

DIN EN 17069

ICS 45.040

Einsprüche bis 2017-03-13

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Systeme und Verfahren zur Umspurgung –
Automatische Umspursysteme;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17069:2017**

Railway applications –
Systems and procedures for change of track gauge –
Automatic variable gauge system;
German and English version prEN 17069:2017

Applications ferroviaires –
Systèmes et procédures de changement de voie –
Systèmes à jauge variable automatique;
Version allemande et anglaise prEN 17069:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-01-13 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), 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 74 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17069:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 17069 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm- Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Bahnanwendungen — Systeme und Verfahren zur Umspurgung — Automatische Umspursysteme

Application ferroviaires — Systèmes et procédures de changement de voie — Systèmes à jauge variable automatique

Railway applications — Systems and procedures for change of track gauge — Automatic variable gauge systems

ICS: 45.040

Deskriptoren

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

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Allgemeine Anforderungen	9
5.1 Maße der Fahrwerke	9
5.2 Funktionsanforderungen	12
6 Automatische Umspursysteme	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Funktionsanforderungen	12
6.2.1 Fahrwerk	12
6.2.2 Radsatzwelle	13
6.2.3 Rad	13
6.2.4 Radsatzlager / Lager	13
6.2.5 Verriegelungsmechanismus	14
6.2.6 Bremsausrüstung	14
6.3 Validierung und Abnahme der Konstruktion	14
6.3.1 Allgemeines	14
6.3.2 Der Validierungsplan	15
6.3.3 Abschluss der technischen Zulassung	19
6.4 Anlagen	21
6.4.1 Allgemeine Bedingungen	21
6.4.2 Betrieb der Umspuranlage	21
6.4.3 Instandhaltung von Umspuranlagen	21
6.4.4 Streckenführung	21
6.4.5 Bewertung von Umspuranlagen	22
6.4.6 Inbetriebnahme	25
Anhang A (normativ) Eigenschaften der Schnittstellen	26
Anhang B (informativ) Empfehlungen für die Streckenführung	27
B.1 Typisches Längsprofil der Strecke in der Umgebung einer Umspuranlage	27
B.2 Rangiergleise	27
Anhang C (informativ) Zusatzausrüstung an Umspuranlagen und Schnittstellen mit anderen Teilsystemen	28
C.1 Infrastrukturelemente	28
C.1.1 Grube der Umspurplattform	28
C.1.2 Einhausung	28
C.1.3 Enteisungssystem	28
C.1.4 Feste Fahrbahn	28
C.2 Schnittstellen mit Teilsystem „Energie“	28
C.3 Schnittstelle mit Subsystem „Zugsteuerung und Signalgebung“	29
C.4 Andere zusätzliche Ausrüstungsteile	29

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.....	30
Literaturhinweise.....	35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17069:2017) 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 wurde unter einem Normungsauftrag erarbeitet, den 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.

Einleitung

Aus historischen Gründen werden auf den Schienennetzen der europäischen Eisenbahn verschiedene Spurweiten verwendet. Um die Grenzen zwischen diesen Spurweiten zu überwinden, müssen Passagiere und Güter umgeladen werden.

Zur Verbesserung des Passagierkomforts durch Vermeidung des Umsteigens und zur Reduzierung sowohl des Risikos der Beschädigung von Gütern als auch der mit der Umladung verbundenen Kosten wurden verschiedene Systeme und Verfahren zur Umspurgung entwickelt. Derzeit gibt es im Wesentlichen drei Möglichkeiten, um eine Verbindung zwischen Schienennetzen mit unterschiedlicher Spurweite herzustellen:

- automatische Umspursysteme;
- Austausch von kompletten Drehgestellen;
- Austausch von kompletten Radsätzen.

Die Schnittstellen und die Freigabeverfahren für solche Systeme wurden in verschiedenen UIC-Broschüren und nationalen Vorschriften festgelegt. Teil 1 dieser Norm soll dazu dienen, alle diesbezüglichen Anforderungen in einem Dokument für automatische Umspursysteme zusammenzustellen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Schnittstellen fest und gibt für automatische Umspursysteme eine Anleitung für die Konstruktion von Umspursystemen und -verfahren vor, einschließlich deren Bewertung zur technischen Freigabe.

Die Norm konzentriert sich auf den Wechsel der Spurweite zwischen den folgenden Nennspurweiten: 1 435 mm, 1 520 mm, 1 524 mm, 1 600 mm und 1 668 mm.

Das Dokument ist nicht auf die zuvor genannten Nennspurweiten beschränkt, aber die Schnittstellen, auf die von/von denen zu anderen Nennspurweiten gewechselt wird, können unterschiedlich sein. Die eingeführten Bewertungsverfahren können ebenso verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 12080, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Wälzlager*

EN 12081, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Schmierfette*

EN 12082, *Bahnanwendungen — Radsatzlager — Prüfung des Leistungsvermögens*

EN 13103, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Laufradsatzwellen — Konstruktions- und Berechnungsrichtlinie*

EN 13104, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Treibradsatzwellen — Konstruktionsverfahren*

EN 13260, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsätze — Produktanforderungen*

EN 13261, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Radsatzwellen — Produktanforderungen*

EN 13262, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Räder — Produktanforderungen*

EN 13749, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Festlegungsverfahren für Festigkeitsanforderungen an Drehgestellrahmen*

EN 13979-1, *Bahnanwendungen — Radsätze und Drehgestelle — Vollräder — Technische Zulassungsverfahren — Teil 1: Geschmiedete und gewalzte Räder*

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

EN 15273-1, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 1: Allgemeines — Gemeinsame Vorschriften für Infrastruktur und Fahrzeuge*

EN 15273-2, *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien — Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien*

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

EN 15437-2, *Bahnanwendungen — Zustandsüberwachung von Radsatzlagern — Leistungsanforderungen — Teil 2: Leistungs- und Konstruktionsanforderungen von fahrzeugbasierten Systemen für Temperaturüberwachung*

EN 15528, *Bahnanwendungen — Streckenklassen zur Behandlung der Schnittstelle zwischen Lastgrenzen der Fahrzeuge und Infrastruktur*

EN 15551, *Bahnanwendungen — Schienenfahrzeuge — Puffer*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Definition der Fahrzeugreferenzmassen*

EN 15827, *Bahnanwendungen — Anforderungen für Drehgestelle und Fahrwerke*

EN 15839, *Bahnanwendungen — Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Güterwagen — Prüfung der Fahrsicherheit unter Längsdruckkräften*

EN 15877-1, *Bahnanwendungen — Kennzeichnung von Schienenfahrzeugen — Teil 1: Güterwagen*

EN 50126-1, *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS) — Teil 1: Generischer RAMS Prozess*

CLC/TR 50126-2, *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS) — Teil 2: Leitfaden zur Anwendung der EN 50126-1 für Sicherheit*

CLC/TR 50126-3, *Bahnanwendungen — Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS) — Teil 3: Leitfaden zur Anwendung der EN 50126-1 für Bahnfahrzeuge RAM*

EN 50153, *Bahnanwendungen — Fahrzeuge — Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Nennspurweite

Einzelwert, der die Spurweite angibt, jedoch von der Soll-Spurweite abweichen kann

3.2

Spurweiten

Regelwerk, das ein Bezugsprofil und die zugehörigen Rechenregeln zur Bestimmung der äußeren Maße des Fahrzeugs umfasst

3.3

Umspurtechnik

Reihe von Geräten und Systemen, die speziell für die Durchführung des automatischen Umspurprozesses von kompatiblen Fahrzeugen mit Spurwechselfahrwerk entwickelt wurden

3.4

automatisches Spurwechselfahrwerk

besondere Art von Fahrwerken, die für den automatischen Wechsel zwischen verschiedenen Spurweiten bei der Durchfahrt durch eine Umspuranlage entwickelt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Prozess beinhaltet nicht den Ausbau oder Einbau von Bauteilen des Fahrwerks.

3.5
nicht rotierende Wellen
am Drehgestellrahmen befestigte Welle, die nicht rotiert; während der Wartung kann das Rad frei rotieren, seitliche Bewegung zwischen Rädern und Welle ist nicht möglich

Anmerkung 1 zum Begriff: Nur während des automatischen Umspurprozesses ist eine seitliche Bewegung der Räder möglich, so dass diese die entsprechende Spurweitenposition einnehmen können.

3.6
rotierende Wellen
nicht am Drehgestellrahmen befestigte Welle; während der Wartung rotieren die Räder mit der Welle; seitliche Bewegung zwischen Rädern und Achse ist nicht möglich.

Anmerkung 1 zum Begriff: Nur während des automatischen Umspurprozesses sind seitliche Bewegungen der Räder möglich, so dass diese die entsprechende Spurweitenposition einnehmen können.

3.7
automatischer Umspurprozess
automatische Umspurung bei Spurwechselfahrwerken, die mindestens die folgenden Phasen umfasst:

- Entriegeln der Räder;
- Verschiebung der Räder, während sich das Spurwechselfahrwerk in der Umspurplattform befindet;
- Sicherungsverriegelung der Räder in ihrer neuen Position

3.8
Umspuranlage
Anlage zur Durchführung des automatischen Umspurprozesses, wenn Züge diese mit einer bestimmten Geschwindigkeit passieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie umfasst die Umspurplattform mit allen Nebensystemen, die eventuell erforderlich sind, um den Zug für den automatischen Umspurprozess vorzubereiten (z. B. Enteisungssystem) sowie Systeme zum Unterstellen, falls vorhanden

3.9
Umspurplattform
zentrales Element einer Umspuranlage, in dem alle Systeme, die in direktem Zusammenhang mit der Umspurung bei Spurwechselfahrwerken stehen, eingebaut werden

3.10
multimodale Umspuranlage
Umspuranlage, bei der mehrere Umspurtechniken zum Einsatz kommen und so mehr als ein Umspurmodus möglich ist

3.11
Umspurmodus
Konfiguration einer multimodalen Umspuranlage für eine bestimmte Umspurtechnik

3.12
Bereich einer Umspuranlage
Bereich zwischen den Eingangs- und Ausgangssignalen einer Umspuranlage, einschließlich der Umspuranlage selbst sowie der Weichen und Kreuzungen der Rangiergleise (Umspurgleise)

3.13

Umgebung einer Umspuranlage

Spurabschnitt vor und nach dem Bereich einer Umspuranlage. Die Eingangs- und Ausgangssignale müssen als äußere Grenzen dieser Umgebung betrachtet werden

3.14

nominale Durchfahrgeschwindigkeit

Fahrzeuggeschwindigkeit während des Umspurprozesses, für die sowohl die Umspuranlage, als auch das Spurwechselfahrwerk ausgelegt sind. Sie hängt von der Umspurtechnik ab

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Bezeichnung
a_1	Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken (Maß Back-to-Back)
a_2	Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche (Maß Front-to-Front)
e	Spurkranzdicke
h	Spurkranzhöhe
qR	Stirnflanken-Quermaß
D	Raddurchmesser
Y_{TA}	seitliche Position des Zentrums des Zielbereichs
W_{TA}	seitliche Breite in mm des Zielbereichs
L_{TA}	Länge in Längsrichtung in mm des Zielbereichs
Y_{PZ}	seitliche Position des Zentrums des Sperrbereichs
W_{PZ}	seitliche Breite in mm des Sperrbereichs
L_{PZ}	Länge in Längsrichtung in mm des Sperrbereichs

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Maße der Fahrwerke

Fahrwerke müssen die Mindest- und Höchstwerte in Tabelle 2 und Tabelle 3 für alle Betriebsbedingungen erfüllen.

Tabelle 2 — Grenzwerte für Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche (Front-to-Front) und Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken (Back-to-Back)

	Bezeichnung	Raddurchmesser D mm	Mindestwert mm	Höchstwert mm
1 435 mm	Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche (a_2)	$330 \leq D \leq 760$	1 415	1 426
		$760 < D \leq 840$	1 412	1 426
		$D > 840$	1 410	1 426
	Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken (a_1)	$330 \leq D \leq 760$	1 359	1 363
		$760 < D \leq 840$	1 358	1 363
		$D > 840$	1 357	1 363
1 520 mm	Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche (a_2) $a_2 = a_1 + e_1 + e_2$	$D > 840$	1 487	1 509
	Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken (a_1)	$D > 840$	1 437	1 443
1 524 mm	Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche (a_2) $a_2 = a_1 + e_1 + e_2$	$400 \leq D < 840$	1 492	1 514
		$D \geq 840$	1 487	1 514
	Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken (a_1)	$400 \leq D < 840$	1 444	1 448
		$D \geq 840$	1 442	1 448
1 600 mm	Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche (a_2) $a_2 = a_1 + e_1 + e_2$	$690 \leq D \leq 1\,016$	1 573	1 592
	Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken (a_1)	$690 \leq D \leq 1\,016$	1 521	1 526
1 668 mm	Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche (a_2) $a_2 = a_1 + e_1 + e_2$	$330 \leq D < 840$	1 648 ¹	1 659
		$840 \leq D \leq 1\,250$	1 643 ¹	1 659
	Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken (a_1)	$330 \leq D < 840$	1 592	1 596
		$840 \leq D \leq 1\,250$	1 590	1 596

¹ Bei zwei Radsatzwagen von bis zu 22,5 t, muss der Wert 1,651 mm gelten.

Tabelle 3 — Grenzwerte für Radspurkranz und Felge

		Raddurchmesser D mm	Mindestwert mm	Höchstwert mm
1 435 mm	Radbreite	$D \geq 330$	133	140/145 ^a
	Spurkranzdicke (e)	$330 \leq D \leq 760$	27,5	33
		$760 < D \leq 840$	25	33
		$D > 840$	22	33
	Spurkranzhöhe (h)	$330 \leq D \leq 760$	31,5	36
		$760 < D \leq 840$	29,5	36
		$D > 840$	27,5	36
	Stirnflanken-Quermaß qR	$D \geq 330$	6,5	—
1 520 mm	Radbreite	$400 \leq D \leq 1\,220$	130	146
	Spurkranzdicke (e)		21	33
	Spurkranzhöhe (h)		28	32
1 524 mm	Radbreite	$D \geq 400$	134	140/145 ^a
	Spurkranzdicke (e)	$400 \leq D \leq 760$	27,5	33
		$760 < D \leq 840$	25	33
		$D > 840$	22	33
	Spurkranzhöhe (h)	$400 \leq D \leq 630$	31,5	36
		$630 < D \leq 760$	29,5	36
		$D > 760$	27,5	36
	Stirnflanken-Quermaß qR	$D \geq 400$	6,5	—
1 600 mm	Radbreite	$690 \leq D \leq 1\,016$	137	139
	Spurkranzdicke (e)	$690 \leq D \leq 1\,016$	26	33
	Spurkranzhöhe (h)	$690 \leq D \leq 1\,016$	28	38
	Stirnflanken-Quermaß qR	$690 \leq D \leq 1\,016$	6,5	—
1 668 mm	Radbreite	$D \geq 330$	133	140/145 ^a
	Spurkranzdicke (e)	$330 \leq D \leq 840$	27,5	33
		$840 < D$	22 oder 25 ^b	33
	Spurkranzhöhe (h)	$330 \leq D \leq 760$	31,5	36
		$760 < D \leq 840$	29,5	36
		$840 < D$	27,5	36
	Stirnflanken-Quermaß qR	$D \geq 330$	6,5	—

^a 140 mm für Güterwagen, 145 mm für alle anderen Fahrzeuge.

^b In Spanien gültig.

5.2 Funktionsanforderungen

Die Konstruktion des Erdungssystems muss EN 50153 entsprechen.

Für jede mögliche Lösung müssen die Anforderungen hinsichtlich des elektrischen Widerstands, wie in EN 13260 festgelegt, erfüllt werden².

Mit Umspurssystemen ausgestattete Fahrzeuge müssen EN 15273-1 und EN 15273-2 entsprechen.

6 Automatische Umspurssysteme

6.1 Allgemeines

Die Funktionalität des Systems muss in der Konstruktionsphase festgelegt werden und ebenso die Hauptmerkmale (z. B. wie die Kräfte aufgenommen und übertragen werden), um so ein geeignetes Bewertungsverfahren festzulegen.

6.2 Funktionsanforderungen

6.2.1 Fahrwerk

Mit einem Spurwechselfahrwerk ausgestattete Fahrzeuge sollten aufgrund der besonderen Merkmale ihrer Fahrwerke ohne Einschränkungen betrieben werden können.

Mit einem Spurwechselfahrwerk ausgestattete Fahrzeuge müssen in der Lage sein, Kurven mit einem Radius von 150 m bei geringer Geschwindigkeit zu durchfahren, wenn sie an einen Zug gekoppelt sind.

Einzelne Wagen müssen Kurven mit einem Radius von 75 m durchfahren können. Wagen, die für den Betrieb zwischen Umspurssystemen von 1 435 mm und 1 520 mm vorgesehen sind, müssen in leerem oder beladenem Zustand Kurven mit einem Radius von 60 m durchfahren können.

Um die Spurwechselfahrwerke zu erkennen, müssen Kennzeichnungsvorschriften nach EN 15877-1 für alle Fahrzeugarten und Nennspurweiten angewendet werden³.

Bei der Konstruktion des Umspursystems sollten die folgenden Empfehlungen berücksichtigt werden:

- Geeignete Kombinationen sollten gewählt werden, um Reibungskorrosion auf Gleitflächen zwischen dem Wellengehäuse und der Radnabe zu vermeiden. Ebenso wird empfohlen, das Verriegelungssystem und die Lagerflächen für die Axialverschiebung der Räder vor Korrosion und Schmutz zu schützen. Dies sollte in den Konstruktionsunterlagen dokumentiert werden;
- Fahrzeuge sollten so konstruiert werden, dass sie angehoben werden können, ohne ihre Fahrwerke auszubauen;
- Der Ein- und Ausbau von Radsätzen mit der üblicherweise für Standardradsätze zum Anheben und Austauschen verwendeten Ausrüstung sollte möglich sein;
- Das Reprofilieren von Rädern sollte keine zusätzliche Ausrüstung als die für Standardradsätze erfordern;
- Die Überprüfung der Radsatzgeometrie und -integrität sollte mit der bestehenden Mess- und Prüfausrüstung möglich sein.

² Falls nötig, könnte eine spezielle elektrische Anlage eingebaut werden.

³ Die in Bezug genommene Norm war ursprünglich nur für Wagen vorgesehen.

6.2.2 Radsatzwelle

Abhängig von der Technik können zwei Hauptarten der Radsatzwelle unterschieden werden: die rotierende Radsatzwelle und die nicht rotierende Radsatzwelle mit frei drehenden Rädern.

Die Validierung von Radsatzwellen muss in einem Validierungsplan nach EN 15827 dokumentiert sein.

— Rotierende Radsatzwellen:

- Verfahren zur Berechnung nach EN 13103 und EN 13104 müssen nach Möglichkeit angewendet werden, entsprechend der Konstruktion des Systems. Anforderungen aus EN 13261 müssen ebenfalls berücksichtigt werden.
- Wenn die Konstruktion nicht in den Anwendungsbereich von EN 13103 oder EN 13104 fällt, sollten die Berechnungen die in diesen Normen vorgesehenen Verfahren und Lastsysteme befolgen. Anforderungen aus EN 13261 müssen in diesem Fall ohne das Kapitel Toleranzen berücksichtigt werden.

— Nicht rotierende Radsatzwellen mit frei drehenden Rädern:

- Nicht rotierende Radsatzwellen mit frei drehenden Rädern unterliegen keinen Umlaufbiegespannungen. Außerdem sind die Anzahl der Umdrehungen und die Bandbreite der dynamischen Kräfte, der die nicht rotierenden Radsatzwellen ausgesetzt sind, wesentlich geringer. Sie müssen deshalb als Teil des Fahrwerkrahmens betrachtet werden und nach EN 13749 berechnet und freigegeben werden.

6.2.3 Rad

Die Räder müssen den Anforderungen nach EN 13979-1 und EN 13262 entsprechen. Wenn aufgrund des Einsatzes anderer Technologiearten diese Normen nicht anwendbar sind, sollten sie zumindest als Richtlinien betrachtet werden. In jedem Fall muss ein Validierungsverfahren nach 6.3.1 angewendet werden.

Der Einsatz eines Laufflächenprofils ist zulässig, jedoch muss das dynamische Verhalten immer EN 14363 entsprechen.

6.2.4 Radsatzlager / Lager

Radsatzlager, Schmierfette und Lager müssen den Anforderungen nach EN 12080, EN 12081 und EN 12082 entsprechen. Wenn aufgrund des Einsatzes anderer Technologiearten diese Normen nicht direkt anwendbar sind, sollten sie zumindest als Richtlinien betrachtet werden. In jedem Fall muss ein Validierungsverfahren nach 6.3.1 angewendet werden.

Eine Überwachung des Zustands der Radsatzlager muss möglich sein, entweder mittels:

- Gleismeldeeinrichtungen; oder
- Erfassungsgeräte im Fahrzeug.

Fahrzeuge, die durch Gleismeldeeinrichtungen auf Schienennetzen mit einer Nennspurweite von 1 435 mm überwacht werden sollen, müssen alle Anforderungen hinsichtlich des Zielbereichs und des Sperrbereichs nach EN 15437-1 erfüllen.

Fahrzeuge, die durch Gleismeldeeinrichtungen auf Schienennetzen mit Nennspurweiten von 1 520 mm, 1 524 mm, 1 600 mm oder 1 668 mm überwacht werden sollen, müssen alle Anforderungen hinsichtlich des Zielbereichs und des Sperrbereichs nach Anhang A erfüllen.

Wenn die Heißläufererkennung am Gleis nicht möglich ist, müssen Erfassungssysteme im Fahrzeug nach EN 15437-2 eingebaut werden.

6.2.5 Verriegelungsmechanismus

Der Verriegelungsmechanismus, der wesentlicher Bestandteil des Spurwechselfahrwerks ist, muss statischen und dynamischen Kräften sowie den Einflüssen von Wetter, Verschleiß und möglicher Wärmewirkung durch die Bremsen standhalten und dabei zuverlässig die folgenden Funktionen durchführen:

- Verriegelung der Räder des Spurwechselfahrwerks in der jeweiligen Position für die vorgegebene Spurweite, unabhängig von den Betriebsbedingungen außerhalb der Umspuranlage;
- Lösen und Verriegeln der Räder während der Durchfahrt durch die Umspuranlage.

Die korrekte Verriegelung des Systems muss nach jeder Durchfahrt durch die Umspuranlage durch Kontrollieren der richtigen Position des Verriegelungssystems mit Hilfe der folgenden Verfahren überprüft werden:

- Sichtprüfung;
- Kontrollsystem im Fahrzeug;
- Infrastruktur-/Anlagenkontrollsystem.

Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, die das Eindringen von Regen, Schnee oder Staub vermeiden, was die Sicherheit gefährden und Verschleiß begünstigen kann.

Es muss sichergestellt werden, dass die Axialverschiebung der Räder korrekt durchgeführt wird. Dies muss durch die Prüfung von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen geprüft werden.

Während des Betriebs und der Wartung darf der Verriegelungsmechanismus des Spurwechselfahrwerks keine Mängel aufweisen, die eine Verschiebung von einem oder von beiden Rädern verursachen könnten. Mängel an den Dichtungselementen der Räder und/oder am Verriegelungsmechanismus des Spurwechselfahrwerks sind zulässig, wenn die Räder ordnungsgemäß verriegelt sind.

Der Fahrwerksrahmen muss EN 13749 entsprechen. Wenn aufgrund des Einsatzes anderer Technologiearten diese Norm nicht anwendbar ist, sollte sie zumindest als Richtlinie betrachtet werden. In jedem Fall muss ein Validierungsverfahren nach 6.3.1 angewendet werden.

6.2.6 Bremsausrüstung

Falls das Bremssystem während des automatischen Umspurprozesses verschoben wird, muss ein Angleichungssystem verwendet werden. Das System muss automatisch die Position der Bremsenlemente während des automatischen Umspurprozesses umstellen. Nach Abschluss der erwähnten Umstellung muss das Bremssystem in der korrekten Position bleiben.

Die korrekte Position des Bremssystems kann durch ein Verriegelungssystem sichergestellt werden. Es muss möglich sein, das Verriegelungssystem, falls vorhanden, durch eine Sichtprüfung oder durch andere Mittel zu überwachen.

6.3 Validierung und Abnahme der Konstruktion

6.3.1 Allgemeines

Validierungspläne sollen nachweisen, dass die Konstruktion des Spurwechselfahrwerks den in den entsprechenden Normen festgelegten Spezifikationen entspricht. Diese Norm beinhaltet einen Validierungsplan nach dem Stand der Technik in 6.3.2. Dieser Validierungsplan gilt nur für neue Konstruktionen.

Wenn aufgrund der Neuartigkeit des angewendeten Konzepts die Konstruktion so sehr von herkömmlichen Lösungen abweicht, dass übliche Bahnnormen nicht direkt angewendet werden können, muss ein vorgegebenes technisches Verfahren befolgt werden, um sicherzustellen, dass das Spurwechselfahrwerk und seine damit verbundenen Systeme und Teilsysteme das gleiche Maß an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit haben, wie die herkömmlichen Fahrwerke, die nach den entsprechenden gültigen Europäischen Bahnnormen konstruiert und validiert wurden.

ANMERKUNG Ein technisches Verfahren, das EN ISO 9001 entspricht, wird als ausreichend für die in diesem Abschnitt dargelegten Mindestanforderungen betrachtet.

Diesem Verfahren muss EN 15827 zugrunde gelegt werden, die in einem einzigen Dokument Konstruktionsanforderungen (d.h. strukturelles und dynamisches Verhalten), Validierungsverfahren, Wartungspläne und Qualitätsanforderungen für alle Systeme und Teilsysteme vereint. Darin wird auch festgelegt, welche Informationen für die technische Spezifikation der Systeme und Schnittstellen benötigt werden, sowie die relevanten Europäischen Normen.

Für einige Elemente der Spurwechselfahrwerke (z. B. Verriegelungssysteme, nicht herkömmliche Wellen, Räder) kann der Fall eintreten, dass aufgrund ihrer Neuartigkeit die Anwendung bestehender Normen nicht möglich ist. Deshalb sollte ein bestimmtes Verfahren zur Analyse der Fehlfunktionsarten und ihrer Kritikalität (z. B. FMECA, HAZOP) durchgeführt werden, um deren mögliche Ursachen, die Schwere ihrer Auswirkungen und die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens zu bestimmen. Die EN 50126 (Reihe) gibt an, wie diese Analyse im Zusammenhang mit dem RAMS-Management im Verlauf der gesamten Produktlebenszeit durchzuführen ist.

Das Abnahmeverfahren beinhaltet die folgenden Stufen:

- Validierungsplan (z. B. Kombination aus Lastfällen für Analyse und statische Prüfungen, Programmen für Ermüdungsprüfungen, Strecken für Streckenversuche);
- Werte für jeden Lastfall;
- Abnahmekriterien (z. B. Betrachtung gemessener oder berechneter Werte, Belastungsgrenzen, Kriterien für den Abschluss von Ermüdungsprüfungen).

6.3.2 Der Validierungsplan

6.3.2.1 Inhalt

Der Validierungsplan muss eine Liste der vorgesehenen Validierungsschritte beinhalten, um die Einhaltung dieser Norm nachzuweisen.

Das Verfahren für die Validierung des Spurwechselfahrwerks mit den vorgegebenen Abnahmekriterien muss auf der Basis der folgenden Schritte festgelegt werden:

- Konstruktionsanalyse;
- Laborprüfungen;
- Streckenversuche;
- Betriebsprüfungen.

6.3.2.2 Konstruktionsanalyse

Die Konstruktionsanalyse muss die folgenden Dokumente beinhalten:

- Technische Spezifikation des Spurwechselfahrwerks, einschließlich der Betriebs- und Klimabedingungen, für die es konstruiert wurde. Darin müssen auch Erklärungen enthalten sein, wie das System arbeitet, wie die Kräfte aufgenommen und übertragen werden und, falls nötig, was die Gründe dafür sind, dass die angegebenen Bahnnormen nicht anwendbar sind;
- Berechnungen:
 - EN-Normen müssen bei der Berechnung der Elemente beachtet werden, die in Übereinstimmung mit diesen Normen konstruiert wurden (z. B. Räder und Drehgestellrahmen). Wenn validierte Bauteile verwendet werden, sind diese Berechnungen nur dann nötig, wenn es beim Betrieb zu erheblichen Abweichungen beim Klima oder bei den Betriebsbedingungen kommt;
 - Radsatzwelle: Beanspruchbarkeit;
 - Fahrwerkssteifigkeit: Die Baugruppe muss ausreichend steif sein, dass der Abstand von Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken bei allen Betriebsbedingungen innerhalb der Grenzwerte gehalten wird;
 - Verriegelungsmechanismus;
 - maximal zulässiger Verschleiß des Bauteils hinsichtlich Funktions- und Betriebssicherheit;
- Wärmewirkung der Bremsung auf das Spurwechselfahrwerk. Es muss untersucht werden, ob weitere Prüfungen notwendig sind;
- Untersuchung des sicheren Betriebszustands. Es muss nachgewiesen werden, dass sich die Räder in den folgenden Situationen nicht versehentlich lockern:
 - beim Befahren von Gleisverwindungen, wie in EN 14363 beschrieben;
 - während Stoßtests in Übereinstimmung mit EN 15551;
 - unter hohen Längsdruckkräften, wie in EN 15839 beschrieben;
 - beim Auflaufen auf Gleisbremsen (Bremschuhen);
- Ein Instandhaltungsplan muss in den Validierungsunterlagen enthalten sein;
- Untersuchung der Funktionszuverlässigkeit (RAMS - Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (en: Reliability, Availability, Maintainability, and Safety)) des Radverriegelungs- und -lockerungsmechanismus in Übereinstimmung mit EN 50126-1, CLC/TR 50126-2 und CLC/TR 50126-3. Außerdem sollten diese Überprüfungen festlegen, ob die folgenden Maßnahmen notwendig sind oder nicht:
 - zusätzliche Berechnungen hinsichtlich der Stärke der Bauteile des Verriegelungsmechanismus;
 - zusätzliche Prüfungen, als die in 6.3.2.3 und 6.3.2.4 beschrieben;
 - strengere Grenzwerte für den maximal zulässigen Verschleiß der Bauteile;
 - Anwendung eines speziellen Instandhaltungszyklus.

6.3.2.3 Laborprüfungen

Die folgenden Laborprüfungen müssen mindestens durchgeführt werden:

- EN-Normen müssen bei der Prüfung der Elemente beachtet werden, die in Übereinstimmung mit diesen Normen konstruiert wurden (z. B. Räder, Drehgestellrahmen). Wenn validierte Bauteile verwendet werden, sind diese Prüfungen nur dann nötig, wenn es beim Betrieb zu erheblichen Abweichungen beim Klima oder bei den Betriebsbedingungen kommt;
- Spurwechselfahrwerk.

Die Bestimmung der Ermüdungsfestigkeit des Spurwechselfahrwerks muss mit Hilfe einer Umlaufbiegeprüfung bei einer Geschwindigkeit von mindestens 50 km/h durchgeführt werden. Diese Prüfung muss in Übereinstimmung mit den in Tabelle 4 aufgeführten Stufen, Zykluszahlen und Kräften durchgeführt werden.

Tabelle 4 — Stufen für Ermüdungsprüfungen des Spurwechselfahrwerks

Stufe	Anzahl der Zyklen	vertikale Kraft [kN]		Querkraft [kN]	
		statisch	dynamisch	statisch	dynamisch
I	$6 \cdot 10^6$	P	$\pm 0,5 P$ bei 4 Hz	0	$\pm 0,3 P$ bei 2 Hz
II	$2 \cdot 10^6$	P	$\pm 0,6 P$ bei 4 Hz	0	$\pm 0,36 P$ bei 2 Hz
III	$2 \cdot 10^6$	P	$\pm 0,7 P$ bei 4 Hz	0	$\pm 0,42 P$ bei 2 Hz

Die Durchführung dieser Ermüdungsprüfung bei einer höheren Geschwindigkeit ist zulässig. In diesem Fall müssen alle Frequenzen mit dem folgenden Verhältnis multipliziert werden: Geschwindigkeit/50.

Die Last P ist die statische Radsatzlast, die sich entsprechend der Auslegungsmasse bei normaler Zuladung ergibt, wie in EN 15663 festgelegt.

Diese Prüfung kann als abgeschlossen gelten, wenn das Fahrwerk 10^7 Lastzyklen standgehalten hat, ohne dabei Schaden zu nehmen (positive Prüfung) oder wenn ein Riss oder Bruch aufgetreten ist (negative Prüfung).

Die nicht rotierende Welle mit frei drehenden Rädern muss deshalb als Teil des Drehgestellrahmens betrachtet werden, der nach EN 13749 geprüft wird:

- Bestimmung des elektrischen Widerstands des Radsatzes, wie in EN 13260 festgelegt;
- Prüfung der Wärmewirkung der Bremsung auf das Spurwechselfahrwerk, falls notwendig;
- weitere Prüfungen, die aus der Untersuchung der Funktionszuverlässigkeit folgen könnten.

6.3.2.4 Streckenversuche

Vor Beginn der Betriebsprüfungen muss die Funktionszuverlässigkeit des Verriegelungsmechanismus nachgewiesen werden.

Mindestens 500 automatische Umspurprozesse müssen ohne Wartung oder Inspektion bei normaler Durchfahrgeschwindigkeit und unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen durchgeführt werden. Nach diesen 500 automatischen Umspurprozessen sollte das Verriegelungssystem auf die folgenden Punkte hin überprüft werden:

- das Abstand von Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken muss mit Tabelle 2 übereinstimmen, wenn der in EN 14363 festgelegte Grenzwert für die Summe der Führungskräfte $\Sigma Y_{\max}$ angewendet wird;

- alle während des automatischen Umspurprozesses ausgeübten Kräfte liegen im festgelegten Bereich;
- Messung des Verschleißes der Bauteile.

Weitere Prüfungen könnten aus der Untersuchung der Funktionszuverlässigkeit folgen.

Wenn alle diese Prüfungen erfolgreich waren, dürfen die Betriebsprüfungen durchgeführt werden.

6.3.2.5 Betriebsprüfungen

Die vorgesehenen Betriebsbedingungen für das Fahrzeug müssen erreicht werden:

- Betriebsmasse bei normaler Zuladung nach EN 15663. Güterwagen müssen ebenfalls unter Leermassebedingungen, wie in EN 15663 festgelegt, geprüft werden;
- Geschwindigkeiten bis zur maximalen Auslegungsgeschwindigkeit des Fahrzeugs, wenn möglich;
- Prüfstrecken, die den vorgesehenen Betriebsstrecken des Fahrzeugs so ähnlich wie möglich sind.

Für Betriebsprüfungen werden mindestens vier Spurwechselfahrwerke verwendet (acht für Triebzüge). Diese Spurwechselfahrwerke legen die folgenden Entfernungen zurück:

- Eine erste Phase von 50 000 km auf einer der Spurweiten. Bis zum Ende dieser Stufe wird kein automatischer Umspurprozess durchgeführt;
- Eine zweite Phase von 50 000 km auf beiden Spurweiten. Mindestens 20 % dieser Entfernung werden auf einer der Spurweiten zurückgelegt, für die das Fahrzeug geprüft wird. Während dieser Phase werden mindestens 50 automatische Umspurprozesse in gleichmäßiger Verteilung durchgeführt.

Während der ersten und zweiten Phase werden die folgenden Überprüfungen durchgeführt:

- 1) Sichtprüfung alle 1 000 km an allen Teilen des Fahrwerks, die ohne Demontage eines Fahrzeugteils sichtbar sind. Jede Auffälligkeit sollte aufgezeichnet werden.
- 2) Fahrwerksüberprüfung (d. h. Stirnflanken-Quermaß (qR), Spurkranzbreite und Spurkranzhöhe, Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken, Abstand Radstirnfläche zu Radstirnfläche und elektrischer Widerstand).
- 3) Überprüfung der Steifigkeit der Radsatzwelle: Der Abstand Spurkranzrücken zu Spurkranzrücken muss nach Anwendung der Seitenkräfte nach EN 14363 auf der Höhe des Radspurkranzes gemessen werden.
- 4) Messung der Übertragungskräfte während des automatischen Umspurprozesses: Je Rad muss die maximale und die durchschnittliche Kraft gemessen werden. Das Messergebnis muss mit der Konstruktion übereinstimmen.

Tabelle 5 — Prüfungen für Betriebsprüfung Phase 1 und 2:

Fahr- entfernung	Fahrwerkssteuerung	Messung der Fahrwerkssteifigkeit	Messung der Übertragungskraft	Anmerkungen
0	x	x	x	In dieser Stufe wird kein automatischer Umspurprozess durchgeführt.
2 000	x			
5 000	x			
10 000	x	x		
20 000	x			
30 000	x	x		
40 000	x			
50 000	x	x	x	Mindestens 50 automatische Umspurprozesse müssen durchgeführt werden.
60 000	x	x		
70 000	x	x	x	
80 000	x	x		
90 000	x	x		
100 000	x	x	x	

Es müssen Berichte erstellt werden.

Nach der erfolgreichen Durchführung all dieser Prüfungen erhält das Fahrwerk eine vorläufige, technische Freigabe. Diese Freigabe kann bei der Erfüllung der in Schritt 3 geforderten Betriebsprüfungen verwendet werden, zu denen ein kommerzieller Einsatz gehören kann. Wenn die genannten Betriebsprüfungen abgeschlossen sind, darf Schritt 4 beginnen.

6.3.3 Abschluss der technischen Zulassung

Nach Ausstellung der vorläufigen Freigabe müssen Phase 3 und 4 der Betriebsprüfungen durchgeführt werden.

In der dritten Phase legt das Fahrzeug 150 000 km auf beiden Spurweiten zurück. Mindestens 25 % dieser 150 000 km werden auf einer der Spurweiten zurückgelegt, für die das Fahrzeug geprüft wird. Mindestens 150 automatische Umspurprozesse werden während dieser Phase durchgeführt, bei der das Fahrzeug mit Höchstgeschwindigkeit und unter Betriebsbedingungen fahren darf, wozu auch der kommerzielle Betrieb gehören kann.

Tabelle 6 — Überprüfungen für Betriebsprüfung Phase 3

Fahr- entfernung	Fahrwerkssteuerung	Messung der Fahrwerkssteifigkeit	Messung der Übertragungskraft	Anmerkungen
110 000	x			Das Fahrzeug fährt auf beiden Spurweiten. Mindestens 50 automatische
120 000	x			
130 000	x	x	x	
140 000	x		x	

Fahr- entfernung	Fahrwerkssteuerung	Messung der Fahrwerkssteifigkeit	Messung der Übertragungskraft	Anmerkungen
150 000	x			Umspurprozesse werden durchgeführt.
170 000	x	x	x	
190 000	x			
210 000	x	x	x	
230 000	x			
250 000	x	x	x	

Falls die Ergebnisse aus Phase 3 positiv ausfallen, wird die technische Freigabe auf 400 000 km oder vier Jahre ausgeweitet (Phase 4). Falls zusätzliche Überprüfungen innerhalb dieses Zeitraums gefordert werden, sind die Verfahren und die Häufigkeit dieser Überprüfungen als Teil der Zulassungsunterlagen festgelegt.

Falls die Ergebnisse aus Phase 4 positiv ausfallen, kann die technische Freigabe ohne Einschränkungen ausgeweitet werden. Zu diesem Zweck wird eine Freigabe der folgenden Dokumente durch die zuständigen Stellen gefordert:

— Zeichnungen von:

- Radsatzwelle mit variabler Spurweite;
- Verriegelungssystem;
- Radsatzrahmen mit variabler Spurweite (falls vom Normrahmen abweichend);
- eingebautes Bremssystem;
- Radsatzlager;
- Spurwechselfahrwerk.

— Dokumentation:

- Dokumente der Qualitätskontrolle;
- verwendete Materialien und Schmierstoffe;
- Prüfungen und Qualitätsprüfungen zu jedem Element und zur Baugruppe;
- Bewertungsbericht;
- Instandhaltungsvorschriften.

6.4 Anlagen

6.4.1 Allgemeine Bedingungen

Jedes Ausrüstungsteil einer Umspuranlage, einschließlich der eingebauten Prüfgeräte, muss mit Hilfe der in diesem Kapitel beschriebenen Verfahren freigegeben werden.

Die Umspuranlage müssen mit der maximal zulässigen Radsatzlast auf der Strecke übereinstimmen, wo sie platziert wird.

Im Inneren der Umspuranlage muss überprüft werden, dass die Wälzkörper in ihrer richtigen Position verriegelt sind. Die Geräte zur Überprüfung der korrekten Verriegelung von Wälzkörpern müssen überwacht und gewartet werden, um ihre Zuverlässigkeit sicherzustellen.

Falls Schmierstoffe während des automatischen Umspurprozesses verwendet werden, dürfen sie weder mit der Lauffläche noch mit dem Bremssystem des Zugs in Kontakt kommen. Falls Wasser als einziger Schmierstoff verwendet wird, darf dies mit den oben genannten Elementen in Kontakt kommen.

6.4.2 Betrieb der Umspuranlage:

Der automatische Umspurprozess in einer Umspuranlage muss durch automatische Verschiebung und Verriegelung des Spurwechselfahrwerks erfolgen.

Es muss sichergestellt werden, dass unverriegelte Wälzkörper entdeckt werden.

Lokale Umweltbedingungen, wie Temperaturen oder Niederschläge, müssen berücksichtigt werden, um den reibungslosen Betrieb der Umspuranlage zu garantieren.

Die Nenndurchfahrgeschwindigkeit muss in Übereinstimmung mit den Eigenschaften und der Leistung der anzuwendenden Umspurtechniken festgelegt werden.

6.4.3 Instandhaltung von Umspuranlagen

Ein Instandhaltungsplan muss vor der Inbetriebnahme der Umspuranlage vorgelegt werden. Dieser Plan berücksichtigt die zu erwartenden Betriebsbedingungen sowie die technischen Merkmale.

6.4.4 Streckenführung

Die Streckenführung innerhalb des Bereichs der Umspuranlage sollte auf der Basis der zu erwartenden Betriebsbedingungen und der für die Durchfahrt vorgesehenen Fahrzeugtypen ausgelegt werden.

a) Horizontale Streckenführung

- Die Strecken auf beiden Seiten der Umspuranlage müssen gerade und an der Umspurplattform ausgerichtet sein, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug auf der Spur zentriert ist, bevor es in die Umspurplattform einfährt.
- Die Länge der geraden Ausrichtung muss auf der Basis der Durchführung der umzusetzenden Umspurtechniken festgelegt werden und soll eine bestimmte Anzahl Fahrzeuge aufnehmen können. Sollte der Längenabschnitt einer geraden Strecke nicht lang genug sein, um die richtige Position der Züge zu garantieren, muss eine Radlenkerschiene eingebaut werden.

b) Vertikale Streckenführung

- Die Steigungen der Strecke innerhalb des Bereichs der Umspuranlage müssen gleichmäßig sein und, wenn möglich, horizontal. Andernfalls sollte der niedrigste mögliche Wert gewählt werden.
- Die vertikale Streckenführung sowohl innerhalb der Umspuranlage, als auch in ihrer Umgebung muss die verfügbare Transportleistung der Züge, sowie den Bewegungswiderstand aufgrund des automatischen Umspurprozesses berücksichtigen.