

DIN EN 15827



ICS 45.040

Einsprüche bis 2024-06-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 15827:2011-06

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Anforderungen an das System Engineering für Drehgestelle und
Fahrwerke;
Deutsche und Englische Fassung prEN 15827:2024**

Railway applications –
System Engineering requirements for bogies and running gear;
German and English version prEN 15827:2024

Applications ferroviaires –
Requis systèmes pour l'ingénierie des bogies et des organes de roulements;
Version allemande et anglaise prEN 15827:2024

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-04-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument 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.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 65 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15827:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-04 AA „Festigkeit/Kollisionsicherheit“ 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.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 22163 siehe DIN EN ISO 22163*

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 15827:2011-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Inhalt wurde zwischen diesem Dokument und EN 13749 rationalisiert, d. h. einige Inhalte, die in EN 15827:2011 enthalten waren, wurden in die Überarbeitung von EN 13749 verschoben. EN 15827 ist als Verfahrensspezifikation mit allgemeinen Informationen und Verweisen auf andere Normen verfasst; EN 13749 enthält strukturelle Anforderungen;
- b) einige der Verweise wurden in die EN 13749 verschoben;
- c) die Begriffe wurden aktualisiert;
- d) Abschnitt 4 beschreibt den „Konstruktionsprozess“ (ehemals Abschnitt 5), der um die funktionalen Anforderungen und die Risikobewertung erweitert wurde;
- e) Abschnitt 5 heißt jetzt „Anforderungen und Schnittstellenmanagement“ (ersetzt den früheren Abschnitt 4);
- f) Abschnitt 6 enthält allgemeine „Kriterien für Bauteilfestigkeit“, Einzelheiten wurden in die EN 13749 verschoben;
- g) Abschnitt 7 enthält allgemeine „Kriterien für das dynamische Verhalten“;
- h) der frühere Abschnitt 8 wurde gestrichen;
- i) Abschnitt 8 ist jetzt „Validierung der Konstruktion“ (ehemals Abschnitt 9);
- j) Abschnitt 9 ist der „Qualitätsplan“ (vormals Abschnitt 10 „Qualitätsanforderungen“);
- k) Abschnitt 10 ist der „Instandhaltungsplan“ (ehemals Abschnitt 11);

* Zurzeit Entwurf.

- l) der Text des früheren Abschnitts 12 „Bewährter Betriebsbereich“ wurde auf Abschnitt 4, Abschnitt 5, Abschnitt 6 und Abschnitt 7 verteilt;
- m) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 22163, *Bahnanwendungen — Eisenbahn-Qualitätsmanagementsystem — ISO 9001:2015 und spezifische Anforderungen für die Anwendung im Bahnsektor (ISO 22163:2023)*

Bahnanwendungen – Anforderungen an das System Engineering für Drehgestelle und Fahrwerke

Railway applications – System Engineering requirements for bogies and running gear

Applications ferroviaires – Requis systèmes pour l'ingénierie des bogies et des organes de roulements

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Entwicklungsprozess	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Allgemeines	9
4.3 Funktionsentwicklung	10
4.4 Risikobeurteilung	11
5 Anforderungen und Schnittstellenmanagement	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Bemessungsbetriebsbereich	12
5.2.1 Allgemeines	12
5.2.2 Betriebsumgebung	12
5.2.3 Funktionelle Leistungskriterien	13
5.2.4 Fahrzeugparameter	13
5.2.5 Anforderungen an Konstruktion und Validierung	14
5.2.6 Sonstige Normen	14
5.2.7 Eingaben für Instandhaltung und Inspektion	14
5.3 Validierter Betriebsbereich	14
6 Kriterien für Bauteilfestigkeit	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Lasten	16
6.3 Anforderungen an die Bauteilfestigkeit	17
7 Kriterien für das dynamische Verhalten	17
7.1 Einleitung	17
7.2 Dynamische Abnahmekriterien	18
7.2.1 Allgemeines	18
7.2.2 Entgleisungssicherheit bei niedriger Geschwindigkeit	18
7.2.3 Dynamisches Fahrverhalten	18
7.2.4 Vibrationsdosis und Geräuschpegel	19
7.2.5 Lichtraumprofil	19
7.3 Schwingungsverhalten und Fahrkomfort	20
7.4 Anforderungen an das dynamische Verhalten von Bauteilen	20
8 Validierung der Konstruktion	20
8.1 Validierungsplan	20
8.2 Verwendung vorhandener Validierungsaufzeichnungen	21
8.3 Verwendung zufriedenstellender Serviceerfahrungen	22
8.4 Verwendung von Betriebsdaten in der Validierungsstrategie	22
8.5 Validierung der Bauteilfestigkeit	22
8.6 Validierung des dynamischen Verhaltens	23
9 Qualitätsplan	24
10 Instandhaltungsplan	24
10.1 Allgemeines	24
10.2 Eingangsdaten	24
10.3 Qualifikationen von Ausrüstung und Systemen	24
10.4 Fähigkeiten und Kenntnisse des Instandhaltungspersonals	25
10.5 Aktualisierung des Instandhaltungsplans	25
10.6 Qualitätsplan für die Instandhaltung	25
Anhang A (informativ) Bauteilbezogene Normen	26

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie (EU) 2016/797	27
Literaturhinweise	31

Bilder

Bild 1 — Prozessstufen des „V“-Modells	10
Bild 2 — Veranschaulichung eines Betriebsbereichs	15
Bild 3 — Veranschaulichung des variablen Betriebsbereichs	16
Bild 4 — Typische Schritte der Entwicklung eines Validierungsplans	21

Tabellen

Tabelle A.1 — Bauteilbezogene Normen	26
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der Verordnung (EU) Nr. 321/2013 der Kommission über die technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) des Teilsystems „Fahrzeuge — Güterwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union* und der Richtlinie (EU) 2016/797	28
Tabelle ZA.2 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission über die technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) des Teilsystems „Fahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union* und der Richtlinie (EU) 2016/797 . .	29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15827:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Bahnanwendungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15827:2011 ersetzen.

prEN 15827:2024 beinhaltet gegenüber EN 15827:2011 die folgenden wesentlichen technischen Änderungen:

- Der Inhalt wurde zwischen diesem Dokument und EN 13749 rationalisiert, d. h. einige Inhalte, die in EN 15827:2011 enthalten waren, wurden in die Überarbeitung von EN 13749 verschoben. EN 15827 ist als Verfahrensspezifikation mit allgemeinen Informationen und Verweisen auf andere Normen verfasst; EN 13749 enthält strukturelle Anforderungen.
- Einige der Verweise wurden daher in die EN 13749 verschoben.
- Die Begriffe wurden aufgrund der obigen Ausführungen aktualisiert.
- Abschnitt 4 beschreibt den „Konstruktionsprozess“ (ehemals Abschnitt 5), der um die funktionalen Anforderungen und die Risikobewertung erweitert wurde.
- Abschnitt 5 heißt jetzt „Anforderungen und Schnittstellenmanagement“ (ersetzt den früheren Abschnitt 4).
- Abschnitt 6 enthält allgemeine „Kriterien für Bauteilfestigkeit“; Einzelheiten wurden in die EN 13749 verschoben.
- Abschnitt 7 enthält allgemeine „Kriterien für das dynamische Verhalten“.
- Der frühere Abschnitt 8 wurde gestrichen, da die Abnahmekriterien entweder an anderer Stelle in diesem Dokument oder in den entsprechenden Normen, auf die verwiesen wird, behandelt werden.
- Abschnitt 8 ist jetzt „Validierung der Konstruktion“ (ehemals Abschnitt 9).
- Abschnitt 9 ist der „Qualitätsplan“ (vormals Abschnitt 10 „Qualitätsanforderungen“).
- Abschnitt 10 ist der „Instandhaltungsplan“ (ehemals Abschnitt 11).
- Der Text des früheren Abschnitts 12 „Bewährter Betriebsbereich“ wurde auf Abschnitt 4, Abschnitt 5, Abschnitt 6 und Abschnitt 7 verteilt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission CEN erteilt hat. Der Ständige Ausschuss der EFTA-Staaten genehmigt anschließend diese Aufträge für die Mitgliedsstaaten.

Zum Zusammenhang mit EU-Rechtsvorschriften siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Dieses Dokument stellt die Systementwicklung in Bezug auf die Spezifikation, Konstruktion, Validierung und Instandhaltung von Drehgestellen und Fahrwerken und deren Zusammenwirken in einem Dokument zusammen.

Die Anforderungen an die Systementwicklung zielen darauf ab, die Konsistenz über den gesamten Lebenszyklus sicher, von der Spezifikation über die Konstruktion und Validierung bis hin zu Betrieb und Instandhaltung sicherzustellen.

Die Leistungsanforderungen für Drehgestelle und Fahrwerke gliedern sich in zwei ähnliche Bereiche, welche die Funktionalität und Sicherheit abdecken. Funktionalität bezieht sich auch auf solche Dinge wie Geschwindigkeit, Tragfähigkeit, Fahrverhalten und Betriebslebensdauer. Die Sicherheit deckt Bemessung, Bauteilfestigkeit, dynamisches Verhalten, Beständigkeit gegen Entgleisen, usw. ab. Funktionalität und Sicherheit werden durch eine Instandhaltungsstrategie sichergestellt.

Dementsprechend sind drei bestimmte Bereiche und Fachgebiete der Entwicklungsverfahren von Bedeutung, und werden sie in diesem Dokument behandelt, das sind:

- Festigkeitsanforderungen; Abschnitt 6;
- dynamische Anforderungen; Abschnitt 7;
- Instandhaltungsanforderungen; Abschnitt 10.

Diese Abschnitte enthalten Informationen auf oberster Ebene darüber, wie die allgemeinen Anforderungen in diesen bedeutenden spezifischen Bereichen erreicht werden, die in anderen Normen, auf die in diesem Dokument verwiesen wird, detaillierter definiert sind. Der Aufbau dieses Dokuments ist für den Konstruktionsprozess, die Validierung und Instandhaltungsunterstützung von Drehgestellen typisch.

ANMERKUNG Ein Drehgestell oder Fahrwerk, welches in Übereinstimmung mit diesem Dokument konstruiert und validiert wurde, erfüllt voraussichtlich die grundlegenden Anforderungen der TSI Fahrzeuge [1] [2].

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar für die Systementwicklung von Drehgestellen und Fahrwerken für Schienenfahrzeuge, einschließlich der Fahrzeuge, die im Rahmen der Interoperabilitätsrichtlinien betrieben werden sollen.

In diesem Dokument werden Anforderungen beschrieben, die

- eine zufriedenstellende Konstruktion des Drehgestells oder Fahrwerks,
- eine Validierung der Konstruktion innerhalb seines Betriebsbereichs, und
- einen Instandhaltungsplan

sicherstellen, um die entsprechenden Leistungs- und Sicherheitskriterien zu ermöglichen.

Das Systementwicklungsverfahren befasst sich nur mit der Konstruktion, Validierung und Instandhaltung von Drehgestellen und Fahrwerken. Es werden keine Anforderungen für Systembauteile festgelegt, die am Drehgestell oder Fahrwerk befestigt sind, außer um sicherzustellen, dass eine akzeptable Schnittstelle vorliegt.

ANMERKUNG Drehgestell- und fahrwerksbezogene Spezifikationen können nur im Rahmen der Anwendung in einem bestimmten Fahrzeug betrachtet werden. Aus diesem Grund kann sich die Leistung, einschließlich der Sicherheit, nur auf die Drehgestelle und Fahrwerke als Teil eines Fahrzeugaufbaus und nicht auf individuelle Bauteile der Drehgestelle oder Fahrwerke stützen.

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 12663-1:2010+A2:2023, *Bahnanwendungen — Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen — Teil 1: Lokomotiven und Personenfahrzeuge (und alternatives Verfahren für Güterwagen)*

EN 13749:2021+A1:2023, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Spezifikationsverfahren für Festigkeitsanforderungen an Drehgestellrahmen*

EN 14363:2016+A2:2022, *Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche*

EN 15273 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien*

EN 15273-2:2013+A1:2016, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien*

EN 15437-1:2009+A1:2022, *Bahnanwendungen — Zustandsüberwachung von Radsatzlagern — Schnittstellen und Gestaltungsanforderungen — Teil 1: Heißläuferortungsanlagen und Radsatzlagergehäusegestaltung*

EN 15663:2017+A1:2018, *Bahnanwendungen — Fahrzeugreferenzmassen*

EN 15839:2012+A1:2015, *Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Güterwagen — Prüfung der Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften*

EN 16235:2023, *Bahnanwendungen — Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Güterwagen — Bedingungen für Güterwagen mit definierten Eigenschaften zur Befreiung von Streckenfahrversuchen nach EN 14363*

EN 16404:2016, *Bahnanwendungen — Anforderungen für das Aufgleisen und Bergen von Schienenfahrzeugen*

EN 17023:2018, *Bahnanwendungen — Instandhaltung von Eisenbahnfahrzeugen — Erstellung und Änderung von Instandhaltungsplänen*

EN 50125-1:2014, *Bahnanwendungen — Umweltbedingungen für Betriebsmittel — Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen*

EN ISO 3095:2013, *Bahnanwendungen — Akustik — Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen (ISO 3095:2013)*

EN ISO 3381:2021, *Bahnanwendungen — Akustik — Geräuschmessungen in spurgebundenen Fahrzeugen (ISO 3381:2021)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Validierung

Verfahren, mit dem sichergestellt wird, dass das System für den beabsichtigten Einsatz in der vorgesehenen Betriebsumgebung geeignet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Anwendung auf ein numerisches Modell sollte dieses Verfahren zeigen, dass das Systemmodell ausreichend genau wie das tatsächliche System reagiert.

3.2

Verifizierung

Verfahren des Nachweises, dass bestimmte Anforderungen erfüllt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Verifizierung ist die Beantwortung der Frage, ob eine bestimmte Anforderung erfüllt ist, ohne diese Anforderung in Frage zu stellen.

3.3

technische Spezifikation

Dokument zur Festlegung anderer oder zusätzlicher Anforderungen, die nicht in diesem Dokument festgelegt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Regel wird diese vom Kunden und/oder dem Hersteller (manchmal auch als Lieferant bezeichnet) oder sogar einem Eisenbahnverkehrsunternehmen erstellt und kann eine Ergänzung zu den vertraglichen Anforderungen sein.

3.4

Analyse

Bewertung der Leistung durch Berechnung, Vergleich oder Simulation

3.5

Versuch

Unterziehen einer Probe einer Auswahl bestimmter Eingaben und Messen und Aufzeichnen ihrer Reaktionen

3.6

Teilbeiwert

Faktor, der bei der Festigkeitsbewertung eingesetzt wird und eine Kombination aus den Ungewissheiten und kritischen Sicherheitszuständen berücksichtigt

3.7

Gegenkurve

zwei Kurven mit wechselnder Richtung, mit dem kürzest möglichen Abstand zwischen ihnen in Übereinstimmung mit Gleisgeometriebedingungen, einschließlich S-Kurven wie in EN 14363:2016+A2:2022 angegeben

3.8

Vorschrift

Anforderung, die durch die Gesetzgebung oder Regelwerke festgelegt werden und Bedingungen, die durch die Gesetzgebung angeordnet oder von einem Infrastrukturverantwortlichen oder einer entsprechenden gewerblichen Institution oder ähnlichem vorgeschrieben wird

3.9

Bemessungsbetriebsbereich

Parametersatz, der den beabsichtigten Einsatz in der vorgesehenen Betriebsumgebung festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist der Eingangswert für den Entwurf und die Validierung des Fahrwerks.

3.10

validierter Betriebsbereich

Betriebsbereich, für den ein bestimmtes Produkt erfolgreich validiert wurde

3.11

Lastfall

Satz von Lasten oder Lastkombinationen, der einen Belastungszustand darstellt, dem eine Konstruktion oder ein Bauteil unterworfen ist

3.12

bleibende Verformung

zurückbleibende plastische Verformung eines duktilen Werkstoffs, die sich beim Entfernen der aufgetragenen Last nicht zurückbildet

3.13

erhebliche bleibende Verformung

bleibende Verformung in solchem Ausmaß, dass die Funktionalität der Konstruktion durch das Überschreiten der geometrischen Toleranzen beeinträchtigt wird

3.14

Simulation

Verfahren, das einen Parametersatz zur Beschreibung eines Systems (Produkt oder Bauteil) so verwendet, dass eine repräsentative Reaktion aus einer gegebenen Anzahl von Eingaben ermöglicht wird

3.15

Streckenversuch

Durchführung von Versuchen auf Eisenbahninfrastruktur sowie Überwachung und Erfassung der Reaktionen

3.16

Laborversuch

Durchführung von Versuchen unter kontrollierten Bedingungen mit der Möglichkeit, die erforderlichen Eingaben vorzunehmen, und mit Geräten, die die Reaktion überwachen und aufzeichnen können

3.17

Strukturbauteil

Bauteil oder Bestandteil einer Konstruktion, das Lasten von einem Teil der Konstruktion auf ein anderes Teil überträgt

3.18

Lastaufnahmemittel

Bauteil oder Baugruppe, die Trägheitslasten, Ausrüstungslasten (z. B. Traktions-, Brems- und Aufhängungskräfte) überträgt oder erzeugt, einschließlich Verbindungselemente und Gehäuse

3.19

Fahrwerk

überträgt Kräfte zwischen Wagenkasten und Rädern, zum Beispiel ein Drehgestell

4 Entwicklungsprozess

4.1 Allgemeines

Drehgestelle und Fahrwerke müssen mittels eines widerspruchsfreien Entwicklungsprozesses, der alle Anforderungen dieses Dokuments berücksichtigt, entwickelt und validiert werden. Dieser Prozess muss ein Qualitätsmanagementsystem anwenden, das die Nachweisbarkeit von Entscheidungsfindungen überwacht und erbringt.

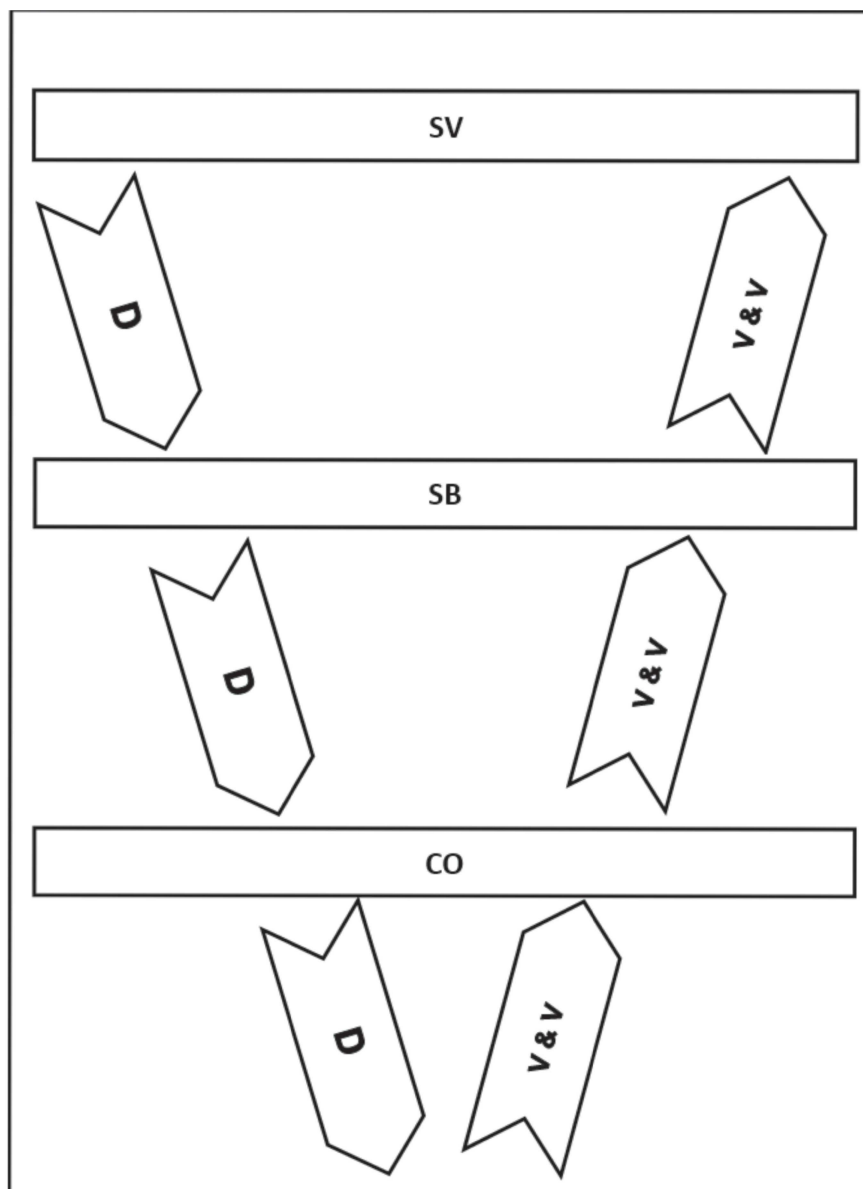
ANMERKUNG Ein Prozess im Einklang mit ISO/TS 22163 [3] würde die oben genannten Anforderungen erfüllen.

Der Entwicklungsprozess muss eine vollständige Liste von Anforderungen und deren Validierung enthalten.

4.2 Allgemeines

Der Entwicklungsprozess muss, wie in Bild 1 dargestellt, die folgenden Punkte berücksichtigen:

- Erfassung der Anforderungen auf oberster Ebene;
- Entwicklung des Entwurfs und der Funktionen des Drehgestells sowie der nachfolgenden Anforderungen;
- Entwicklung des Entwurfs und der Funktionen der Bauteile;
- Verifizierung und Validierung der Bauteile;
- Verifizierung und Validierung des Drehgestellsystems;
- Verifizierung und Validierung der Systemintegration.



Legende

- SV System Fahrzeug
- SB System Drehgestell
- Co Legendenelement
- D Bauteile
- V&V Verifizierung und Validierung

Bild 1 — Prozessstufen des „V“-Modells

4.3 Funktionsentwicklung

Die Anwendung der Funktionsentwicklung im Entwicklungsprozess ist keine zwingende Anforderung, wird aber im Kontext dieses Dokuments als geeignetes Mittel anerkannt, um die Einhaltung der Gesamtanforderungen an den Entwicklungsprozess in Bezug auf Konsistenz und Vollständigkeit zu verdeutlichen. Der „V-Zyklus“, wie in Bild 1 beschrieben, kann verwendet werden.

Der Nachweis der Konsistenz kann erbracht werden, indem die Anforderungen der obersten Ebene den Funktionen zugeordnet werden und die Entwicklung der nachfolgenden Anforderungen für alle System-, Subsystem- und Bauteilebenen durch die Entwurfs- und Validierungsphasen hindurch verfolgt wird.

Der Nachweis der Vollständigkeit kann durch eine Gegenprüfung der Relevanz aller Funktionen für jedes System, Teilsystem und jedes Bauteil erbracht werden. Dadurch wird der Beitrag zu den Funktionen ermittelt, auch wenn sie nicht das dominierende Entwicklungsziel des Teilsystems oder des Bauteils sind.

ANMERKUNG Ein Beispiel, bei dem eine Funktion nicht das Hauptziel eines Bauteils ist: Der elektrische Widerstand ist bei den meisten Bauteilen keine primäre Funktion (z. B. Primärfederung), hat aber Einfluss auf die Systemkonstruktion.

Die folgenden Funktionen sind für einen sicheren Betrieb unter den in der technischen Spezifikation festgelegten Bedingungen und daher im Anwendungsbereich dieses Dokuments relevant:

- Fahrverhalten;
- Festigkeit;
- Traktion;
- Bremsen;
- Signalisierung;
- Instandhaltbarkeit.

Andere Anforderungen (z. B. wirtschaftliche oder vertragliche Anforderungen) können die Liste der zu entwickelnden Funktionen erweitern (z. B. Herstellbarkeit) und werden erhebliche Auswirkungen auf den Entwurf, die Leistung und den Instandhaltungsplan des Produkts haben. Auch wenn diese Anforderungen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments fallen, implizieren die Anforderungen an die Konsistenz und Vollständigkeit des Entwicklungsprozesses, dass sie mit der gleichen Systematik wie die verbindlichen Anforderungen behandelt werden müssen.

Funktionale Anforderungen höherer Systemebenen müssen bei der Ableitung der Abnahmekriterien für darunter liegende Teilsysteme oder Bauteile berücksichtigt werden. Dies gilt für Abnahmekriterien, einschließlich ihrer Toleranzen, für die Entwicklung, Fertigung und Instandhaltung (z. B. kann die Validierung der Systemeigenschaften eines Federungssystems Vorrang vor der Validierung der Merkmale der einzelnen Bauteile des Systems haben).

Korrosionsschutz ist eine funktionsübergreifende Anforderung, die während des gesamten Lebenszyklus des Produkts zu berücksichtigen ist, einschließlich der Zwischenstadien der Montage (Herstellung, Transport und Lagerung) und der Ersatzteile.

4.4 Risikobeurteilung

Es muss eine Risikobeurteilung durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass das verbleibende Risiko auf einem akzeptablen Niveau liegt. Die sich daraus ergebende Liste von Risikominderungsmaßnahmen unterstützt den Bereich der Konstruktionstätigkeiten und den Validierungsplan sowie den Umfang der erforderlichen Analysen und Prüfungen.

ANMERKUNG 1 Eine Risikobeurteilung ist ein geeignetes Mittel zur Festlegung des Inhalts eines Validierungs- und Instandhaltungsplans, aber eine umfassende, formelle Erfassung möglicher gefährlicher Vorfälle in der Konstruktionsstufe stellt keine gängige Praxis für einzelne mechanische Bauteile (z. B. Räder und Radsätze) dar. Das entsprechende Risiko wird durch die Anwendung bewährter sicherer Verfahren für Konstruktion, Fertigung und Instandhaltung dieser Bauteile minimiert.

ANMERKUNG 2 FMECA (Failure Mode and Effects and Criticality Analysis, siehe EN 50126 [4]) und Hazops (Hazard and operability studies) sind Beispiele für Verfahren der Risikobeurteilung. Die Risikokontrolle umfasst Maßnahmen, wie Mehrfachbefestigungen, Rückhaltevorrichtungen oder höhere Teilbeiwerte, Produktionsüberwachungen und/oder zusätzliche Instandhaltung usw. Kontrollmaßnahmen, die in normativen Verweisungen enthalten sind, sind ein geeignetes Mittel des Risikomanagements. Teilbeiwerte für die Festigkeitsbewertung werden zusätzlich in den ergänzenden Normen erörtert und die Berücksichtigung von Toleranzen für die Leistungsfähigkeit von Bauteilen wird in Abschnitt 7, Kriterien für das dynamische Verhalten, behandelt.

5 Anforderungen und Schnittstellenmanagement

5.1 Allgemeines

Die Anforderungen an das Drehgestell und das Fahrwerk müssen unter Berücksichtigung der allgemeinen Fahrzeugeigenschaften bestimmt werden.

Für das Konstruktions- und Validierungsverfahren ist die Einbindung unterschiedlicher Bereiche und Fachgebiete sowie der entsprechenden Kenntnisse notwendig. Daher muss die Lieferung eines Drehgestells/Fahrwerks auf einem Pflichtenheft basieren und darin festgehalten werden. Dieses Pflichtenheft muss alle relevanten Informationen zur Beschreibung der Betriebsumgebung, der funktionellen Leistungskriterien, der Fahrzeugparameter, Validierungsanforderungen sowie Instandhaltungs- und Inspektionsanforderungen enthalten.

Alle zusätzlich erforderlichen Daten oder Annahmen, die für die Anwendung relevant sind und nicht in der allgemeinen Spezifikation oder in den Vertragsunterlagen aufgeführt sind, sollten in der technischen Spezifikation festgelegt werden. Da es sich bei der Konstruktion um einen iterativen Prozess handelt, kann es notwendig sein, die Parameter zu ändern, um die gewünschte Leistung zu erreichen.

5.2 Bemessungsbetriebsbereich

5.2.1 Allgemeines

ANMERKUNG Auf die Unterabschnitte von 5.2 wird in Anhang ZA verwiesen, weil die Erfassung konsistenter Eingabedaten für den Konstruktions- und Validierungsprozess als Betriebsbereich dazu beiträgt, die Einhaltung bestimmter Anforderungen, wie z. B. Anforderungen an die Festigkeit und das Laufverhalten, nachzuweisen.

5.2.2 Betriebsumgebung

- Begrenzungslinie der Infrastruktur (verfügbarer Raum für das in Betrieb befindliche Fahrzeug),
- Spurweite (einschließlich etwaiger Abweichungen aufgrund von Gleisverbreiterungen in engen Kurven),
- Grenze für statische Radsatzlasten,
- Grenzen für dynamische Radlasten,
- Schienenkopfprofil,
- Schienenneigung,
- minimale und maximale Reibungskoeffizienten zwischen Rad und Schiene,
- Gleisverwindung,
- Gleisunregelmäßigkeiten,
- maximale Überhöhung,
- Mindestradius des Gleisbogens,

- Mindestradius der Gegenkurven, einschließlich der Zwischengeraden,
- Verteilung der Streckenmerkmale (Angabe des Verlaufs gerader Strecken und Bögen, Überhöhung, Grad der maximalen und normalen Verwindung, Häufigkeit des Einsatzes auf Gleisen im Betriebshof),
- Signalanlagen der Infrastruktur,
- Heißläuferortung (HABD) – falls in der Infrastruktur vorhanden,
- Umweltbedingungen (Klima),
- Anforderungen an die Rettung und Bergung von Fahrzeugen,
- Instandhaltungsanforderungen (z. B. Schnittstellen zum Reprofilieren von Rädern, Aufbocken und Anheben),
- Regelungen zum Lärm- und Schwingungsverhalten,
- Anforderungen an den Brandschutz,
- Konizitätsgrenzen, falls festgelegt,
- aggressive Substanzen (z. B. Korrosion, Erosion, Schotterflug, Schmutz).

5.2.3 Funktionelle Leistungskriterien

- maximale Betriebsgeschwindigkeit,
- maximaler Überhöhungsfehlbetrag,
- Laufleistung (insgesamt und jährlich),
- Lebensdauer (für Fahrzeug, Bauteile),
- Betriebsarten (Start-Stop),
- Last-/Entlastungszyklen,
- Nutzlastverteilung,
- Beladungsverfahren (z. B. progressiv oder plötzlich).

5.2.4 Fahrzeugparameter

- Fahrzeugmassenverteilung und Nutzlastbedingungen einschließlich Trägheitsdaten,
- Hüllkurve des Wagens (abgeleitet von der Begrenzungslinie der Infrastruktur und den Bewegungen),
- Hüllkurve des Drehgestells (abgeleitet von der Hüllkurve des Fahrzeugs und dem Wagenkasten),
- mechanische Schnittstellen des Drehgestells mit dem Fahrzeugaufbau,
- andere Schnittstellen mit dem Wagenkasten (z. B. Luft, Elektrizität),
- Schnittstellen und Leistung des Antriebssystems (einschließlich fehlerhafter Zustände z. B. Kurzschluss-drehmoment),
- Schnittstellen und Leistung von Bremssystemen (z. B. inkl. Schlupf-/Gleitregelsystem)

- Signaleinrichtungen am Fahrzeug,
- Heißläuferortung (HABD) – falls im Fahrzeug vorhanden,
- sonstige Hilfssysteme (z. B. Sandung oder Schmierung),
- Radprofile (neu bis abgenutzt) und Schnittstelle Rad/Schiene,
- Steifigkeitseigenschaften des Wagenkastens (einschließlich Eigenfrequenzen, Steifigkeit der Befestigungspunkte).

5.2.5 Anforderungen an Konstruktion und Validierung

Die folgenden Normen müssen mindestens bei der Festlegung und Validierung der Anforderungen an die oberste Ebene des Drehgestells und des Fahrwerks berücksichtigt werden, soweit zutreffend:

- EN 13749:2021+A1:2023 (Strukturelle Festigkeit des Drehgestells);
- EN 14363:2016+A2:2022 (Dynamik);
- EN 15273-2:2013+A1:2016 (Begrenzungslinien);
- EN 15437-1:2009+A1:2022 (Heißläuferortung – HABD);
- EN 12663-1:2010+A2:2023 (Verbindungen zwischen Wagenkasten und Drehgestell);
- EN 16404:2016 (Anheben und Aufbocken von Fahrzeugen);
- EN 50125-1:2014 (Umgebung).

5.2.6 Sonstige Normen

Normen, die für bestimmte Bauteile relevant sind (z. B. Radsätze, EN 13260), müssen verwendet werden, wenn sie für die Anwendung zutreffend sind.

ANMERKUNG Anhang A führt diese Normen auf.

5.2.7 Eingaben für Instandhaltung und Inspektion

Die Spezifikation muss die Anforderungen an die Instandhaltung der Drehgestelle/Fahrwerke enthalten (z. B. Anforderungen an die Demontage und Montage in Werkstätten, Zugänglichkeit für Inspektionen usw.) und müssen mit dem sicheren Betrieb und der Instandhaltung des gesamten Fahrzeugs vereinbar sein.

ANMERKUNG Die Anforderungen an Instandhaltung und Inspektion können erhebliche Auswirkungen auf die Auswahl und Konstruktion von Bauteilen oder auf die Konstruktion des Drehgestells oder des Fahrwerks haben.

5.3 Validierter Betriebsbereich

Der Betriebsbereich wird durch die in 5.2 genannten Parameter sowie durch die Konstruktion und Konfiguration des Drehgestells und des Fahrwerks definiert. Nach erfolgreichem Abschluss des Entwurfs- und Validierungsprozesses ergibt sich daraus ein validierter Betriebsbereich.

Der gesamte validierte Betriebsbereich für einen Drehgestelltyp ist die relevante Kombination all dieser Anwendungen, die validiert wurden. Diese Kombination von Anwendungen ist in Bild 2 und Bild 3 dargestellt.

Der Betriebsbereich kann durch Änderungen der Konstruktion, Konfiguration, Herstellungsänderungen und Änderungen der Instandhaltungsordnung beeinflusst werden. Sind Änderungen beabsichtigt, müssen die mög-

lichen Konsequenzen ermittelt und die erforderlichen Schritte unternommen werden, um jede Änderung des zuvor validierten Betriebsbereichs zu bestimmen und zu validieren.

Die Instandhaltungsmaßnahmen müssen sicherstellen, dass die Drehgestelle oder Fahrwerke für die erforderliche Lebensdauer innerhalb ihres validierten Betriebsbereichs bleiben, und dass nach Störungen geeignete Maßnahmen eingeleitet werden.

ANMERKUNG Bild 3 illustriert in graphischer Form, wie die Kombination der Parameter den validierten Betriebsbereich definiert. Wenn zum Beispiel in diesem Bild der Parameter 3 die Geschwindigkeit darstellt, deckt er den Bereich von Null bis zum Höchstwert ab.

In dem Bild ist die neue Anwendung 1 komplett im vorhandenen validierten Betriebsbereich enthalten. Deshalb ist keine neue Validierung notwendig

In der neuen Anwendung 2 erstrecken sich die Parameter 2 und 3 über den vorher validierten Bereich. Für diese Anwendung ist eine weitere Validierung notwendig, um zu zeigen, dass das Drehgestell/Fahrwerk die zusätzlichen Anforderungen einhält und bis zu den Grenzen dieses erweiterten Bereichs betrieben werden kann.

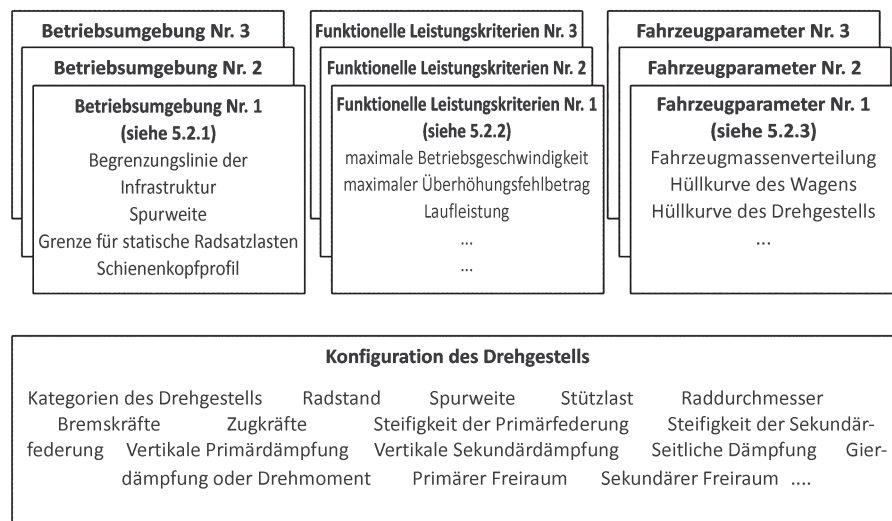
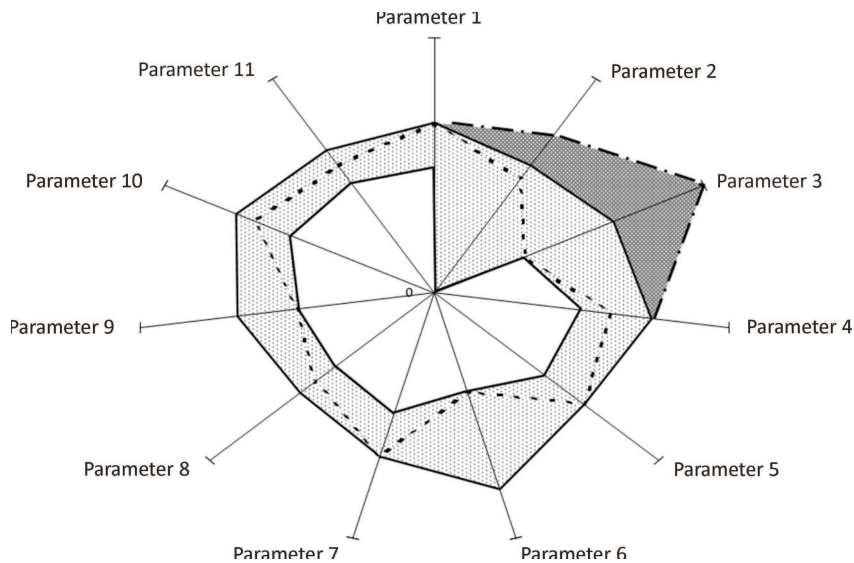


Bild 2 — Veranschaulichung eines Betriebsbereichs



Legende

-  validierter Betriebsbereich
-  weitere Validierung notwendig
-  neue Anwendung 1
-  neue Anwendung 2

Bild 3 — Veranschaulichung des variablen Betriebsbereichs

6 Kriterien für Bauteilfestigkeit

6.1 Allgemeines

Der Nachweis der Bauteilfestigkeit ist für einen sicheren Betrieb unerlässlich und gilt für alle Teile des Fahrwerks. Siehe EN 13749:2021+A1:2023 für weitere Einzelheiten.

6.2 Lasten

Die Lasten für jedes Strukturbauteil müssen definiert werden und müssen:

- mit der tatsächlichen Konstruktion und Anwendung übereinstimmen;
- für den Betrieb repräsentativ sein:
 - Äußere Belastungen durch das Gleis;
 - Fahrzeugaufbau und auf dem Drehgestell montierte Ausrüstung (einschließlich Trägheitseffekte);
- Zugaben zur Berücksichtigung von Unsicherheiten bei den Werten enthalten.

Die Massenverteilung des Fahrzeugs, die für die Ableitung der Lasten verwendet wird, muss mit der Definition der Fahrzeugbezugsmassen nach EN 15663:2017+A1:2018 übereinstimmen.

ANMERKUNG Für einige Anwendungen und Ermüdungsnachweisverfahren wird es erforderlich sein, zusätzliche Fahrzeugbelastungsbedingungen (ausgedrückt als Funktionen der Fälle in EN 15663:2017+A1:2018) zu verwenden, um eine genaue Beschreibung des Fahrzeugnutzlastspektrums für Bemessungszwecke zu erhalten.

Normative Anforderungen für spezifische Bauteile, die sich auf Auslegungslastfälle beziehen, ersetzen die allgemeinen Anforderungen (z. B. EN 13103-1).