grundlage von Querbeschleunigungsmessungen durchzuführen, wenn nachgewiesen werden kann, dass eine Beziehung zwischen den Beschleunigungen und der Summe der Führungskräfte besteht und ein dazugehöriger Grenzwert eingeführt wurde.

ANMERKUNG 3 Es ist beabsichtigt, diese Anforderung in die Prüfbedingungen der EN 14363 zu übernehmen.

4.2.2 Zertifizierungen

Die Übereinstimmung neuer Arten von Drehgestellen oder Fahrwerken mit den Anforderungen dieser Norm ist in der Konformitätserklärung nach dieser Norm zu belegen. Diese Erklärung muss enthalten:

- einen eindeutigen und einmaligen Namen für das Fahrwerk,
- den Kennwertebereich des Fahrwerks (siehe 4.3),
- eine ausführliche technische Beschreibung der Schnittstelle zwischen Wagenkästen und Fahrwerk (siehe 4.4),
- den Kennwertebereich von Wagenkästen, die zusammen mit dem Fahrwerk (siehe 4.5) verwendet werden,
- die wesentlichen Verschleißgrenzwerte, um ein einwandfreies Fahrverhalten zu erhalten (Instandhaltungsregeln sind außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments).

Beispiele für derartige Informationen sind im Anhang C bis Anhang L enthalten, soweit diese für bereits zugelassene Fahrwerke festgelegt sind.

4.3 Bereich von Fahrwerkskennwerten für die Befreiung von Streckenversuchen

Die funktionspezifischen Angaben für das Fahrwerk, die für das Fahrverhalten bei Streckenfahrversuchen nach EN 14363 wesentlich sind, sind im Abnahmeverfahren festzulegen. Tabelle 2 und Tabelle 3 geben einen Hinweis, welche Kennwerte für Abnahmezwecke verfügbar sein müssen. Zusätzlich ist Folgendes festzulegen:

- zulässige Geschwindigkeit V_{adm}
- zulässiger Überhöhungsfehlbetrag I_{adm}

In Folge erfolgreicher Prüfungen nach 4.2 wird für die Befreiung von Streckenversuchen der zulässige Variationsbereich der Kennwerte, gegeben durch den Bereich zwischen den nominell geprüften Kennwerten und, wo anwendbar, den erweiterten Bereich wie in Tabelle 2 und Tabelle 3, für einachsige Fahrwerke und Drehgestelle festgelegt. Alle in dieser Tabelle aufgeführten Kennwerte sind Nennwerte. Die Obergrenze des zulässigen Bereichs ist abhängig vom maximalen Prüfwert des betreffenden Parameters, die Untergrenze vom minimalen Prüfwert.

Um den anwendbaren Kennwertebereich eines standardisierten Fahrwerks zu erweitern, sind die Prüfergebnisse eines geprüften dritten Wagens außerhalb des zuvor geprüften Bereichs zu verwenden.

Tabelle 2 — Zulässiger Bereich der Kennwerte eines erfolgreich nach 4.2 geprüften einachsigen Fahrwerks

Nennwert		Minimum	Maximum
Maximale Radsatzlast	P	—	$P_{geprüft}$
Vertikale Eigenfrequenz (siehe Anhang C)	v_z	$0,9 v_{z,geprüft}$ des Lastbereichs	$1,12 v_{z,geprüft}$ des Lastbereichs
Vertikale Dämpfung		geprüfte Eigenschaften	geprüfte Eigenschaften
Seitliche Aufhängungseigenschaften		geprüfte Eigenschaften	geprüfte Eigenschaften
Raddurchmesser	D	$D_{geprüft} - 90$ mm	$D_{geprüft} + 90$ mm

Tabelle 3 — Zulässiger Bereich der Kennwerte eines erfolgreich nach 4.2 geprüften Drehgestells

Nennwert		Minimum	Maximum
Maximale Radsatzlast	$P_{\max}$	—	$1,05 P_{\max, \text{geprüft}}$
Drehgestellachsabstand(der äußeren Achsen eines Drehgestells)	$2a^+$	$2a^+_{\text{geprüft}}$	$2a^+_{\text{geprüft}} + 0,2 \text{ m}$
Vertikale Eigenfrequenz (siehe Anhang C)	v_z	$0,90 v_{z, \text{geprüft}}$ des Lastbereichs	$1,12 v_{z, \text{geprüft}}$ des Lastbereichs
Vertikale Dämpfung		geprüfte Eigenschaften	geprüfte Eigenschaften
Radsatz Längsführung		geprüfte Eigenschaften	geprüfte Eigenschaften
Seitliche Führung Radsatz		geprüfte Eigenschaften	geprüfte Eigenschaften
Eigenschaften seitliche Sekundärfederung		geprüfte Eigenschaften	geprüfte Eigenschaften
Widerstand gegen Gierbewegung	M^*_z	$0,80 M^*_{z, \text{geprüft}}$	$1,20 M^*_{z, \text{geprüft}}$
Trägheitsmoment des kompletten Drehgestells (um die z-Achse)	I^*_{zz}	0	$1,10 I^*_{zz, \text{geprüft}}$
Raddurchmesser	D	$D_{\text{geprüft}} - 90 \text{ mm}$	$D_{\text{geprüft}} + 90 \text{ mm}$
Nennhöhe des Drehzapfens	h_{cp}	$h_{cp, \text{geprüft}} - 150 \text{ mm}$	$h_{cp, \text{geprüft}} + 50 \text{ mm}$
^a für ein reibungsbasiertes Gierwiderstandsmoment gemessen mit zwei festgelegten Lasten, die typisch sind für leere und beladene Bedingungen. Um die Stabilität und die Sicherheit gegen Entgleisen bei leeren Wagen und die maximalen Führungskräfte bei Beladung zu überprüfen sind für andere Anordnungen angemessene Kennwerte zu verwenden.			

4.4 Beschreibung der Schnittstelle zwischen Fahrwerk und Wagenkasten

Eine Beschreibung der physikalischen Schnittstelle zwischen Fahrwerk und Wagenkasten muss folgendes beinhalten:

- die Charakteristik der Gierbewegung des Fahrwerks:
- (gegebenenfalls) der Bereich der vertikalen Eigenschaften der seitlichen Gleitstücke;
- (gegebenenfalls) der Bereich der Eigenschaften der Sekundärfederung (Steifigkeit, Hysterese/Dämpfung).

4.5 Bereich der Wagenkastenparameter zur Befreiung von Streckenfahrversuchen

Die funktionalen Details des Wagenkastens, die maßgeblich sind für das Fahrverhalten während der Streckenfahrversuche nach EN 14363, sind im Zulassungsverfahren festzulegen. Tabelle 4 gibt einen Hinweis, welche Kennwerte für Zulassungszwecke verfügbar sein müssen.

In Anlehnung an erfolgreiche Prüfungen nach 4.2 ist für die Befreiung von Streckenversuchen der zulässige Variationsbereich der Kennwerte gegeben durch den Bereich zwischen den nominell geprüften Kennwerten und, wo anwendbar, den erweiterten Bereich wie in Tabelle 4 festgelegt. Alle in dieser Tabelle aufgeführten Kennwerte sind Nennwerte. Die Obergrenze des zulässigen Bereichs ist abhängig vom maximalen Prüfwert des betreffenden Parameters, die Untergrenze vom minimalen Prüfwert.

Um den anwendbaren Kennwertebereich eines standardisierten Fahrwerks zu erweitern, sind die Prüfergebnisse außerhalb des zuvor geprüften Bereichs von einem geprüften dritten Wagens zu verwenden.

Tabelle 4 — Zulässige Kennwerte für Wagen (einschließlich Gelenkwagen und ständig gekuppelter Einheiten) ausgerüstet mit einem erfolgreich nach 4.2 geprüften Fahrwerk

		Min	Max
Radsatzstand (keine Drehgestellwagen)	$2a^*$	Minimalwert von 6 m und $2a_{\text{geprüft}}^*$	Maximalwert von 10 m und $2a_{\text{geprüft}}^*$
Drehzapfenabstand (Drehgestellwagen)	$2a^*$	Minimalwert von 6,5 m und $2a_{\text{geprüft}}^*$	$2a_{\text{geprüft}}^* + 3 \text{ m}$
Schwerpunktshöhe des leeren Wagens	h_{cg}	0	$1,2 h_{\text{cg, leer, geprüft, max}}$
Höhenkoeffizient des Schwerpunkts des beladenen Wagens ^a	χ	0	$\chi_{\text{beladen, geprüft, max}} \cdot (1 + 0,8(\lambda' - 1))$ mit λ' – Faktor für Streckenlast-Kennwerte (siehe 3.10)
Torsionshärte des Wagenkastens	c_t^*	$> 0,5 \cdot 10^{10} \text{ kNmm}^2/\text{rad}$	'-
Mittlere Radsatzlast des leeren Wagens (keine Drehgestellwagen)	$P_{\text{mittel, tara}}$	Kleinster Wert von 5,75 t und $P_{\text{mittel, tara, geprüft}}$	-
Mittlere Radsatzlast des leeren Wagens (Drehgestellwagen)	$P_{\text{mittel, tara}}$	Kleinster Wert von 4 t und $P_{\text{mittel, tara, geprüft}}$	-
Maximale Radsatzlast	P	-	$1,05 P_{\text{geprüft}}$
Massenverteilungskoeffizient (leerer und beladener Wagen)	Φ	0	$1,2 \Phi_{\text{geprüft}}$
^a für die Auswertung von χ : zulässiger Überhöhungsfehlbetrag l_{zul} von 130 mm für Radsatzlasten $\leq 225 \text{ kN}$ und 100 mm für Radsatzlasten $> 225 \text{ kN}$ bis zu 250 kN			

5 Bewährte Fahrwerke

5.1 Allgemeines

Wagen mit Kennwerten innerhalb eines definierten Bereichs und ausgerüstet mit einem bewährten Fahrwerk sind von Streckenfahrversuchen nach EN 14363 befreit.

Bewährte Fahrwerke nach dieser Norm wurden zuvor unter der Federführung der UIC zugelassen. Diese Bestimmung ersetzt die Konformitätserklärung mit dieser Norm wie in Abschnitt 4 für die Befreiung von Streckenfahrversuchen für neue Fahrwerkskonstruktionen gefordert.

In den folgenden Abschnitten des Haupttextes und der normativen Anhänge sind die Anforderungen für Komponenten und die konstruktiven und betrieblichen Anforderungen aus der Sicht der Fahrdynamik für bewährte Fahrwerke festgelegt. In den informativen Anhängen sind mehrere vorhandene Versionen von zugelassenen Komponenten, die die normativen Anforderungen erfüllen, aufgeführt.

5.2 Wagen mit einachsigen Fahrwerk

5.2.1 Allgemeines

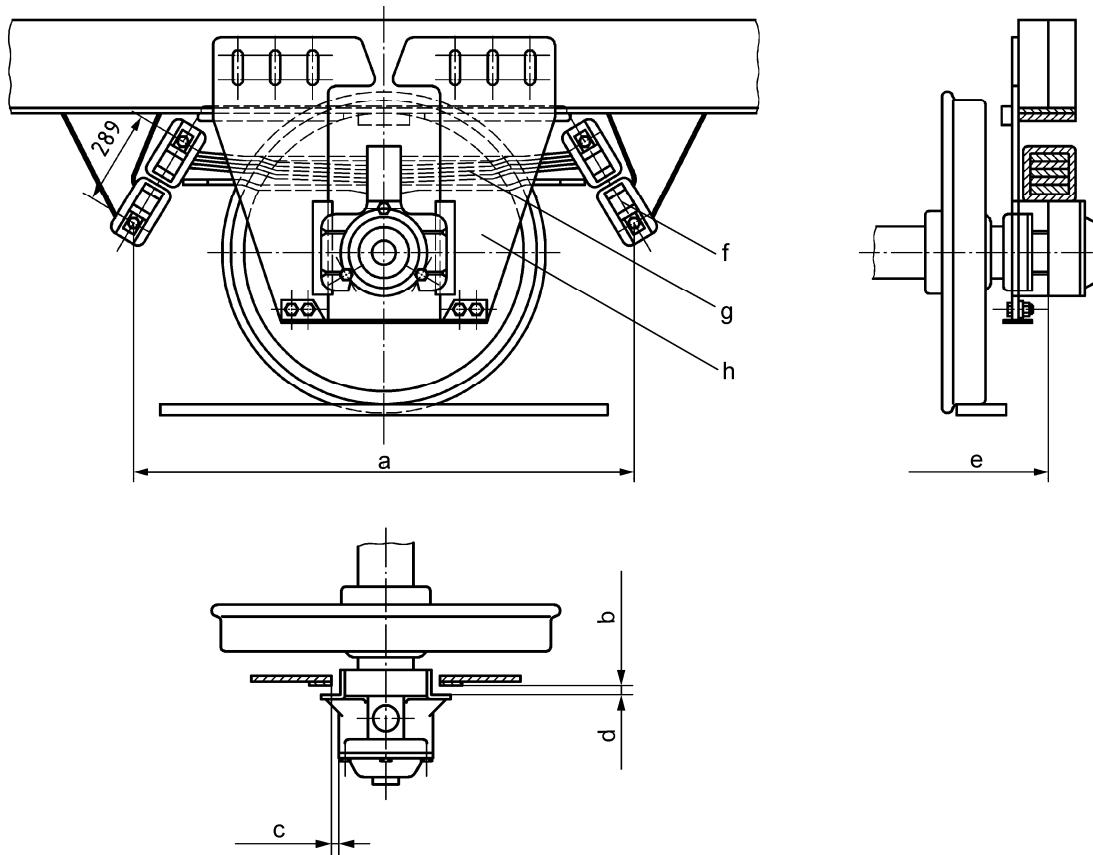
Drei unterschiedliche Typen von einachsigen Fahrwerken sind bekannt:

- Doppelschakengehänge;
- Langschaken-Aufhängung "Niesky 2";
- Aufhängung "S 2000".

5.2.2 Doppelschakengehänge

5.2.2.1 Allgemeines

Ein Beispiel für ein Doppelschakengehänge nach dieser Norm ist in Bild 1 gezeigt. Die wesentlichen fahrdynamischen Kennwerte sind in 5.2.2.2 bis 5.2.2.5 sowie die konstruktiven und betrieblichen Einschränkungen in 5.2.2.5 beschrieben. Die zugelassenen Baugruppen sind in den Anhängen D bis F aufgeführt.



Legende

- a Abstand zwischen Federböcken
- b Abstand zwischen Gleitplatten = 1 830 mm
- c Längsspiel
- d Querspiel
- e Abstand zwischen den Radsatzlagern = 2 000 mm
- f Doppelschake
- g Blattfeder
- h Radsatzhalter

Bild 1 — Doppelschakengehänge, Übersicht

Das Spiel zwischen dem Radsatzlager und dem Radsatzhalter muss sein:

- seitlich ≥ 20 mm;
- in Längsrichtung = $\min(3 \times 2a/1\,000; 22,5 \text{ mm})$.

Der Abstand zwischen den Federböcken ist die Länge der Feder + 300 mm.

5.2.2.2 Baugruppe Doppelschake

Die Doppelschaken-Baugruppe, wie in Anhang D beschrieben, ist das Schlüsselbauteil des Doppelschakengehänges entsprechend dieser Norm.

5.2.2.3 Komponente Feder

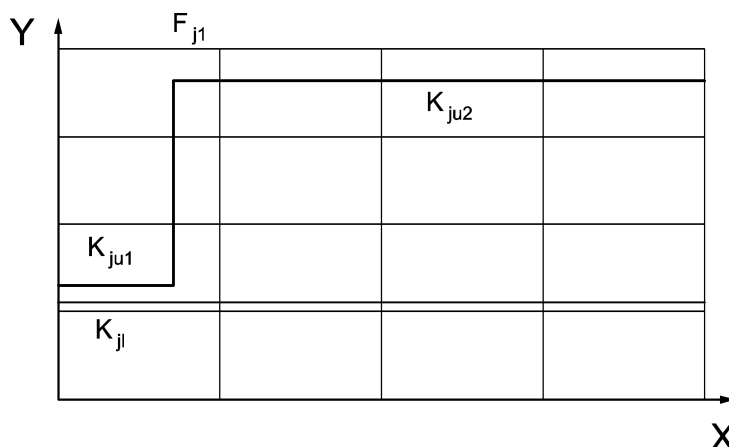
Die Feder des bewährten Doppelschakengehänges nach dieser Norm muss dem Bereich der in Tabelle 5 beschriebenen Kennwerte entsprechen. Anhang C führt Einzelheiten zur Definitionen der beschreibenden Kennwerte auf. Die vorhandenen Federn, die diese Anforderungen erfüllen, sind in Anhang E beschrieben.

Tabelle 5 — Bereich der Kennwerte der vertikalen Feder für Doppelschakengehänge zur Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14633

Bauart		Trapezfeder ^{b, e}	Parabelfeder ^{c, e}
Maximale Radsatzlast	$P_{\max}$ t	20,0 ^d	22,5 ^d
Unterer Grenzwert der vertikalen Eigenfrequenz	v_{zl} Hz ^a	1,5 ^b	1,85 ^c
Oberer Grenzwert der vertikalen Eigenfrequenz	v_{zu} Hz ^a	4,0 ^b	3,4 ^c
Dämpfungsbereich	D %	12 bis 15	7 bis 10 ^f
Durchmesserbereich des Federauges	d_i mm	36	36 bis 41
^a berechnet mit einer nominellen Steifigkeit entsprechend der Festlegung in Anhang C ^b eine maximale Herstellungstoleranz für die Steifigkeit von 8 % wird vorausgesetzt ^c eine maximale Herstellungstoleranz für die Steifigkeit von 7 % wird vorausgesetzt ^d es ist erforderlich, die Festigkeit der Feder und die maximale Durchbiegung nach den maßgeblichen Normen und Vorschriften zu prüfen ^e Federn, die die Anforderungen erfüllen, sind im Anhang E beschrieben ^f für den Betrieb in Großbritannien ist eine Klemmung von 12 % < D < 17 % notwendig			

5.2.2.4 Komponente Radsatzhalter

Die Radsatzführung des bewährten Doppelschakengehänges nach dieser Norm muss dem Bereich der in Bild 2 und Tabelle 5 beschriebenen Kennwerte entsprechen. Kennwerte vorhandener Konzepte, die diese Anforderungen erfüllen, sind im Anhang F beschrieben.



Legende

- X Kraft F_j in kN
Y Steifigkeit K_j in kN/mm

Bild 2 — Festlegung der Werte für den Bereich der seitlichen Steifigkeit der Radsatzhalter zur Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363

Tabelle 6 — Bereich der seitlichen Kennwerte für Radsatzhalter des Doppelschakengehänges zur Befreiung von Streckenversuchen nach EN 14363

		Radsatzführung
Unterer Grenzwert für nominelle seitliche Steifigkeit ^b	K_{yl} kN/mm ^a	1,20 ^c
Oberer Grenzwert für die nominelle seitliche Steifigkeit der ersten Stufe ^b	K_{yu1} kN/mm	2,50 ^c
Oberer Grenzwert für die nominelle seitliche Steifigkeit der zweiten Stufe ^b	K_{yu2} kN/mm ^a	3,70 ^c
minimale Kraft am Umschaltzeitpunkt zwischen den Stufen ^b	F_{y1} kN ^a	16,8 ^c
^a Gemessen in einer Höhe von 70 mm über der Mittellinie des Radsatzes und bei leerem Wagen in neuem Zustand (d.h. ca. 380 mm unterhalb der Unterkante des Längsträgers bei einem Raddurchmesser zwischen 920 mm und 1 000 mm). ^b Bei einem Radsatzhalter mit einer linearen Kennlinie ist die Steifigkeit der ersten und zweiten Stufe gleich und der Umschaltzeitpunkt nicht maßgeblich. ^c Es ist erforderlich, die Festigkeit des Radsatzhalters sowie die minimale und maximale seitliche Durchbiegung nach den maßgeblichen Normen und Vorschriften zu prüfen.		

5.2.2.5 Konstruktive und betriebliche Beschränkungen für Doppelschakengehänge

Wagen mit Wagenkästen nach Tabelle 7 und ausgerüstet mit einem Doppelschakengehänge nach dieser Norm haben eine Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363, Abschnitt 5 für Radsatzlasten bis zu 22,5 t mit einer Geschwindigkeit bis zu 120 km/h und einem Überhöhungsfehlbetrag bis zu 130 mm, wenn die Federkonstruktion sachgemäß ist (siehe 5.2.2.3 und Anhang E).

Für Radsatzlasten über 20 t in Kombination mit Geschwindigkeiten höher als 100 km/h ist das Mindestspurmaß in Übereinstimmung mit prEN 15313, 4.5 1418 mm.

ANMERKUNG Diese Beschränkung ist bezogen auf hohe seitliche Kräfte, die während Versuchsfahrten mit maximalem seitlichem Spiel zwischen Radsätzen und Schienen größer als 37 mm auftritt. Deshalb ist bei D-Linien nach EN 15528 auch die Spurweite auf 1 455 mm entsprechend UIC 700, §3.2.2 begrenzt.

Das zu verwendende Radprofil ist EN 13715 - S1002.

Tabelle 7 — Kennwerte von Wagenkästen, die nach dieser Norm mit einem Doppelschakengehänge ausgerüstet werden dürfen

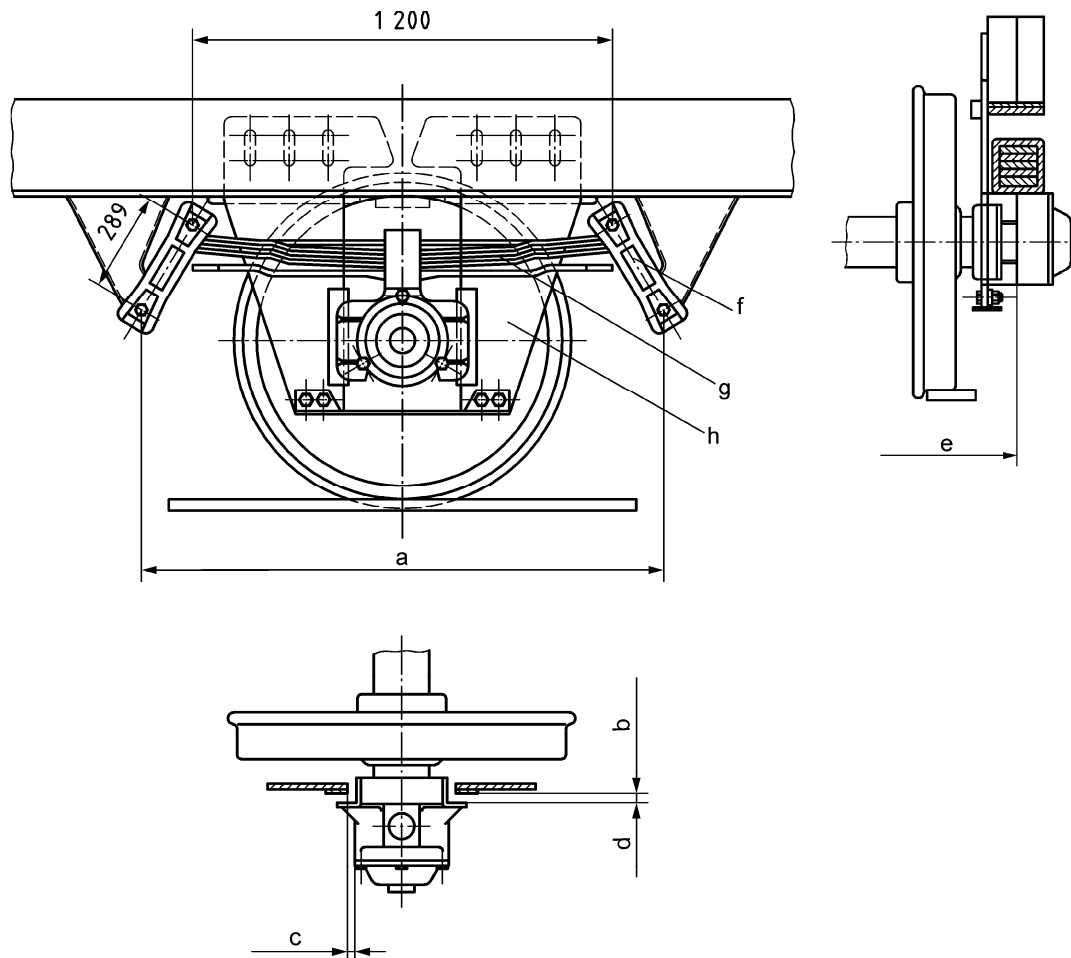
Höchste Radsatzlast	Achsabstand (2a [*])		Massenverteilungskoeffizient ϕ für leere Wagen ^a	Nomineller Raddurchmesser	Schwerpunktshöhe des beladenen Wagens	Torsionssteifigkeit des Wagenkastens (c_t)	Eigenmasse des Wagens
	min	max			max	min	min
t	M	M	—	mm	mm	10 ¹⁰ kNmm ² /rad	t
20	8,0	10,0	0,55	920 oder 840	2 500	0,5	11,5
22,5	8,0	10,0	0,55	920	2 380	0,5	11,5

^a mit m – Masse des leeren Wagenkastens
I_{zz} – Trägheitsmoment in Bezug zur vertikalen Achse durch den Schwerpunkt

5.2.3 Langschaken-Aufhängung "Niesky 2"

5.2.3.1 Allgemeines

Ein Beispiel für eine Langschaken-Aufhängung "Niesky 2" nach dieser Norm ist in Bild 3 gezeigt. Die wesentlichen fahrdynamischen Kennwerte sind in 5.2.3.2 bis 5.2.3.3 sowie die konstruktiven und betrieblichen Einschränkungen in 5.2.3.4 beschrieben. Die zugelassenen Baugruppen sind im Anhang G aufgeführt.



Legende

- a Abstand zwischen Federböcken
- b Abstand zwischen Gleitplatten = 1 830 mm
- c Längsspiel
- d Querspiel
- e Abstand zwischen den Radsatzlagern = 2 000 mm
- f Langschake
- g Blattfeder
- h Radsatzhalter

Bild 3 — Langschaken-Aufhängung "Niesky 2", Übersicht

Das Spiel zwischen dem Radsatzlager und dem Radsatzhalter muss sein:

- seitlich ≥ 20 mm
- in Längsrichtung = $\min(3 \times 2a^*/1\,000; 22,5 \text{ mm})$

Der Abstand zwischen den Federböcken muss die Länge der Feder + 300 mm sein.

5.2.3.2 Baugruppe Langschake

Der Aufbau der Langschake, wie in Anhang G beschrieben, ist die Schlüsselstelle der Langschaken-Aufhängung "Niesky 2" entsprechend dieser Norm.

5.2.3.3 Komponenten Feder und Radsatzhalter

Die Kennwerte der Komponenten Feder und Radsatzhalter für die "Niesky 2"-Aufhängung sind dieselben wie für das Doppelschakengehänge (siehe 5.2.2.3 und 5.2.2.4).

5.2.3.4 Konstruktive und betriebliche Beschränkungen für die "Niesky 2"-Aufhängung

Wagen mit Wagenkästen nach Tabelle 8 und ausgerüstet mit einer Langschaken-Aufhängung "Niesky 2" nach dieser Norm haben eine Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363, Abschnitt 5 für Radsatzlasten bis zu 22,5 t mit einer Geschwindigkeit bis zu 120 km/h und einem Überhöhungsfehlbetrag bis zu 130 mm wenn die Federkonstruktion sachgemäß ist (siehe 5.2.2.3 und Anhang E).

ANMERKUNG Der Betrieb mit 22,5 t Radlast ist begrenzt auf D-Linien nach EN 15528, bei denen die Spurweite auf 1 455 mm nach UIC 700, §3.2.2 begrenzt ist.

Das zu verwendende Radprofil ist EN 13715 - S1002.

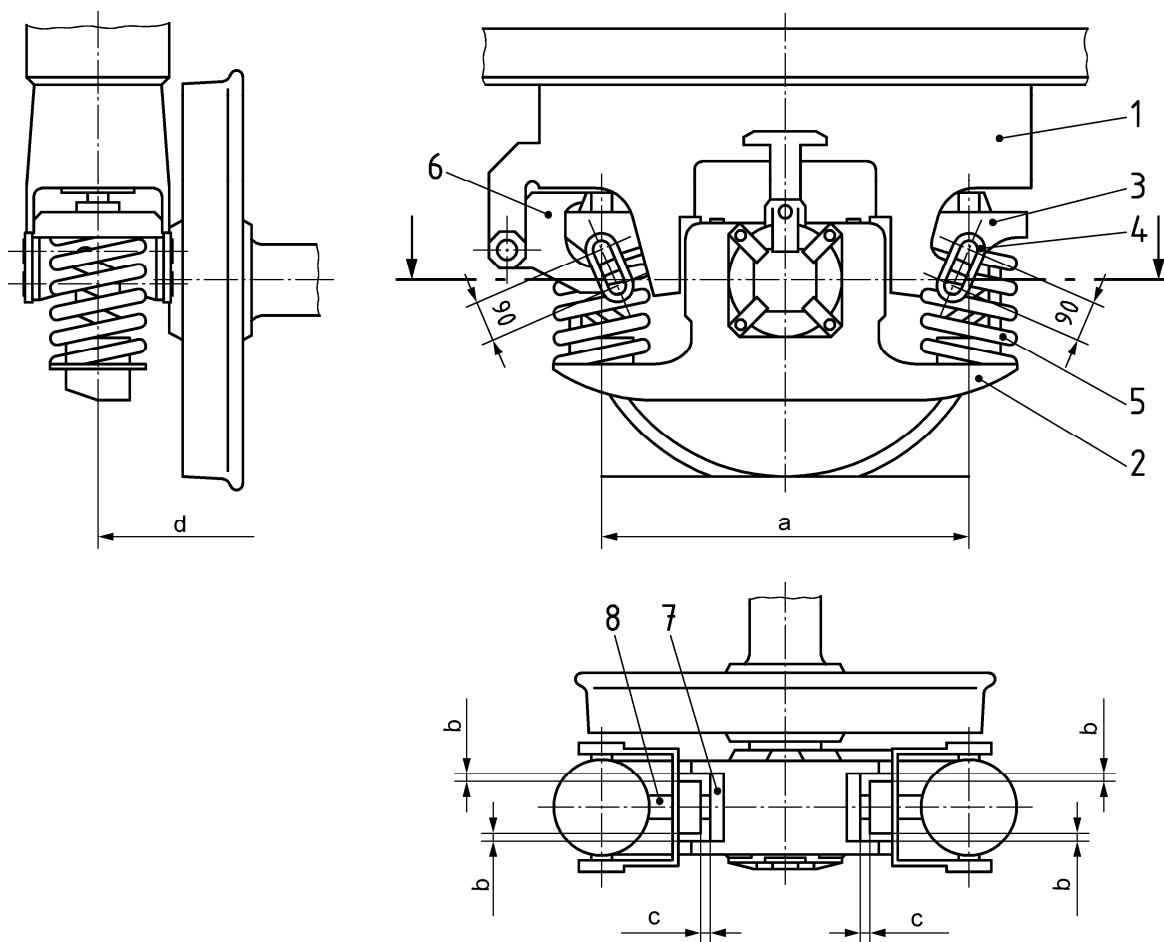
Tabelle 8 — Kennwerte von Wagenkästen, die nach dieser Norm mit einer Langschaken-Aufhängung "Niesky 2" ausgerüstet werden dürfen

Höchste Radsatzlast	Achsabstand (2a*)		Massenverteilungskoeffizient Φ für leere Wagen ^a	Nomineller Raddurchmesser	Schwerpunktshöhe des beladenen Wagens	Torsionssteifigkeit des Wagenkastens (C_t)	Eigenmasse des Wagens
	min	max			max	min	min
T	M	M	‘-	mm	mm	10^{10} kNm ² /Rad	t
20	8,0	10,0	0,55	920 oder 840	2 500	0,5	11,5
20	6,0	8,0	0,55	920 oder 840	2 500	4,0	11,5
22,5	8,0	10,0	0,55	920	2 380	0,5	11,5
22,5	6,0	8,0	0,55	920	2 380	4,0	11,5
^a mit m – Masse des leeren Wagenkastens I_{zz} – Trägheitsmoment in Bezug zur vertikalen Achse durch den Schwerpunkt							

5.2.4 Aufhängung S 2000

5.2.4.1 Allgemeines

Ein Beispiel für eine S 2000-Aufhängung nach dieser Norm ist in Bild 4 gezeigt. Die wesentlichen fahrdynamischen Kennwerte sind in 5.2.4.2 bis 5.2.4.2 sowie die konstruktiven und betrieblichen Beschränkungen in 5.2.4.3 beschrieben.



Legende

- 1 Konsole
- 2 Radsatzlager
- 3 Federgehäuse
- 4 Dämpfungsschake (Trockenreibung)
- 6 Gelenkbügel
- 7 Achsdämpferdrosselschieber
- 8 Achsdämpfergestänge
- a Abstand zwischen den Aufhängungskonsolen = 810 mm
- b Querspiel
- c Längspiel
- d Abstand zwischen den Radsatzlagern = 2 000 mm

Bild 4 — Aufhängung S 2000, Übersicht

Das Spiel zwischen dem Radsatzlager und der Radsatzführung muss sein:

- seitlich ≥ 20 mm;
- in Längsrichtung = $\min(3 \times 2a^*/1\ 000; 22,5\text{ mm})$.

5.2.4.2 Komponente Feder und zweifaches Lenoir-Dämpfersystem

Das Lenoir-Dämpfungssystem bietet eine lastabhängige Reibungsdämpfung zwischen Radsatzlager und Konsole in vertikaler und seitlicher Richtung: Beide Federn der Aufhängung sind durch Federkappen am oberen Ende geführt, welche zum Drehgestellrahmen ein Längsspiel haben. Die Federkappe stützt sich über eine geneigte Schake am Rahmen ab. Diese Schake erzeugt – abhängig von ihrer Neigung – eine horizontale Kraft, die die Federkappe gegen den Drehgestellrahmen presst. Diese Längskraft wird über ein Druckstück zum Drehgestellrahmen geführt und verursacht vertikale und seitliche Reibungsdämpfung an der Reibfläche.

Diese Reibung hängt ab von der Belastung der Primärstufe der Aufhängung, der Neigung der Schake und dem Reibungskoeffizienten an der Reibfläche.

Weiterhin ist die Charakteristik der Radsatzlängsführung nachhaltig durch das Lenoir-Dämpfungssystem beeinflusst.

Die Oberfläche des Reibbelags muss glatt und ungeschmiert und aus Manganstahl hergestellt sein.

Die Neigung der Schake des Lenoir-Dämpfers müssen 20° und der Abstand zwischen den Mittelpunkten der Zapfen 90 mm betragen.

Die Feder der nach dieser Norm bewährten S 2000-Aufhängung muss dem Bereich der in Tabelle 9 beschriebenen Kennwerte entsprechen. Anhang C führt Einzelheiten zur Bestimmung der beschreibenden Kennwerte auf. Die Feder, die diese Anforderungen erfüllt, ist in der Anmerkung beschrieben.

Tabelle 9 — Bereich der Kennwerte der vertikalen Feder für S 2000-Aufhängung zur Befreiung von Streckenversuchen entsprechend EN 14633

		Schraubenfeder
Höchste Radsatzlast	$P_{\max} \text{ t}$	höher als 25,0 ^c
Unterer Grenzwert der vertikalen Eigenfrequenz	$v_{\text{zl}} \text{ Hz}^a$	1,9 ^b
Oberer Grenzwert der vertikalen Eigenfrequenz	$v_{\text{zu}} \text{ Hz}^a$	3,4 ^b
Dämpfungs-bereich	$D \%$	zweifacher Lenoir-Dämpfer beschrieben in 5.2.4.2
^a die nominelle Steifigkeit wird entsprechend der Festlegung in Anhang C berechnet ^b eine maximale Herstellungstoleranz für die Steifigkeit von $\leq \pm 5 \%$ ist erforderlich ^c es ist erforderlich, die Festigkeit der Feder und die maximale Durchbiegung nach den maßgeblichen Normen und Vorschriften zu prüfen		

ANMERKUNG Die einzige genormte Lösung für die S 2000-Aufhängung hat die folgenden vertikalen Kennwerte je Radsatzlager:

Steifigkeit 1. Stufe	$c_{z1} = 0,613 \text{ kN/mm}$
Steifigkeit 2. Stufe	$c_{z2} = 1,817 \text{ kN/mm}$
Kraft im Umschaltpunkt	$F_1 = 40,5 \text{ kN}$

5.2.4.3 Konstruktive und betriebliche Beschränkungen für S 2000-Aufhängung

Wagen mit Wagenkästen nach Tabelle 10 und ausgerüstet mit einer S 2000-Aufhängung nach dieser Norm haben eine Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363, Abschnitt 5 für Radsatzlasten bis zu 22,5 t mit einer Geschwindigkeit bis zu 120 km/h und einem Überhöhungsfehlbetrag bis zu 130 mm, wenn die Federkonstruktion sachgemäß ist (siehe 5.2.4.2).

ANMERKUNG Der Betrieb mit 22,5 t Radlast ist begrenzt auf D-Linien nach EN 15528, bei denen die Spurweite auf 1 455 mm nach UIC 700, §3.2.2 begrenzt ist.

Das zu verwendende Radprofil ist EN 13715 - S1002.

Tabelle 10 — Kennwerte von Wagenkästen, die mit einer S 2000-Aufhängung nach dieser Norm ausgerüstet werden dürfen

Höchste Radsatzlast	Achsabstand ($2a^*$)		Massenverteilungskoeffizient Φ für leere Wagen ^a	Nomineller Raddurchmesser	Schwerpunktshöhe des beladenen Wagens	Torsionssteifigkeit des Wagenkastens (c_t)	Eigenmasse des Wagens
	min	max			max	min	min
T	M	M	—	Mm	mm	$10^{10} \text{ kNmm}^2/\text{rad}$	t
20	8,0	10,0	0,55	920 or 840	2 500	0,5	11,5
20	6,0	8,0	0,55	920 or 840	2 500	4,0	11,5
22,5	8,0	10,0	0,55	920	2 380	0,5	11,5
22,5	6,0	8,0	0,55	920	2 380	4,0	11,5

^a mit m – Masse des leeren Wagenkastens
 I_{zz} – Trägheitsmoment in Bezug zur vertikalen Achse durch den Schwerpunkt

5.2.5 Ständig gekuppelte Wageneinheiten bestehend aus zweiachsigen Elementen

Ständig gekuppelte Wageneinheiten, bestehend aus zweiachsigen Elementen und ausgerüstet mit einem der in 5.2.2, 5.2.3 oder 5.2.4 beschriebenen einachsigen Fahrwerken, haben eine Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363, Abschnitt 5 für Betriebsbedingungen, beschrieben in 5.2.2.5, 5.2.3.4 oder 5.2.4.2, wenn jedes Element die Anforderungen der zugehörigen Tabelle 7, Tabelle 8 oder Tabelle 10 erfüllt. Diese Wageneinheiten sind auszurüsten mit Verbindungen zwischen den Wagen bestehend aus entweder:

- Seitenpuffern und Schraubenkupplungen beschrieben in EN 15551 und EN 15566;
- Diagonalpuffern und Schraubenkupplungen wie in Anhang J.1 beschrieben oder
- Kupplungsstangen beschrieben in Anhang J.2.