

DIN EN 15839



ICS 45.060.20

Einsprüche bis 2023-06-21
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15839:2016-01

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Versuche und Simulationen für die Zulassung der fahrtechnischen
Eigenschaften von Eisenbahnfahrzeugen –
Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15839:2023**

Railway applications –
Testing and simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles –
Running safety under longitudinal compressive forces;
German and English version prEN 15839:2023

Applications ferroviaires –
Essais et simulations en vue de l'homologation du comportement dynamique des véhicules
ferroviaires –
Sécurité de circulation sous forces longitudinales de compression;
Version allemande et anglaise prEN 15839:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-04-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Rolandstr. 4, 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 70 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15839:2023) 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).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 15839:2016-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Gleisbaumaschinen (OTMs) wurden dem Anwendungsbereich hinzugefügt, wodurch im gesamten Dokument der Term „Wagen“ durch „Fahrzeug“ ersetzt wurde;
- b) Anforderungen für ertragbare Längsdruckkräfte aus EN 15839:2012+A1:2015 wurden im gegenwärtigen Dokument beibehalten und hauptsächlich in 5.2 für konventionelle Züge dargestellt. Neue optionale Anforderungen für ertragbare Längsdruckkräfte bei Hoch-Kapazitäts-Zügen wurden in 5.3, Anhang F und Anhang G hinzugefügt. Der Grund liegt darin, eine Verbindung zwischen dem gegenwärtigen Dokument und der Methodik zur Bewertung von Hoch-Kapazitäts-Zügen (beschrieben in IRS 40421) herzustellen;
- c) 5.4 und Anhang H zur Bewertung von ertragbaren Längsdruckkräften für Fahrzeuge mit Zentralkupplungen hinzugefügt;
- d) 5.5 über speziellen Fahrzeugaufbau und vor allem 5.5.2 „Ständig gekuppelte Einheiten mit Zugstange“ hinzugefügt;
- e) Abschnitt 5 „Ermittlung der Verwindungskoeffizient eines Fahrzeugkastens c_t^{**} “ und 6 „Bedingung für die Befreiung von Versuchen oder Berechnungen in Bezug auf die Sicherheit gegen Entgleisen in Gleisverwindungen“ wurden gelöscht, da diese Abschnitte bereits in EN 14363:2016+A2:2022 enthalten sind;
- f) Abschnitt 7 (außer 7.2) wurden in Anhang B verschoben. Es wurden einige Präzisierungen in Anhang B hinzugefügt und 7.2 wurde in Anhang C verschoben. Befreiung von Wagen mit dreiachsigen Drehgestellen und Gleisbaumaschinen hinzugefügt. Die Befreiung von OTMs kommt aus der EN 14033-1:2017;
- g) eine Möglichkeit, ertragbare Längsdruckkräfte mit Simulationen zu bewerten wurde in 5.1 und Anhang E hinzugefügt.

Bahnanwendungen – Versuche und Simulationen für die Zulassung der fahrtechnischen Eigenschaften von Eisenbahnfahrzeugen – Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften

Railway applications – Testing and simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Running safety under longitudinal compressive forces

Applications ferroviaires – Essais et simulations en vue de l'homologation du comportement dynamique des véhicules ferroviaires – Sécurité de circulation sous forces longitudinales de compression

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abweichungen von Anforderungen	9
5 Nachweis der ertragbaren Längsdruckkraft	9
5.1 Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkraft	9
5.2 Erforderliche ertragbare Längsdruckkraft zur Anwendung in konventionellen Zügen	9
5.3 Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkräfte zur Anwendung in Großraumzügen	9
5.4 Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkräfte von Fahrzeugen mit Mittelpufferkupplungen	10
5.5 Konstruktion von Sonderfahrzeugen	10
5.5.1 Ständig gekuppelte Einheiten, bestehend aus 2-achsigen Wagen	10
5.5.2 Ständig gekuppelte Einheiten mit Zugstange	10
Anhang A (normativ) Formelzeichen	12
Anhang B (normativ) Bedingungen für die Durchführung und Bewertung von Schiebeversuchen für die Bestimmung der ertragbaren Längsdruckkraft von Fahrzeugen mit Standardwagenenden	13
B.1 Versuchsgleis	13
B.2 Versuchszug	13
B.2.1 Standardaufbau	13
B.2.2 Ergänztender Aufbau für 2-achsige Fahrzeuge mit L _{üP} ≥ 15,75 m	15
B.3 Durchführung der Versuche	15
B.4 Gemessene Werte	16
B.4.1 Messungen während der Versuche	16
B.4.2 Andere Messungen	16
B.5 Angewandte Kriterien zur Auswertung der ertragbaren Längsdruckkraft	17
B.6 Analyse	17
B.7 Ergebnisdokumentation	18
B.7.1 Allgemeines	18
B.7.2 Eigenschaften des Gleises, in dem die Versuche durchgeführt wurden	18
B.7.3 Eigenschaften des Versuchsfahrzeugs	18
B.7.4 Prüfergebnisse	19
Anhang C (normativ) In konventionellen Zügen integrierte Fahrzeuge: Bedingungen für die Befreiung von der Beurteilung der Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften	20
C.1 Allgemeines	20
C.2 2-achsige Wagen	20
C.3 Wagen mit 2-achsigen Drehgestellen	22
C.4 Wagen mit 3-achsigen Drehgestellen	24
C.5 Gleisbaumaschinen	24
Anhang D (normativ) Konventionelle Züge: Bauartmerkmale der standardisierten Kuppelstelle ständig gekuppelter Einheiten für die Befreiung von Versuchen und Simulationen zum Nachweis der Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften — Festlegung der Kuppelstelle mit Diagonalpuffern	25
Anhang E (informativ) Anforderungen für die Anwendung von Simulationen als Nachweis der Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften	26
E.1 Einführung	26
E.2 Stand der Technik für ENs zu Schienenfahrzeugen	26
E.3 Modellierung der Versuche in der Simulation	26
E.4 Parameter	28

E.5	Validierung des Modells	28
E.6	Angewandte Kriterien zur Auswertung der ertragbaren Längsdruckkraft	29
Anhang F (informativ)	Szenarien für die Beurteilung von ertragbaren Längsdruckkräften eines Fahrzeugs, das in einen Großraumzug integriert ist	30
Anhang G (informativ)	In Großraumzügen integrierte Fahrzeuge: Bedingungen für die Befreiung von der Beurteilung der Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften	31
G.1	Einführung	31
G.2	Wagen mit 2 Drehgestellen	31
G.3	Gelenkwagen mit 3 Drehgestellen	31
Anhang H (informativ)	Fahrzeuge mit Mittelpufferkupplungen	32
Literaturhinweise		33

Bilder

Bild B.1	— Aufbau des Versuchsgleises	13
Bild B.2	— Beispiel für den Aufbau eines Versuchszuges	15
Bild B.3	— Anordnung der Messeinrichtungen während der Prüfung	16
Bild B.4	— Regressionsanalyse	18
Bild C.1	— Minimales Eigengewicht des Fahrzeugs für die Befreiung von Schiebeversuchen für 2-achsige Fahrzeuge	22
Bild C.2	— Geometrischer Anwendungsbereich für die Befreiung von Schiebeversuchen an Wagen mit 2-achsigen Drehgestellen mit hohen Werten des Laufwerksquerspieles q_2 in der Primärfederung (20...30 mm, übliche Ausführung DB 65)	23
Bild C.3	— Geometrischer Anwendungsbereich für die Befreiung von Schiebeversuchen an Wagen mit 2-achsigen Drehgestellen mit niedrigen Werten des Laufwerksquerspieles q_2 in der Primärfederung (10...20 mm, übliche Ausführung Y25)	24
Bild D.1	— Ständig gekuppelte Fahrzeuge, Kurzkupplung (vollständige Einheit)	25
Bild E.1	— Zu simulierender Versuchszug	27

Tabellen

Tabelle A.1	— Formelzeichen	12
Tabelle B.1	— Bedingungen für das Prüffahrzeug und den Rahmenwagen während des Versuchs	13
Tabelle C.1	— Zu erfüllende Parameter für die Befreiung von Fahrversuchen an 2-achsigen Fahrzeugen	20
Tabelle C.2	— Zu erfüllende Parameter für die Befreiung von Fahrprüfungen an Wagen mit 2-achsigen Drehgestellen	22
Tabelle F.1	— Szenarien für die Beurteilung von ertragbaren Längsdruckkräften eines Fahrzeugs, das in einen Großraumzug integriert ist	30

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15839:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15839:2012+A1:2015 ersetzen.

Dieses Dokument enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 15839:2012+A1:2015:

- im Anwendungsbereich wurden Gleisbaumaschinen (OTMs, en: on-track machines) hinzugefügt, was auch der Grund dafür ist, dass der Begriff „Wagen“ in dieser Norm weitestgehend durch den Begriff „Fahrzeug“ ersetzt wurde;
- Anforderungen für ertragbare Längsdruckkräfte in EN 15839:2012+A1:2015 wurden in diesem Dokument beibehalten und hauptsächlich in 5.2 für konventionelle Züge aufgeführt. In 5.3, Anhang F und Anhang G wurden neue optionale Anforderungen für ertragbare Druckkräfte in Großraumzügen hinzugefügt, um eine Verbindung zwischen diesem Dokument und der Methodik für die Beurteilung von Großraumzügen (in IRS 40421 beschrieben) herzustellen;
- 5.4 und Anhang H zur Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkraft für Fahrzeuge mit Mittelkupplungen wurden hinzugefügt;
- 5.5 über die Konstruktion von Sonderfahrzeugen und insbesondere 5.5.2, „Ständig gekuppelte Einheiten mit Zugstange“, wurden hinzugefügt;
- Abschnitt 5, „Ermittlung der Verwindungskoeffizient eines Fahrzeugkastens c_{t*} “, und Abschnitt 6, „Bedingung für die Befreiung von Versuchen oder Berechnungen in Bezug auf die Sicherheit gegen Entgleisen in Gleisverwindungen“, wurden gestrichen, da diese Abschnitte bereits in EN 14363:2016+A2:2022 enthalten sind;
- Abschnitt 7 (außer 7.2) wurde in Anhang B verschoben, in Anhang B wurden einige Präzisierungen hinzugefügt und 7.2 wurde in Anhang C verschoben. Die Befreiung für Wagen mit 3-achsigen Drehgestellen sowie OTMs wurde hinzugefügt. Die Befreiung für OTMs entstammt EN 14033-1:2017;
- in 5.1 und Anhang E wurde die Möglichkeit zur Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkraft mittels Simulation hinzugefügt.

Einleitung

Aufgrund der Betriebsbedingungen beim Bremsen oder beim Schieben (Traktion) können hohe Längsdruckkräfte zwischen gekuppelten Güterfahrzeugen auftreten. Diese Kräfte können unter bestimmten Bedingungen, die auch von der Konstruktion der Kupplung abhängig sind, sicherheitsrelevant sein, besonders in S-förmigen Bögen mit kleinen Radien.

In diesem Dokument werden Nachweisverfahren für Fahrzeuge beschrieben, die so betrieben werden, dass hohe Längsdruckkräfte in den Zügen auftreten können.

In diesem Dokument wird von derzeit vorhandenen Regeln, Verfahrensweisen und der Betriebspraxis ausgegangen, um die Bedingungen für den Nachweis der Fahrsicherheit unter den existierenden Betriebsbedingungen festzulegen. Es berücksichtigt die Schnittstellen zwischen Fahrzeugkonstruktion, Infrastruktur und Betriebsbedingungen im Rahmen des Nachweisverfahrens. Untersuchungen zur Fahrsicherheit nach diesem Dokument sind nicht notwendig, wenn die Betriebspraxis zeigt, dass eine hinreichende Fahrsicherheit ohne sie erreicht werden kann.

Folgende Grundsätze werden angewendet:

- a) Das System Eisenbahn setzt umfassende technische Regeln voraus, um ein annehmbares Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg sicherzustellen;
- b) aufgrund zahlreicher nationaler und internationaler Regelwerke müssen neue Eisenbahnfahrzeuge vor ihrer Inbetriebnahme immer geprüft und zugelassen werden. Zusätzlich werden bei geänderten Betriebsbedingungen bestehende Zulassungen geprüft;
- c) die Bedeutung des grenzüberschreitenden Eisenbahnverkehrs verlangt die Harmonisierung vorhandener Regelwerke und macht zum Teil zusätzliche Regeln erforderlich: Erhebliche Verbesserungen eisenbahnspezifischer Mess-, Auswertungs- und Datenverarbeitungstechnik bedingen und ermöglichen eine Fortschreibung vorhandener Regelwerke;
- d) es ist von besonderer Bedeutung, dass das bestehende Sicherheits- und Zuverlässigkeitsniveau bei Änderungen hinsichtlich Fahrzeugkonstruktion und Betriebsbedingungen nicht beeinträchtigt wird.

Dieses Dokument wurde in wesentlichen Teilen aus UIC 530-2:2011 abgeleitet, die auf praktischen Prüfungen in ERRI-B12 basiert.

Abweichungen von den in diesem Dokument festgelegten Bedingungen sind zulässig, wie durch Richtlinie 2016/797/EG, Artikel 7, festgelegt.

Für einen nationalen oder multilateralen Betrieb dürfen die zuständigen Infrastrukturbetreiber Abweichungen von den festgelegten Bedingungen genehmigen.

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument wird die Beurteilung ertragbarer Längsdruckkräfte (LCF, en: longitudinal compressive force) eines Fahrzeugs festgelegt. Bei der ertragbaren Längsdruckkraft handelt es sich um einen von der Fahrzeugkonstruktion abhängigen Parameter. Dieser wird verwendet, um das Risiko einer Entgleisung in Folge einer Einwirkung dieser Kräfte unter Betriebsbedingungen einzuschätzen.

ANMERKUNG 1 Da Betriebsbedingungen hinsichtlich verschiedener Aspekte variieren können (Infrastruktur, Zugkonfigurationen usw.), wird in diesem Dokument eine einheitliche Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkraft je Fahrzeug unter bestimmten Betriebsbedingungen festgelegt. Eine dieser ertragbaren Längsdruckkräfte ist aus UIC 530-2:2011 abgeleitet, welche auf praktischen Prüfungen in ERRI-B12 beruht. Weitere ertragbare Längsdruckkräfte als Ergebnis dieses Dokuments bilden wesentliche Eingangsparameter in der Methodik von IRS 40421. In IRS 40421 werden Zug- und Betriebsparameter von dem Ergebnis dieses Dokuments abgeleitet, die Fahrzeugparameter darstellen.

Dieses Dokument gilt für die folgenden Typen von Fahrzeugen:

- Einzelwagen;
- ständig gekuppelte Einheiten mit Seitenpuffern und Schraubkupplungen zwischen den Fahrzeugen;
- ständig gekuppelte Einheiten mit Diagonalpuffern mit Schraubkupplungen zwischen den Fahrzeugen;
- ständig gekuppelte Einheiten mit einer Kuppelstange zwischen den Fahrzeugen;
- Gelenkeinheiten mit drei zweiachsigen Drehgestellen;
- Wagen mit 3-achsigen Drehgestellen; Niederflurwagen mit acht oder mehr Radsätzen (z. B. Tragwagen für die rollende Landstraße);
- Fahrzeuge mit Mittelpufferkupplungen;
- OTMs, wie in EN 14033-1:2017 festgelegt.

ANMERKUNG 2 In diesem Dokument wird das Nachweisverfahren festgelegt, das von Fahrzeugen durchlaufen werden muss, die so betrieben werden, dass aufgrund der Betriebsumgebung (z. B. Zugbildung, Bremscharakteristik, Gleisbau) der Züge hohe Längsdruckkräfte in diesen auftreten können. Daher müssen Fahrzeuge aus der obigen Aufzählung, die keinen hohen Längsdruckkräften unterliegen, dieses Dokument nicht erfüllen.

Die folgenden Fahrzeuge werden nicht in diesem Dokument behandelt:

- Gelenkwagen mit mehr als drei zweiachsigen Drehgestellen;
- Lokomotiven und Personenfahrzeuge;
- Fahrzeuge, die nur in Personenzügen betrieben werden.

In diesem Dokument werden Nachweiskriterien und -bedingungen sowie Bedingungen für die Simulation und Befreiung von Versuchen festgelegt.

Dieses Dokument gilt grundsätzlich für alle Fahrzeuge, die auf Gleisen der Regelspur in Europa (1 435 mm) betrieben werden.

ANMERKUNG 3 Der Einfluss auf Eisenbahnsysteme, die andere Spurweiten verwenden, ist nicht ausreichend bekannt, um den Anwendungsbereich dieses Dokuments auf Spurweiten außerhalb der Standardspurweite auszuweiten.

ANMERKUNG 4 Für Wagen mit Mittelpufferkupplungen wurde die Notwendigkeit einer Beurteilung des Entgleisungsrisikos aufgrund von Längsdrücken auf anderen Spurweiten (1 524 mm, 1 600 mm, 1 668 mm) festgestellt. Der Einfluss auf

Eisenbahnsysteme mit anderen Spurweiten ist jedoch nicht ausreichend bekannt. In diesem Dokument werden lediglich einige Konzepte zur spurweitenunabhängigen Beurteilung vorgestellt.

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 15551:2022, *Bahnanwendungen — Schienenfahrzeuge — Puffer*

EN 15566:2022, *Bahnanwendungen — Schienenfahrzeuge — Zugeinrichtung und Schraubenkupplung*

EN 16235:—¹, *Bahnanwendungen — Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Güterwagen — Bedingungen für Güterwagen mit definierten Eigenschaften zur Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 17343:2020 und 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 <https://www.electropedia.org/>

3.1

Verwindungskoeffizient des Fahrzeugkastens

relevante Größe für Fahrsicherheit unter Druckkräften und Sicherheit gegen Entgleisen in verwundenen Gleisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Versuchsbedingungen sind in EN 14363:2016+A2:2022 festgelegt.

3.2

Sicherheit gegen Entgleisen in Gleisverwindungen

Sicherheit eines Fahrzeugs gegen das Aufklettern eines führenden Rades während des Befahrens eines Gleisbogens mit Grenzbedingungen der Verwindung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Versuchsbedingungen sind in EN 14363:2016+A2:2022 festgelegt.

3.3

Längsdruckkraft

Längskraft, die auf ein Fahrzeug durch seine Schnittstellen mit Rahmenfahrzeugen ausgeübt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Längsdruckkraft ist von vielen Parametern wie der Zugbildung, dem Gleisbau, dem Fahrmanöver sowie dynamischen Parametern abhängig.

1 In Vorbereitung. Der Status zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 16235:2022.

3.4

ertragbare Längsdruckkraft

Längskraft, die in einem Fahrzeug unter bestimmten Bedingungen, im Hinblick auf Rahmenwagen und die Gleistrassierung ohne Überschreitung der Grenzwerte für das Abheben des Rades, der seitlichen Radsatzlagerkräfte, der Überdeckung der Pufferteller und Verformung der Radsatzhalter, ertragen werden kann

3.5

erforderliche ertragbare Längsdruckkraft

minimal ertragbare Längsdruckkraft, die erforderlich ist, damit ein Fahrzeug für den Einsatz unter festgelegten Betriebsbedingungen genehmigt wird

3.6

Standardwagenenden

spezielle Konstruktion des Kupplungsendes eines Fahrzeugs, ausgerüstet mit Seitenpuffern und Schraubenkupplungssystemen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die geometrische Anordnung von Puffern und Zugeinrichtung wird in CR TSI RST FW (Güterwagen), 4.2.2.1, festgelegt. Eigenschaften von Puffern werden in EN 15551:2022 festgelegt, Eigenschaften von Schraubenkupplungssystemen werden in EN 15566:2022 festgeschrieben.

3.7

ständig gekuppelte Einheiten

Einheit, die aus mehreren Elementen besteht (Einzelfahrzeuge, ausgerüstet mit Drehgestellen oder einachsigen Fahrwerken), bei der die Elemente nicht separat betrieben werden können

3.8

Gelenkwagen

Einheit, die aus verschiedenen Elementen besteht, welche mit Gelenken verbunden und an beiden Enden mit Seitenpuffern und Schraubenkupplungssystemen, wie in 3.6 festgelegt, ausgestattet ist, bei denen die Elemente nicht separat betrieben werden können

3.9

konventioneller Zug

Züge einschließlich Güterwagen und/oder OTMs, deren Eigenschaften (Länge, Gewicht, Bremscharakteristik, Höchstgeschwindigkeit usw.) in Bezug auf die Zugbildung im grenzüberschreitenden Verkehr zugelassen sind

Anmerkung 1 zum Begriff: IRS 40421 enthält zugelassene Zugbildungsregeln für konventionelle Züge im grenzüberschreitenden Verkehr.

3.10

Großraumzug

Züge einschließlich Güterwagen und/oder OTMs, deren Eigenschaften (Länge, Gewicht, Bremscharakteristik, Höchstgeschwindigkeit usw.) in Bezug auf die Zugbildung im grenzüberschreitenden Verkehr nicht allgemein zugelassen oder noch nicht in einem europäischen Land zugelassen sind

3.11

Mittelkupplung

mittlere Pufferendkupplung, die automatisch zwei Einheiten miteinander kuppelt, zumindest mechanisch

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Norm zu der digitalen automatischen Kupplung (DAC, en: Digital Automatic Coupler), einer besonderen Mittelkupplung für den Frachtbetrieb, ist im Rahmen von WG33 in Vorbereitung.

3.12

Technische Spezifikation

Dokument, das bestimmte Parameter und/oder Produkthanforderungen zusätzlich zu den Anforderungen dieses Dokuments beschreibt

4 Abweichungen von Anforderungen

Wird im Rahmen einer bestimmten Beurteilung in einzelnen Punkten von den Anforderungen dieses Dokuments abgewichen, so sind diese Abweichungen zu dokumentieren und zu erklären. Anschließend ist der Einfluss auf die Beurteilung des Fahrzeugs hinsichtlich der Akzeptanzkriterien für den Nachweis der Fahrsicherheit zu untersuchen und festzuhalten. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist als integraler Bestandteil der Anforderungen dieses Dokuments im Rahmen des Beurteilungsprozesses des Fahrzeugs zu berücksichtigen.

5 Nachweis der ertragbaren Längsdruckkraft

5.1 Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkraft

Die ertragbare Längsdruckkraft muss über eines der folgenden Verfahren bestimmt werden:

- a) durch Prüfung des Fahrzeugs nach den Festlegungen in Anhang B;
- b) durch Simulationen auf Grundlage von Modellen, die glaubhafte Ergebnisse für ein ähnliches Referenzfahrzeug liefern, für das Prüfungsergebnisse zum Vergleich von Simulation und Prüfungsergebnissen zur Verfügung stehen. Anforderungen für die Anwendung von Simulationen sind in Anhang E enthalten.

5.2 Erforderliche ertragbare Längsdruckkraft zur Anwendung in konventionellen Zügen

Für einen uneingeschränkten Betrieb in konventionellen Zügen muss das Fahrzeug über eine ertragbare Längsdruckkraft verfügen, die über den folgenden Werten liegt:

- 200 kN für Fahrzeuge oder Einheiten, die mit einem einachsigen Fahrwerk ausgestattet sind;
- 240 kN für andere Fahrzeuge.

ANMERKUNG Diese Werte beruhen auf besonderen Versuchsbedingungen, die in Anhang B festgelegt sind, und haben sich als geeignet für die Fahrsicherheit von konventionellen Zügen erwiesen. Die auftretende Längsdruckkraft im Betrieb kann diese Werte übersteigen.

Wenn das Fahrzeug in Übereinstimmung mit den in Anhang C festgelegten Bedingungen konstruiert wurde, sind weder Versuche noch Simulation zum Nachweis dessen Fahrsicherheit in konventionellen Zügen erforderlich.

Bei Fahrzeugen, die den obigen Bedingungen nicht entsprechen, können betriebliche Einschränkungen für ihren Einsatz in europäischen Schienennetzen erforderlich sein.

5.3 Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkräfte zur Anwendung in Großraumzügen

Die im Betrieb erreichten Längsdruckkräfte sind von vielen verschiedenen technischen Parametern abhängig (z. B. Zugbildungsregeln, Betriebsregelwerk, Lokomotivtypen, Bremscharakteristik).

Großraumzüge können höhere Längsdruckkräfte entwickeln als konventionelle Züge. Daher können für Fahrzeuge, die in Großraumzügen integriert sind, höhere ertragbare Längsdruckkräfte als die in 5.2 angegebenen erforderlich sein.

Die Bestimmung der erforderlichen ertragbaren Längsdruckkräfte eines Fahrzeugs unter den verschiedenen Betriebsbedingungen von Großraumzügen wird nicht in diesem Dokument behandelt.

ANMERKUNG In IRS 40421, Anhang B, wird eine Methodik vorgestellt, die Anhaltspunkte für die Bestimmung der auftretenden Längsdruckkräfte sowie die Ableitung der erforderlichen ertragbaren Längsdruckkräfte für ein Fahrzeug in einem Großraumzug gibt.

Die zusätzlichen in Anhang F und Anhang G beschriebenen Beurteilungen gelten nur für in Großraumzügen eingesetzte Fahrzeuge, die höhere ertragbare Längsdruckkräfte erfordern, als in 5.2 festgelegt.

Anhang F enthält eine Liste von Szenarien für die Beurteilung von ertragbaren Längsdruckkräften eines Fahrzeugs, das in einen Großraumzug integriert ist. Die ermittelten ertragbaren Längsdruckkräfte unter den angegebenen Szenarien müssen in der technischen Dokumentation des Fahrzeugs dokumentiert werden.

5.4 Beurteilung der ertragbaren Längsdruckkräfte von Fahrzeugen mit Mittelpufferkupplungen

Anhang H enthält Angaben über das Nachweisverfahren für die ertragbaren Längsdruckkräfte von Fahrzeugen, die mit Mittelpufferkupplungen ausgestattet sind.

5.5 Konstruktion von Sonderfahrzeugen

5.5.1 Ständig gekuppelte Einheiten, bestehend aus 2-achsigen Wagen

Bei ständig gekuppelten Einheiten, bestehend aus zwei 2-achsigen Wagen mit Standardwagenenden am Ende der Einheit,

- mit Standardwagenendenanordnung an der ständig verbundenen Kuppelstelle, oder
- mit 2 Diagonalpuffern und Zugeinrichtung nach Bild D.1 an der ständig verbundenen Kuppelstelle,

müssen 2-achsige Wagen unabhängig nach 5.1, 5.2 und 5.3 beurteilt werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese über Standardwagenenden verfügen.

Wenn die Höhe der ständig gekuppelten Enden mehr als 100 mm unter dem äußeren Ende liegt, muss die minimale Radsatzlast unter den erforderlichen ertragbaren Längsdruckkräften nach 5.2 und 5.3 auf geradem Gleis mindestens 50 % des in Bild C.1 angegebenen minimalen Eigengewichts betragen.

5.5.2 Ständig gekuppelte Einheiten mit Zugstange

Bei ständig gekuppelten Einheiten, die an den Enden der Einheit jeweils mit Standardwagenenden ausgerüstet sind, muss jeder Wagen unabhängig nach 5.1, 5.2 und 5.3 beurteilt werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese über Standardwagenenden verfügen.

Für ständig gekuppelte Einheiten von mehreren 2-achsigen Wagen mit Kuppelstangen ist eine Befreiung von Versuchen oder Simulationen zum Nachweis der ertragbaren Längsdruckkräfte nicht zulässig.

Wagen mit Drehgestellen können ohne zusätzliche Versuche oder Simulationen mit Zugstangen ausgestattet werden, wenn die Zugstange sowie ihre Integration in die Einheit technische Bedingungen erfüllt hinsichtlich:

- Distanzstück für Mindestabstand zwischen Gelenkpunkten;
- minimale statische Druckfestigkeit in der Richtung der Zugstangenmitte;
- minimale statische Zugfestigkeit;
- Energieaufnahmekapazität;
- Höhenunterschied zwischen Endkupplung und Lage des Gelenkpunkts der Innenkupplung;
- Vorhandensein einer Stabilisierungswirkung des Gelenkes;
- Längsspiel.

ANMERKUNG Technische Bedingungen zu diesen Parametern sind in UIC 572:2011 angegeben.

Anhang A
(normativ)

Formelzeichen

Tabelle A.1 enthält eine Zusammenstellung von Formelzeichen der Größen und Kennzahlen zur Prüfung der Fahrsicherheit von Fahrzeugen unter Längsdruckkräften sowie ergänzende Angaben und Begriffe.

Tabelle A.1 — Formelzeichen

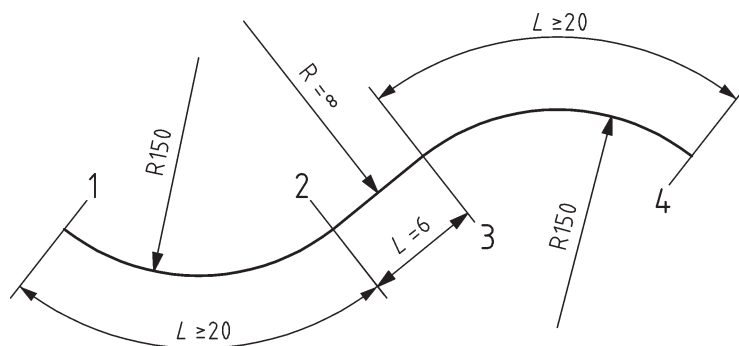
Formel- zeichen	Bedeutung	Formel- zeichen	Bedeutung
Referenzsystem des Fahrzeugs			
x, y, z	Richtung der Koordinaten		
i	Radsatz	j	Rad (Fahrzeugseite, 1: rechts, 2: links)
Allgemeine Zeichen (Verwendung des Beispiels für Größe y)			
y^*	Teilsystem, Fahrzeugkasten	y_{lim}	Grenzwert
dy	Differenz	y_{sus}	Ertragbarer Wert
Beurteilungsgrößen			
dz_{ij}	Radanhebung, Rad ij	F_{Lxi}	Längsdruckkraft, gemessen an Seite I
dy_{Aij}	Verformung der Radsatzhalter, Rad, ij	H_i	Radsatzlagerquerkraft, Radsatz I
dy_{Pi}	Pufferquerverschiebungen, Ende I	Y/Q	Verhältnis zwischen Führungskraft und Radkraft
Andere Größen			
	Fahrzeug		
$2a^*$	Abstand zwischen den Radsätzen (2-achsige Fahrzeuge), Abstand zwischen den Drehgestellen (Drehgestellfahrzeuge)		
$2b_A$	Seitlicher Abstand zwischen den Rad-Schiene-Kontaktpunkten		
D	Radnennendurchmesser		
$L_{\text{üP}}$	Länge über Puffer		
$\ddot{u}_{\text{hg}}$	Abstand zwischen der Kupplungsebene und der Mitte des benachbarten Drehgestells		
c_t^*	Verwindungskoeffizient des Fahrzeugkastens		

Anhang B (normativ)

Bedingungen für die Durchführung und Bewertung von Schiebeversuchen für die Bestimmung der ertragbaren Längsdruckkraft von Fahrzeugen mit Standardwagenenden

B.1 Versuchsgleis

Das S-förmige Versuchsgleis (siehe Bild B.1) beinhaltet Bögen mit Nennradius $R = 150$ m, getrennt durch eine Zwischengerade mit einer Nennlänge von 6 m.



Maße in Millimeter

Legende

- 1 Bogeneinfahrt
- 2 Bogenausfahrt
- 3 Gegenbogeneinfahrt
- 4 Gegenbogenausfahrt

Bild B.1 — Aufbau des Versuchsgleises

Das Versuchsgleis ist eben (d. h. ohne eingebaute Überhöhung). Die Gleisqualität ist gleich der eines auf übliche Weise instand gehaltenen Gleises. Die mittlere Spurweite liegt zwischen 1 450 mm und 1 465 mm. Eine seitliche Gleisverschiebung während des Versuchs darf nicht auftreten. Daher können spezielle seitliche Gleisbefestigungen notwendig sein.

B.2 Versuchszug

B.2.1 Standardaufbau

Für den Versuch sind Wagen mit den folgenden Eigenschaften nach Tabelle B.1 zu verwenden.

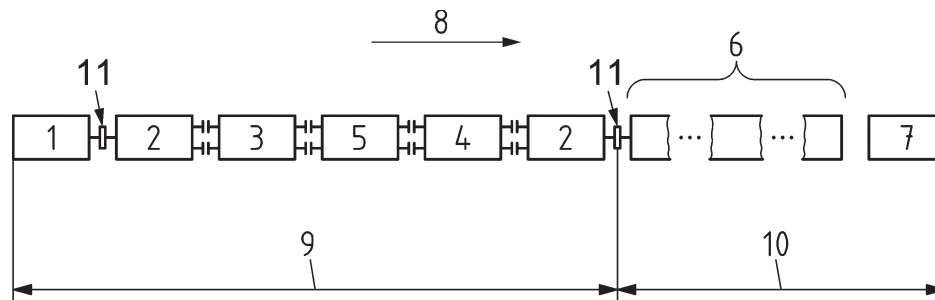
Tabelle B.1 — Bedingungen für das Prüffahrzeug und den Rahmenwagen während des Versuchs

	Vorderer Rahmenwagen	Geprüftes Fahrzeug	Hinterer Rahmenwagen
Typische Beispiele	Fcs oder Tds	—	Rs
Art	2-achsige Wagen	—	4-achsige Drehgestellwagen
Länge über Puffer:	9,64 m	—	19,90 m
Radstand:	6,00 m	—	

Tabelle B.1 (fortgesetzt)

	Vorderer Rahmenwagen	Geprüftes Fahrzeug	Hinterer Rahmenwagen
Abstand zwischen den Drehzapfen:		—	13,00 m
Radsatzlast	Beladen etwa an der Lastgrenze	Eigengewicht	Beladen etwa an der Lastgrenze
Vertikale Differenz zwischen der Pufferstandshöhe der beladenen Rahmenwagen und des leeren geprüften Fahrzeugs	etwa 80 mm Abweichungen infolge der Einfederung „leer zu beladen“ des geprüften Fahrzeugs sind zulässig		
Art des Puffers	Eigenschaften nach EN 15551:2022, Kategorie A, Hubendkraft 590 kN, kugelförmige Puffertelleroberfläche $R_P = 1\,500\text{ mm}$ Nicht rotierender Pufferteller	Ausführung wie für das Fahrzeug festgelegt, Radius nach der festgelegten Pufferart	Eigenschaften nach EN 15551:2022, Kategorie A, Hubendkraft 590 kN, kugelförmige Puffertelleroberfläche $R_P = 1\,500\text{ mm}$ Nicht rotierender Pufferteller
Zustand der Oberfläche des Puffertellers	Vor der Einfahrt in den Messabschnitt leicht gefettet, um eine reibungsarme Oberfläche sicherzustellen Vorher ohne Oberflächenbeschädigungen im Betrieb verwendet	Vor der Einfahrt in den Messabschnitt leicht gefettet, um eine reibungsarme Oberfläche sicherzustellen Keine sichtbaren Abnutzungen zu Beginn der Prüfung	Vor der Einfahrt in den Messabschnitt leicht gefettet, um eine reibungsarme Oberfläche sicherzustellen Vorher ohne Oberflächenbeschädigungen im Betrieb verwendet
Kupplungszustand im geraden Gleis	Die Schraubkupplungen zwischen Prüffahrzeug und Rahmenwagen müssen so angezogen sein, dass die Pufferplatten im geraden Gleis Kontakt ohne Vorspannung haben.		

Bild B.2 zeigt ein Beispiel für einen Versuchszug mit dem oben genannten Standardaufbau.



Legende

- | | |
|--|---|
| 1 Lokomotive | 7 Messwagen |
| 2 Zwischenwagen | 8 Bewegungsrichtung |
| 3 4-achsiger Rahmenwagen | 9 ungebremste Wageneinheit |
| 4 2-achsiger Rahmenwagen | 10 gebremste Wageneinheit |
| 5 Versuchsfahrzeug | 11 Längskraft-Messeinrichtung für F_{Lxi} |
| 6 Bremsen(einheit(en)) (z. B. Gruppe von Wagen oder Lokomotiven) | |

Bild B.2 — Beispiel für den Aufbau eines Versuchszuges

Es ist wichtig, dass der 2-achsige Rahmenwagen vor dem Versuchsfahrzeug eingesetzt wird.

Zur Bestimmung der während des Versuchs herrschenden Längsdruckkraft müssen die eingesetzten 2-achsigen oder 4-achsigen Zwischenwagen an jeweils einem Ende mit einer entsprechenden Messeinrichtung ausgestattet werden.

B.2.2 Ergänzender Aufbau für 2-achsige Fahrzeuge mit $LüP \geq 15,75$ m

Für diese Fahrzeuge muss eine zusätzliche Konfiguration des Versuchszuges untersucht werden, in der die (beladenen) Rahmenwagen die gleichen geometrischen Eigenschaften (LüP und Radstand) sowie den gleichen Puffertyp aufweisen wie das (unbeladene) Versuchsfahrzeug. Die Bedingungen für die Oberfläche des Puffer-tellers und der Kupplung im geraden Gleis sind die gleichen wie in Tabelle B.1 festgelegt.

B.3 Durchführung der Versuche

Der Versuchszug muss entlang des vorgegebenen S-Bogens bei einer Geschwindigkeit von 4 km/h bis 8 km/h mit annähernd konstanter Längsdruckkraft geschoben werden. Die Versuche müssen so lange mit schrittweise erhöhter aufgebrachtener Längsdruckkraft wiederholt werden, bis eines der Bewertungskriterien nach B.5 erreicht oder überschritten wird. Bei Fahrzeugen, die nur für den Einsatz in konventionellen Zügen vorgesehen sind, muss die Längsdruckkraft bei Erreichen von 280 kN ohne Überschreitung eines der Bewertungskriterien nicht weiter erhöht werden. Bei Fahrzeugen, die für den Einsatz in Großraumzügen vorgesehen sind, müssen die Längsdruckkräfte erhöht werden, bis eines der Bewertungskriterien überschritten wird.

Für die Abnahme eines Fahrzeugs ist es erforderlich, die Übereinstimmung mit den Kriterien für die minimal erforderliche aufrechtzuerhaltende Längsdruckkraft nach B.1 aufzuweisen.

Mindestens 20 entsprechende Versuche müssen für die Bestimmung der linearen Regressionsbogen nach B.6 mit unterschiedlichen Längsdruckkräften durchgeführt werden. In mindestens 10 dieser Versuche sollte die erforderliche ertragbare Längsdruckkraft entsprechend der Festlegung in 5.2 und 5.3 für einen konventionellen Zug bzw. einen Großraumzug um etwa 10 % überschritten werden.

Eine Beschädigung der Pufferstoßfläche, die während eines Versuches auftreten darf, muss vor jeder neuen Versuchsreihe entfernt werden. Im Verlauf der 20 Prüfungen müssen fünf hintereinander folgende Prüfungen mit der erforderlichen ertragbaren Längsdruckkraft ohne irgendwelche Beschädigungen, die zum Puffertausch

oder der Notwendigkeit einer Puffertellerinstandhaltung führt, und ohne Überschreitung der Kriterien nach B.5 durchgeführt werden.

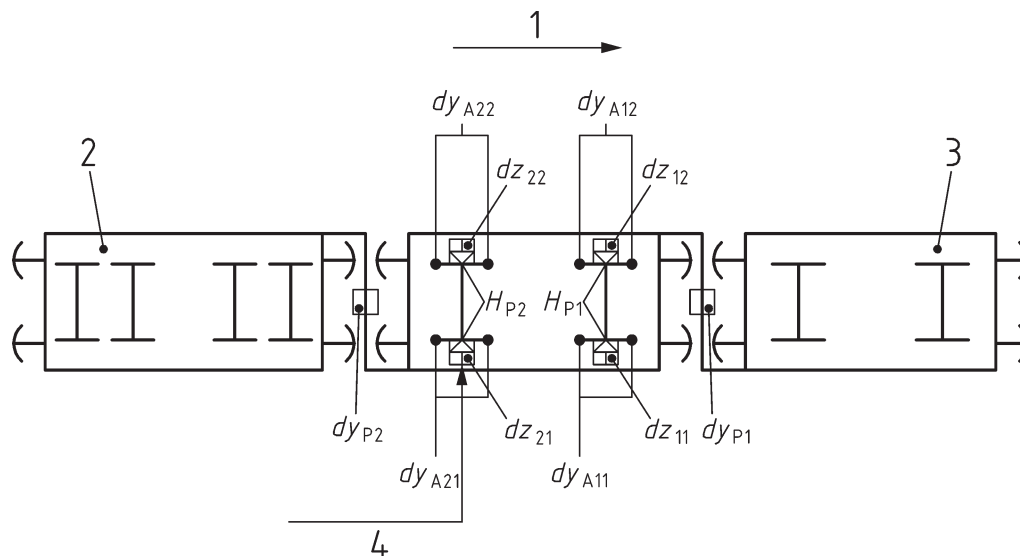
Puffertellerpaare müssen infolge von Abrieb oder Deformation ersetzt werden, erhaltene Ergebnisse weichen wesentlich von denen im Vorfeld aufgezeichneten ab.

B.4 Gemessene Werte

B.4.1 Messungen während der Versuche

Mindestens die folgenden Werte müssen während der Versuche gemessen und aufgezeichnet werden:

- Längsdruckkraft F_{LXi} im Versuchszug;
- Radanhebung dz_{ij} aller Räder im Versuchsfahrzeug;
- Radsatzlagerquerkräfte H_i aller Radsätze des Versuchsfahrzeugs;
- Verformung der Radsatzhalter dy_{Aij} aller Räder am Versuchsfahrzeug (nur in Fahrzeugen mit Radsatzhaltern);
- Pufferquerverschiebungen dy_{P1} , dy_{P2} zwischen den Rahmenwagen und dem Versuchsfahrzeug;
- Aufzeichnen der Gleismarken (siehe Bild B.3);
- Weg entlang des Gleises (z. B. 1-m-Marke).



Legende

- 1 Fahrtrichtung
- 2 4-achsiger Rahmenwagen
- 3 2-achsiger Rahmenwagen
- 4 Aufzeichnung der Gleismarken (Beispiel)

Bild B.3 — Anordnung der Messeinrichtungen während der Prüfung

B.4.2 Andere Messungen

Weitere Messungen und Prüfungen sind durchzuführen:

- Messung der Puffercharakteristik der Rahmenwagen und des Versuchsfahrzeugs im statischen Fall, um ordnungsgemäße Prüfbedingungen (siehe Tabelle B.1) nachzuweisen;
- Messungen der Gleisgeometrie vor und nach den Versuchen, um nachzuweisen, dass die Bedingungen für das Gleis konform mit B.1 waren;
- Prüfung des Fahrzeugzustands vor und nach den Versuchen, um mögliche Schäden festzustellen (z. B. Messungen der seitlichen und längsseitigen Spiele zwischen Radsatzlager und Radsatzhalter);
- Messungen der Pufferhöhe über Schienenoberkante des Rahmenwagens und des Versuchsfahrzeugs, um den erforderlichen Höhenunterschied (siehe Tabelle B.1) nachzuweisen.

B.5 Angewandte Kriterien zur Auswertung der ertragbaren Längsdruckkraft

Die ertragbare Längsdruckkraft wird durch Erreichen eines der folgenden Grenzkriterien bestimmt:

- Anheben eines nicht führenden Rades $dz_{ij,lim} = 50 \text{ mm}$ über einen Rollweg von $\geq 2 \text{ m}$;
- Radsatzhalterverformung $dy_{Aij,lim} = 22 \text{ mm}^2$, gemessen 380 mm von der Unterkante des Längsträgers;
- Radsatzlagerquerkraft $H_{lim} (2 \text{ m}) = 25 + 0,6 \times 2Q_0 \text{ (kN)}$;
- mit Q_0 = mittlere Radkraft auf der Schiene;
- minimale horizontale Überdeckung der Pufferteller $dy_{p,lim} = 25 \text{ mm}$;
- bei Verwendung der zusätzlichen Zugzusammenstellung für lange 2-achsige Güterwagen (siehe B.2.2): Aufklettern der führenden Räder $dz_{ij,lim} = 5 \text{ mm}$.

B.6 Analyse

Für jeden Versuch ist es notwendig, zu bewerten:

- $H_i dz_{ij}$, Wert über einen Rollweg von 2 m;
- F_{LX} ;
- dy_{Aij} (für 2-achsige Fahrzeuge mit Radsatzhaltern);
- dy_p ;

bei Verwendung der zusätzlichen Zugzusammenstellung für lange 2-achsige Fahrzeuge (siehe B.2.2): dz_{ij} als Wert des Aufkletterns des führenden Rades.

Die berechneten Werte müssen in einer grafischen Form als Funktion der Längsdruckkraft F_{LX} dargestellt werden.

Um die ertragbare Längsdruckkraft zu berechnen, müssen die linearen Gleichungen der Regressionsgerade für die zu messenden Größen von dz_{ij} , dy_{Aij} , dy_p und H_i in einem entsprechenden Bereich, in dem ein lineares Abhängigkeitsverhältnis eindeutig ist, erstellt werden.

2 Auswertung und Analyse nur für 2-achsige Fahrzeuge mit Radsatzhaltern. Diese Grenze gilt für standardisierte Radsatzhalter, die in UIC 517:1989 festgelegt sind, und kann für andere Konstruktionen modifiziert sein.

Die ertragbare Längsdruckkraft muss als der Wert auf der x-Koordinate für den Schnittpunkt zwischen der linearen Regressionsgerade und dem Bewertungskriterium (siehe Bild B.4) festgelegt werden.

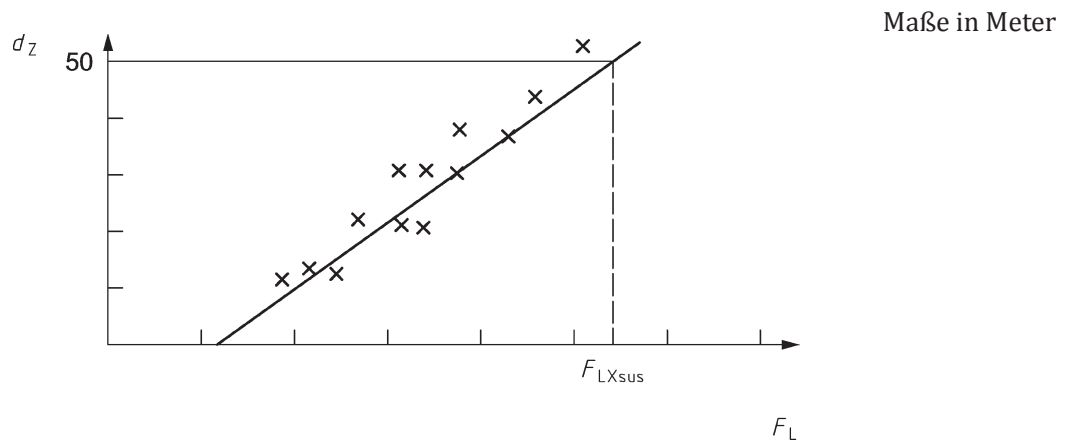


Bild B.4 — Regressionsanalyse

Das Bewertungskriterium mit dem niedrigsten Wert für F_{LXsus} bestimmt die ertragbare Längsdruckkraft.

B.7 Ergebnisdokumentation

B.7.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der Schiebeversuche sind in einem Bericht mit den folgenden Informationen zu dokumentieren.

Es wird empfohlen, den Bericht in eine zentrale Datenbank (derzeit bei UIC) zu übermitteln, um eine Grundlage für zukünftige Befreiungen von Versuchen nach Anhang C durch Verweis auf ein Referenzfahrzeug zu erzeugen.

B.7.2 Eigenschaften des Gleises, in dem die Versuche durchgeführt wurden

Für die drei Abschnitte des Prüfgleises (Linksbogen, Zwischengerade und Rechtsbogen) sind die folgenden Vorgaben aufzulisten:

- mittlerer Gleisbogenradius (in Meter);
- Länge des Abschnittes (in Meter);
- mittlere Spurweite (in Millimeter).

B.7.3 Eigenschaften des Versuchsfahrzeugs

Das Versuchsfahrzeug muss unter Verwendung der folgenden Angaben beschrieben werden:

- Länge über Puffer (in Meter);
- Radstand (in Meter);
- Eigengewicht (in Tonnen);
- Verwindungskoeffizient c_t^* des Fahrzeugkastens (in kNm^2/rad);
- Raddurchmesser (mm);

- Art des Radsatzhalters;
- Art der Federung (Feder);
- Steifigkeit der Federung c_{z1} und c_{z2} (kN/mm);
- Art des Puffers;
- Puffertellerradius (mm);
- Differenz der Pufferstandshöhe der Rahmenwagen und des Versuchsfahrzeugs (mm).

B.7.4 Prüfergebnisse

Der Bericht muss die folgenden Ergebnisse beinhalten:

- ertragbare Längsdruckkraft, ermittelt als F_{LXsus} (in kN);
- entscheidendes Bewertungskriterium für die Ermittlung von F_{LXsus} ;
- Analyse nach B.6;
- Anzahl der Versuche;
- Anzahl der Versuche mit Radanhebungen;
- Anzahl der Versuche mit Radanhebungen > 40 mm;
- Notwendigkeit von Puffertausch und Grund;
- falls zutreffend: seitliche Gleisverschiebung und deren Höhe.