

DIN EN 16432-3

ICS 93.100

Einsprüche bis 2020-08-19

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Feste Fahrbahn-Systeme –
Teil 3: Annahme;
Deutsche und Englische Fassung prEN 16432-3:2020**

Railway applications –
Ballastless track systems –
Part 3: Acceptance;
German and English version prEN 16432-3:2020

Applications ferroviaires –
Systèmes de voies sans ballast –
Partie 3: Approbation;
Version allemande et anglaise prEN 16432-3:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-06-19 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) oder 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 61 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16432-3:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 087-00-01-10 UA „Feste Fahrbahn“ 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 3302-1:1996 siehe DIN ISO 3302-1:1999-10

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 3302-1:1999-10, *Gummi — Toleranzen für Fertigteile — Teil 1: Maßtoleranzen (ISO 3302-1:1996)*

Titel de: Bahnanwendungen — Feste Fahrbahn-Systeme — Teil 3: Annahme

Titel en: Railway applications — Ballastless track systems — Part 3: Acceptance

Titel fr: Applications ferroviaires — Systèmes de voies sans ballast — Partie 3 :
Approbation

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Allgemeines	6
4.1 Übersicht	6
4.2 Validierung der Eignung für die Konstruktion eines neuartigen FF-Systems	7
4.3 Festlegung der Kriterien für die Abnahme von Arbeiten	7
4.4 Integration in den Projektsicherungs-/Arbeitsabnahmeplan	8
5 Abnahme der Arbeiten, Messungen, Prüfungen und mitgeltende Dokumente	8
5.1 Gleislage und Position	8
5.1.1 Einleitung	8
5.1.2 Relative Gleislage	8
5.1.3 Absolute Gleislage	10
5.2 Fahrwegsteifigkeit	11
5.2.1 Vertikale Gleissteifigkeit	11
5.2.2 Einheitlichkeit der vertikalen Gleissteifigkeit	11
5.3 Gleisstabilität	11
5.3.1 Schlüssel-Abnahmekriterium Gleisstabilität – Neue Auslegung	11
5.3.2 Schlüssel-Abnahmekriterium Gleisstabilität – Abnahme der Arbeit	11
5.4 Dauerhaftigkeitskriterien für die Abnahme der Arbeiten	12
5.5 Entwässerung	12
6 Abnahme von Unterbau und Teilsystemen	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Unterbau-Abnahme	12
6.2.1 Einleitung	12
6.2.2 Feste Fahrbahn auf Erdbauwerken	13
6.2.3 Feste Fahrbahn auf Brücken	13
6.2.4 Feste Fahrbahn in Tunneln	14
6.2.5 Übergänge im Unterbau	14
6.3 Abnahme von Fahrbahnen	14
6.3.1 Abnahme von Tragschichten	14
6.3.2 Beton- und Asphaltfahrbahnen	17
6.4 Abnahme der Zwischenschicht	19
6.4.1 Abnahme von Folie, Plane	19
6.4.2 Abnahme von Zwischenschicht, Schuh, Befestigung (Füllbetonschicht)	19
6.4.3 Abnahme der Ausgleichsschicht	19
6.5 Abnahme eines vorgefertigten Bauteils (Schwelle, Block, Platte, Rahmen)	20
6.6 Schienenbefestigungen	20
6.6.1 Allgemeines	20
6.6.2 Einstellmöglichkeiten des Schienenbefestigungssystems	20
6.6.3 Stützpunktstand – muss während der Konstruktion geprüft werden	20
6.6.4 Abweichung des Stützpunktpaares der Rechtwinkligkeit	20
6.7 Schienen	20
6.7.1 Einleitung	20

6.7.2	Verspannarbeiten	20
6.7.3	Schweißverbindung.....	20
6.7.4	Isolierverbindungen.....	20
6.8	Spezifische Messungen für Weichen und Kreuzungen und Schienenauszugsvorrichtungen.....	21
7	Systemspezifische Anforderungen für Einbauverfahren	21
7.1	Abnahme von FF-Systemen mit durchgehend gelagerten oder eingebetteten Schienen	21
7.2	Abnahme von FF-Systemen mit Einzelstützpunkten auf Fertigteilen, aufgelagert auf einer Fahrbahn.....	22
7.2.1	Fahrbahnen, die direkt als Tragschicht fungieren.....	22
7.2.2	Indirekte Auflagerung (z. B. Verwendung von Mörtel)	23
7.3	Abnahme von FF-Systemen mit Einzelstützpunkten auf einem Fertigteil, unabhängig von der umgebenden Füllbetonschicht oder der Fahrbahn	23
7.3.1	Vor dem Betonieren	23
7.3.2	Nach dem Betonieren.....	24
7.4	Abnahme von FF-Systemen mit Einzelstützpunkten auf einem Fertigteil monolithisch in eine Fahrbahn integriert	24
7.4.1	Vor dem Betonieren	24
7.4.2	Nach dem Betonieren.....	24
7.5	Abnahme von FF-Systems mit Einzelstützpunkten auf einer Betonfahrbahn	24
Anhang A (informativ) Risikoeinschätzung der Neuartigkeit eines vorgeschlagenen Entwurfs für ein FF-System		26
Anhang B (informativ) Materialabnahmeprüfungen für Zwischenschichten.....		27
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den Anforderungen an die Interoperabilität der abzudeckenden Richtlinie 2016/797/EG.....		28
Literaturhinweise.....		30

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16432-3:2020) 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 im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Verfahren zur Implementierung von FF-Systementwürfen und die Kriterien für die Abnahme von Arbeiten bezüglich der Konstruktion von FF-Systemen fest. Sie beschreibt keine Kriterien für die Inspektion, Instandhaltung, Reparatur und den Austausch von FF-Systemen während des Betriebs.

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 206, *Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

EN 12390-5, *Prüfung von Festbeton — Teil 5: Biegezugfestigkeit von Probekörpern*

EN 13231-1:2013, *Bahnanwendungen — Oberbau — Abnahme von Arbeiten — Teil 1: Arbeiten im Schotteroberbau — Gleise, Weichen und Kreuzungen*

EN 13848-2, *Bahnanwendungen — Oberbau — Qualität der Gleisgeometrie — Teil 2: Messsysteme — Gleismessfahrzeuge*

EN 13877-2, *Fahrbahnbefestigungen aus Beton — Teil 2: Funktionale Anforderungen an Fahrbahnbefestigungen aus Beton*

EN 14587 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Infrastruktur — Abbrennstumpfschweißen von Schienen*

EN 14730 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Oberbau — Aluminothermisches Schweißen von Schienen*

EN 16432-2:2017, *Bahnanwendungen — Feste Fahrbahn-Systeme — Teil 2: Systementwurf, Teilsysteme und Komponenten*

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:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Toleranz

erlaubte Abweichung vom Referenzwert oder festgelegten Wert

3.2

relative Gleislage

Gruppe von Parametern, die die Lage des Gleises festlegen, im Allgemeinen die folgenden: Spurweite, Richtung, Längshöhe, Verwindung und gegenseitige Höhenlage

Anmerkung 1 zum Begriff: Wie in der Normenreihe EN 13848 beschrieben.

3.3

absolute Gleislage

Gleislage bei Messung auf Basis von externen absoluten Referenzen

BEISPIEL Netz von geodätischen Referenzpunkten.

3.4

Gleislage

horizontale Lage z. B. des Gleises im relativen oder absoluten Koordinatensystem

3.5

Längshöhe

vertikale Lage z. B. des Gleises im relativen oder absoluten Koordinatensystem

3.6

Auslegung

umfasst die Berechnungen, Zeichnungen, Nachweise und Spezifikationen in Bezug auf die Materialien und die Konfiguration der festen Fahrbahn für ein bestimmtes Projekt oder eine bestimmte Stelle innerhalb des Projekts

3.7

Systemauslegung

systematischer Prozess, der sicherstellt, dass alle aufgeführten Bauteile so zusammenarbeiten, dass die Leistungsanforderungen erfüllt werden

3.8

Feste Fahrbahn-System (FF-System)

gesamte Struktur einer festen Fahrbahn von der Schiene bis zur Schnittstelle Unterbau und nicht nur ein proprietäres Teilsystem oder Komponenten

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2 in EN 16432-2:2017.

3.9

Unterbau

Erdbauwerke (Dämme, Einschnitte oder geländegleiche Erdbauwerke) oder Brücken (oder ähnliche Ingenieurbauwerke) und/oder Tunnelsohlen, die unter dem FF-System liegen

4 Allgemeines

4.1 Übersicht

Der folgende Absatz bietet einen kurzen Überblick über die Norm.

Unterabschnitt 4.2 enthält einen allgemeinen Leitfaden, wie festgestellt werden kann, ob ein FF-System neuartig ist, und schlägt die zu seiner Umsetzung erforderlichen Maßnahmen vor. Für die Abnahme eines Gleissystems sollte ein Arbeitsabnahmeplan alle Schritte und Kriterien für die Abnahme, wie in 4.3 beschrieben, zusammenfassen.

Abschnitt 5 definiert die wichtigsten Abnahmekriterien für das fertiggestellte Gleis. Alle in den folgenden Abschnitten 6 und 7 definierten Kriterien sollen sicherzustellen, dass die in Abschnitt 5 definierten Gesamtkriterien während der Konstruktion erfüllt werden.

Abschnitt 6 definiert Parameter für Teilsysteme, die bei verschiedenen Auslegungen von FF-Systemen verwendet werden.

Abschnitt 7 definiert besondere Anforderungen für bestimmte Arten von FF-Systemen.

4.2 Validierung der Eignung für die Konstruktion eines neuartigen FF-Systems

Es muss ein Verfahren angewendet werden (Beispiel siehe Anhang A), mit dem bestimmt wird, ob ein vorgeschlagenes FF-System einem in Betrieb befindlichen System ähnlich genug ist.

Die Abnahme kann ohne weitere Maßnahmen vereinbart werden, wenn die vorgeschlagene Auslegung bereits so umgesetzt wurde, dass sie nachweislich die Anforderungen der Kunden erfüllt.

Werden Unterschiede (oder neue Aspekte) festgestellt, so müssen auf der Grundlage der Ergebnisse der Beurteilung zusätzliche Anforderungen für die Umsetzung festgelegt werden.

Unterscheidet sich eine vorgeschlagene Auslegung wesentlich von einer bestehenden Auslegung, so wird sie als neue Auslegung betrachtet.

Sofern nicht anders angegeben, kann eine neue Auslegung des FF-Systems (zur Auslegung selbst siehe Teil 2) auf der Grundlage der Abnahme der Teilsysteme und eines vereinbarten schrittweisen Prüfverfahrens der nachfolgenden Prüfungen (aber nicht darauf beschränkt) abgenommen werden:

- Laborprüfungen zur Untersuchung insbesondere des Verhaltens und des Lastübertragungsverhaltens der Grenzflächen zwischen verschiedenen Teilsystemen unter Bemessungslastkombinationen (mechanisch, thermisch...);
- Ein kurzer Gleisabschnitt (50 m), der außerhalb der Schieneninfrastruktur gebaut wurde, um den Einbau der festen Fahrbahn zu demonstrieren. Die Dokumentation sollte auch die Analyse und Bewertung von Toleranzen umfassen;
- Im Falle einer positiven Bewertung der Laborprüfungen und des Vorführmodells muss ein Prüfabschnitt errichtet werden. Es wird empfohlen, den Prüfabschnitt entlang einer Strecke zu installieren, die einer hohen jährlichen Tonnenbelastung ausgesetzt ist, die der geplanten Anwendung des FF-Systems entspricht. Der Prüfabschnitt muss auf der Grundlage eines vereinbarten Prüf- und Überwachungssystems geprüft und überwacht werden. Gegebenenfalls müssen Prüfung, Überwachung und Dokumentation einen Zeitraum abdecken, der die typischen klimatischen Bedingungen abbildet.

4.3 Festlegung der Kriterien für die Abnahme von Arbeiten

Die Abnahmekriterien müssen aus der detaillierten Systemauslegung und den Spezifikationen nach EN 16432-2 entwickelt werden. Die so entwickelten Kriterien müssen alle identifizierten Leistungsrisiken für die festgelegte Nutzungsdauer umfassen und legen fest, wie sie vor der Abnahme kontrolliert, geprüft oder getestet und damit verifiziert werden müssen. Dazu müssen alle Anforderungen gehören, die Einfluss darauf haben, wie das FF-System mit anderen Elementen des Eisenbahnsystems zusammenwirkt.

Das fertiggestellte FF-System muss vor der Aufnahme des aktiven Betriebs abgenommen werden. Die verschiedenen Teilsysteme nach EN 16432-2 müssen vor dem Einbau des nachfolgenden Teilsystems validiert werden.

Die langfristige (geplante) Leistung, die für eine sichere und wirtschaftlich nachhaltige feste Fahrbahn erforderlich ist, hängt zum Teil von der Einbauqualität ab. Während der Konstruktionsphase sind strenge Inspektionen, Überwachungsmaßnahmen und gegebenenfalls Prüfungen erforderlich.

Angesichts der dauerhafteren Beschaffenheit und der höheren Leistungsfähigkeit, die von einer festen Fahrbahn zu erwarten sind, müssen verschiedene Qualitätskontrollen und Nachweise erbracht werden.

Eine Nichterfüllung der definierten Kriterien kann durch Reparaturmaßnahmen an der Fahrbahn oder durch eine Überarbeitung der Auslegung unter Berücksichtigung der erreichten „Wie gebaut“-Parameter korrigiert werden. Der zweite Ansatz entbindet den ausführenden Auftragnehmer nicht von seiner allgemeinen Verpflichtung, die festgelegten Kriterien zu erfüllen.

4.4 Integration in den Projektsicherungs-/Arbeitsabnahmeplan

Um die Abnahmeanforderungen in einen Projektsicherungsprozess zu integrieren, sollte eine gewisse Form der Dokumentation zur Planung aller notwendigen Prüfungen und Inspektionsarbeiten während und nach der Konstruktion erstellt werden.

Es muss ein Arbeitsabnahmeplan (en: Works Acceptance Plan, WAP) erstellt werden, der alle vereinbarten Messungen und Berichte enthält, die erforderlich sind, um nachzuweisen, dass die Arbeiten die festgelegten Anforderungen erfüllen. Wurde in der Auslegungsphase ein Systemsicherungsplan erstellt (EN 16432-2:2017, 6.2), kann dieser zur Bildung oder Einbeziehung des WAP entwickelt werden.

Der endgültige WAP sollte einen risikobasierten Ansatz implementieren, um festzulegen, welches Verifizierungsniveau erforderlich ist. Der Grad der Neuartigkeit und das Risikoniveau (Unsicherheit und Konsequenz, siehe 4.2) sollten zur Entscheidung über die tatsächlich angewandten Kontrollen, Prüfungen und Versuche und deren Häufigkeit herangezogen werden, um die für die Abnahme erforderlichen Nachweise zu erfassen. Die Verweisung auf nationale Verfahrensregeln oder andere Normen kann auch erforderlich sein, um typische Prüf- oder Inspektionshäufigkeiten zu definieren.

Der WAP sollte alle erforderlichen Inspektions- und Prüfpläne (en: Inspection and Testing Plans, ITP) enthalten, in denen sowohl die anwendbaren Prüfungen als auch die Konstruktionsphase definiert sind, um einen fortlaufenden Sicherungsprozess zu ermöglichen. Dieser sollte die linienförmige und mehrschichtige Beschaffenheit der Gleisbauarbeiten berücksichtigen und sicherstellen, dass die erforderlichen Prüfungen vom Beginn der Arbeiten an veranlasst und überprüft und in einem fortlaufenden Prozess angewandt werden, um die Integration versteckter Mängel zu vermeiden. Die Verifizierung sollte auf der Grundlage quantifizierbarer Maße definiert werden und Kriterien für das Bestehen/Nichtbestehen umfassen, die über eine angemessene Grundlage und ein festgelegtes Messverfahren verfügen, einschließlich Methodik und Anzahl der Prüfungen.

Die Anforderungen eines geeigneten ITP/WAP müssen sicherstellen, dass die verschiedenen Teilsysteme (wie in EN 16432-2 definiert) vor dem Einbau nachfolgender Teilsysteme schrittweise abgenommen worden sind.

Alle eingeholten Nachweise müssen anhand der Anforderungen validiert werden, bevor die Abnahme als vollständig betrachtet werden kann.

5 Abnahme der Arbeiten, Messungen, Prüfungen und mitgeltende Dokumente

5.1 Gleislage und Position

5.1.1 Einleitung

Die relative Gleislage und die absolute Gleislage müssen nach Abschluss der Arbeiten überprüft und dokumentiert werden.

5.1.2 Relative Gleislage

5.1.2.1 Allgemeines

Sofern nicht anders angegeben, muss die relative Gleislage EN 13231-1:2013 entsprechen.

Die Toleranzen in Tabelle 1 und Tabelle 2 von EN 13231-1:2013 gelten für Messungen an belasteten Gleisen. Für Messungen an unbelasteten Gleisen kann der Auftraggeber die Toleranzen für die relativen Gleislageparameter festlegen, die strenger sein können.

5.1.2.2 Weitere Anforderungen für $V > 160$ km/h

Um Abweichungen der Gleislage im langwelligen Bereich zu vermeiden, muss die unbelastete Gleislage vor der endgültigen Befestigung der Gleislage und der Längshöhe (z. B. vor dem Betonieren) überprüft werden. Sofern nicht anders angegeben, kommen folgende Kriterien und Grenzen zur Anwendung:

- max. zulässige Abweichung der Pfeilhöhe ≤ 2 mm bei Verwendung einer 30 m langen Sehne für die Gleislage und die Längshöhe (Überlappung der Sehn 5 m). Diese Prüfungen müssen für alle Schienenaufleger durchgeführt werden;

und

- max. zulässige Abweichung der Pfeilhöhe ≤ 10 mm bei Verwendung einer 300 m langen Sehne für die Gleislage und die Längshöhe (Überlappung der Sehn 150 m). Diese Prüfungen müssen für alle Schienenaufleger durchgeführt werden.

Um negative Auswirkungen wellenförmiger Abweichungen der belasteten Gleislage bis zu 50 m auf das Fahrverhalten von Schienenfahrzeugen zu vermeiden, müssen die Welligkeit der Gleislage und der Längshöhe getrennt geprüft werden.

Die Daten der belasteten Gleislage müssen mit Gleismessfahrzeugen und Mess- und Signalverarbeitungsverfahren nach EN 13848-2 aufgezeichnet werden. Das Gleismessfahrzeug muss in der Lage sein, die Gleislage entsprechend dem geforderten Wellenlängenbereich von mindestens 1 m bis 70 m zu messen.

ANMERKUNG 1 Dieser Wellenlängenbereich umfasst die Wellenlängenbereiche D0 (Wellenlänge $1 \text{ m} \leq \lambda \leq 5 \text{ m}$), D1 (Wellenlänge $3 \text{ m} \leq \lambda \leq 25 \text{ m}$) und D2 (Wellenlänge $25 \text{ m} \leq \lambda \leq 70 \text{ m}$) nach EN 13848-1.

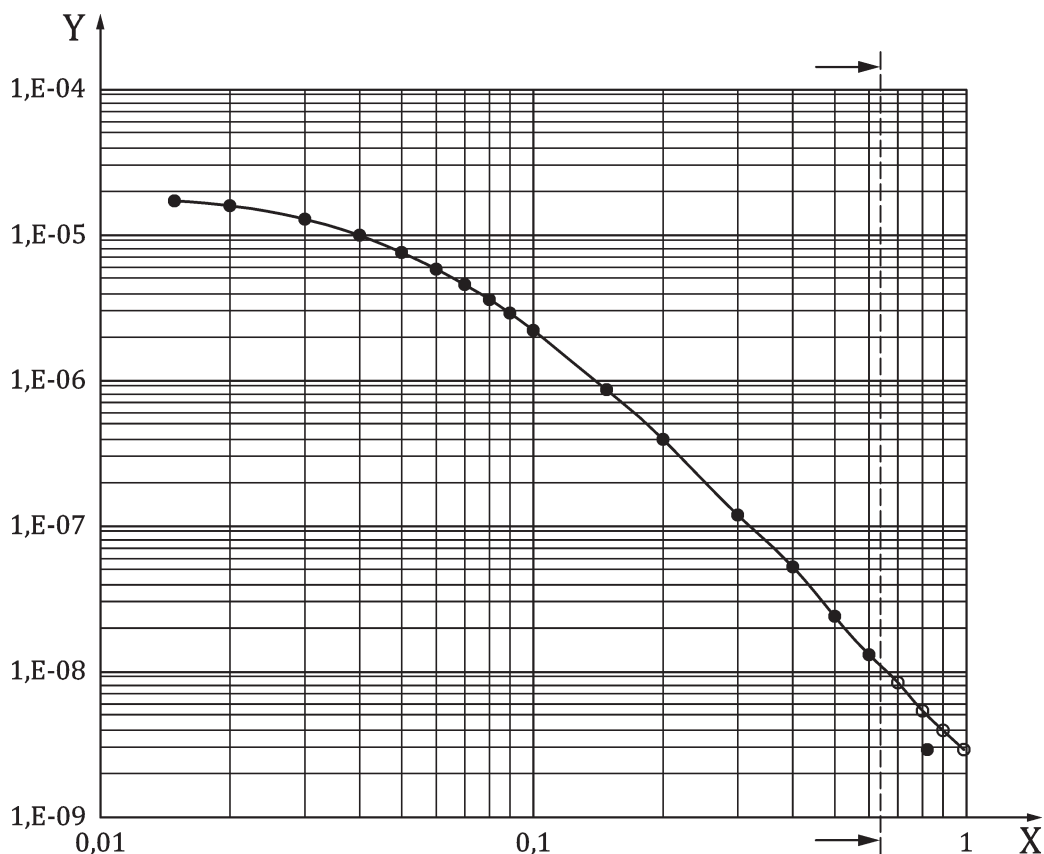
Gleisabweichungen müssen je nach Wellenlänge (Inverse der Abstandsfrequenz) bestimmt und z. B. mithilfe der spektralen Leistungsdichte PSD (siehe EN 13848-6:2014; 5.6) ausgewertet werden.

Die spektrale Leistungsdichte $G_x(f)$ wird durch den quadrierten Effektivwert der Gleisabweichung geteilt durch das Abstandsfrequenzintervall dF bestimmt.

Die spektrale Leistungsdichte der Gleisabweichungen sowohl für die Gleislage als auch für die Längshöhe sollte den in Bild 1 dargestellten Grenzwert in einem Abstandsfrequenzbereich von 0,015 [1/m] bis 1 [1/m] nicht überschreiten.

Falls die Spitzen einer bestimmten PSD den Grenzwert in Bild 1 überschreiten, sollte die spezifische Grundursache untersucht und die erforderlichen Maßnahmen mit dem Auftraggeber vereinbart werden.

ANMERKUNG 2 Für die Berechnung der PSD der Gleislageparameter „horizontale Gleislage“ und „Längshöhe“ können ein äquidistanter Abstandsfrequenzabstand von 0,000 5 [1/m] und eine Rechteckfensterfunktion verwendet werden.



Legende

X Abstandsfrequenz [1/m]

Y G_x [(m²)/(1/m)]

Bild 1 — Grenzwert für die spektrale Leistungsdichte für die horizontale Gleislage und die Längshöhe von Gleisen

5.1.3 Absolute Gleislage

Die absolute Gleislage muss EN 13231-1:2013 entsprechen.

Sofern nicht anders angegeben, muss das unbelastete Gleis der Klasse AP 1 von EN 13231-1:2013 entsprechen, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Toleranzen für die Abweichung von der Soll-Gleislage

Klasse	Vertikale Lage	Horizontale Lage	Längslage der Weichen und Kreuzungen
	mm	mm	mm
AP 1	±10	±10	±10

5.2 Fahrwegsteifigkeit

5.2.1 Vertikale Gleissteifigkeit

Das vertikale Steifigkeitsverhalten des Teilsystems/der Komponente, das/die die geplante vertikale Gleissteifigkeit des FF-Systems sicherstellt, muss während der Gleiskonstruktion festgelegt und vor dem Einbau des Gleises überprüft werden. Daher sind keine Prüfungen vor Ort erforderlich, um die vertikale Gleissteifigkeit nachzuweisen.

ANMERKUNG Die Anforderungen an die Teilsysteme oder Komponenten, die die Elastizität sicherstellen (z. B. EN 13481-5 für Schienenbefestigungssysteme), werden vom Konstrukteur der festen Fahrbahn festgelegt und durch Teilsystem/Komponenten-Zulassungsprüfungen verifiziert, z. B. EN 13146-9 für Schienenbefestigungssysteme.

Alternativ können lokale Messungen der absoluten Schieneneinsenkung durchgeführt werden. Basierend auf den gemessenen Schieneneinsenkungen kann die Gleissteifigkeit berechnet werden. Es muss ein detailliertes Messverfahren einschließlich der Referenzlast beschrieben werden.

5.2.2 Einheitlichkeit der vertikalen Gleissteifigkeit

Die vertikale Gleissteifigkeit sollte entlang der Schiene gleichförmig sein, mit Ausnahme von konstruktiven Übergängen zur Steuerung zusätzlicher dynamischer Fahrzeug-Gleis-Interaktionskräfte.

Wenn vereinbart wurde, die belastete Gleislage (unter Verwendung von Gleismessfahrzeugen) als Referenz für die Abnahme der festen Fahrbahn zu verwenden, ist keine zusätzliche Prüfung vor Ort erforderlich, solange die Gleislage innerhalb der Grenzwerte von 5.1.2 liegt.

Alternativ können Fahrzeuge zur Messung der Gleissteifigkeit verwendet werden.

Wenn alternative Verfahren zur Bestimmung der dynamischen Faktoren für die Auslegung der festen Fahrbahn nach EN 16432-1 angewendet werden, kann der Nachweis der Einheitlichkeit der Gleissteifigkeit durch Messungen vor Ort nach dem für die Auslegung akzeptierten Verfahren erbracht werden.

5.3 Gleisstabilität

5.3.1 Schlüssel-Abnahmekriterium Gleisstabilität – Neue Auslegung

Die Gleisstabilität muss entsprechend EN 16432-2:2017, 6.5 nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Die Gleisstabilität der festen Fahrbahn nach EN 16432-2:2017, 5.2.2.1 ist von besonderer Bedeutung und kann mithilfe einer Laborprüfung oder einer Prüfung vor Ort nachgewiesen werden.

5.3.2 Schlüssel-Abnahmekriterium Gleisstabilität – Abnahme der Arbeit

Schienenverspannarbeiten müssen entsprechend Abschnitt 6.6.4 durchgeführt werden.

Es muss eine Dokumentation vorgelegt werden, aus der hervorgeht, dass die Schnittstellen zwischen verschiedenen Teilsystemen entsprechend dem Entwurf des FF-Systems errichtet wurden.

Wenn das FF-System Verbindungselemente (Elemente zur Aufnahme von Horizontalkräften zwischen Teilsystemen) verwendet, muss die korrekte Anzahl und Reihenfolge der Verbindungselemente geprüft werden. Alle Verbindungselemente müssen mit der Auslegung übereinstimmen, und es muss dokumentiert werden, dass der Einbau in Übereinstimmung mit den vorgesehenen Einbauverfahren erfolgt ist.

5.4 Dauerhaftigkeitskriterien für die Abnahme der Arbeiten

Die Dauerhaftigkeitskriterien für die Abnahme der Arbeiten sollten in der Auslegung entsprechend den verwendeten Materialien und dem angewandten Auslegungskonzept definiert werden (siehe EN 16432-2:2017, 6.2 Systemsicherungsplan). Für die Anwendung auf die errichteten Konstruktionen muss die Dauerhaftigkeit in Bezug auf bestimmte Anforderungen im Bezug (auf die Materialien und Komponenten, Teilsysteme oder Schichten, Umweltanforderungen, z. B. Expositionsklassen für Beton) definiert und angegeben werden:

- was ist zulässig;
- was ist nicht zulässig.

Dazu sollte auch eine Anleitung gehören, was lagebedingt in Bezug auf Leistung und Sicherheit als wesentlich angesehen wird.

Wenn die errichteten Konstruktionen die Kriterien nicht erfüllen, ist es dem Konstrukteur gestattet, unter Vorlage von Nachweisen aufzuzeigen, dass ein bestimmtes Problem strukturell nicht wesentlich ist, oder seine Verfahren zur Behebung des Mangels vorzuschlagen, die sich auf die spezifische Lage und Wesentlichkeit des Mangels beziehen.

5.5 Entwässerung

Alle Entwässerungspfade müssen auf ihre Funktionsfähigkeit hin überprüft werden. Es muss sichergestellt werden, dass die Entwässerungseinrichtung frei von Schutt ist und dass die Oberflächenrauigkeit und das Gefälle der Auslegung entsprechen. Wenn die Entwässerungseinrichtung leicht zugänglich ist, kann dies durch visuelle Inspektion erfolgen. Für nicht leicht zugängliche Teile der Entwässerungseinrichtung, z. B. Rohrleitungen, können Kameras zur Inspektion eingesetzt werden. Bei Inspektionen sollte auch sichergestellt werden, dass keine Änderungen an der Konstruktion vorgenommen wurden, die die Entwässerung behindern können, z. B. zusätzliche Lärmschutzwände oder eine standortspezifische Verkabelung.

6 Abnahme von Unterbau und Teilsystemen

6.1 Allgemeines

Da einige Parameter nach Abschluss der Arbeiten nicht überprüft werden können und weil sie Einfluss auf die Qualität und die Dauerhaftigkeit der Gleisarbeiten haben, sollten die unten aufgeführten Punkte bei der Durchführung der Gleisarbeiten gemessen werden.

6.2 Unterbau-Abnahme

6.2.1 Einleitung

Vor Beginn der Konstruktion eines FF-Systems sollte der Unterbau, auf dem es errichtet werden soll, überprüft werden, um sicherzustellen, dass die im Entwurf identifizierten kritischen Parameter eingehalten wurden und vollständig verstanden werden.

6.2.2 Feste Fahrbahn auf Erdbauwerken

Als Mindestanforderung sollten vor Beginn der Errichtung der festen Fahrbahn die folgenden Prüfungen durchgeführt werden:

- Überprüfung der Art und des Datums der ursprünglichen Abnahmeprüfung des Erdbauwerks. Wenn das Risiko einer Änderung der strukturellen Leistungsfähigkeit des Erdbauwerks seit seiner Fertigstellung besteht, sollten neue Prüfungen veranlasst werden, um zu verifizieren, dass die Entwurfsbedingung weiterhin gültig ist;

ANMERKUNG 1 Siehe EN 16907-5 für Informationen über Abnahmeprüfverfahren für Erdbauwerke.

- Prüfung, ob die geschätzte verbleibende Setzung oder Hebung, die erwartet wird, innerhalb der zulässigen Entwurfswerte liegt (Gesamt- und Differentialsetzungen oder Hebungen);
- Wenn die Hebung des Untergrunds ein Risiko darstellt, das im Entwurf identifiziert wurde, müssen die erforderlichen Kontrollen und Prüfungen durchgeführt werden.

ANMERKUNG 2 Die Restrisiken nach Fertigstellung der Erdbauwerke können davon abhängen, ob Niederschlag oder Verkehr auf die Oberfläche der Erdformation eingewirkt und Störungen oder Änderungen des Feuchtigkeitsgehalts verursacht haben.

Vor Beginn der Errichtung der festen Fahrbahn sollte auch eine Überprüfung der Entwässerungsfunktion vorgenommen werden.

6.2.3 Feste Fahrbahn auf Brücken

Die folgenden Zustandsparameter einer Brücke müssen vor Beginn der Arbeiten mit dem Entwurf verglichen werden:

- geometrische Anforderungen an die konstruierte Brückentafel einer Brückenkonstruktion, um zu bestätigen, dass im Entwurf festgelegte Anpassungen oder Vorkehrungen, z. B. zur Berücksichtigung von Vorkrümmung oder Temperatur, oder wenn Änderungen erforderlich sind, angewendet werden können;
- tatsächliche Brückengeometrie im Hinblick auf Änderungen aufgrund von Belastungsbedingungen;
- Länge der Brückentafel und Lücken zwischen den Fahrbahnenden bei einer gemessenen Temperatur;
- Ist-Zustand der Verformung und Verschiebung durch Kriechen und Schwinden des Betons im Vergleich zum Entwurf;

ANMERKUNG Wenn z. B. der Gleisbau vor dem vorhergesagten Kriech- und Schwindzeitraum erfolgt, muss dies möglicherweise berücksichtigt werden.

- die Höhe der Brückentafel im Verhältnis zur Schienenoberkante, um festzustellen, ob die Bautiefe der festen Fahrbahn erreicht werden kann;
- die Höhe der Setzungen an Brückenpfeilern und Widerlagern;
- Zustand und Bereitstellung von Abdichtungsmaßnahmen;
- Entwässerungssystem;
- Schubverbindung in die Fahrbahn(en), um die Kompatibilität mit der Bauweise und dem System für feste Fahrbahnen zu bestätigen. Dies darf Bewehrungsbügel und die Oberflächenrauigkeit der Betonschutzschicht einschließen.

Zusätzlich zu diesen Parametern muss jeder spezifische Entwurf oder jede spezifische Bewertung des Zusammenwirkens von Gleis und Brücke, der bzw. die zuvor für ein Brückenbauwerk durchgeführt wurde, auf alle zusätzlichen Parameter überprüft werden, die eine Verifizierung erfordern.

6.2.4 Feste Fahrbahn in Tunneln

Die geometrischen Anforderungen müssen an der fertiggestellten Tunnelstruktur überprüft werden, um zu bestätigen, dass die im Entwurf festgelegten Anpassungen oder Vorkehrungen, um z. B. Setzungen oder Hebungen zu berücksichtigen, wie geplant angewendet werden können, oder wenn Änderungen erforderlich sind.

Die folgenden Parameter müssen vor Beginn geprüft werden:

- Überprüfung der tatsächlichen Tunnelgeometrie im Hinblick auf Änderungen aufgrund von Belastungsbedingungen;
- Tunnelsegment-/Abschnittslänge und Spalten an den Fugen, verglichen mit den Auslegungsannahmen;
- Menge der Gesamt- oder Restsetzung oder -hebung;
- Zustand und Bereitstellung von Abdichtungsmaßnahmen, falls nicht bereits durch die Tunnelarbeiten abgedeckt;
- Schubverbindung in den Tunnel, um die Kompatibilität mit der Bauweise und dem System für feste Fahrbahnen zu bestätigen. Dies darf Bewehrungsbügel und die Oberflächenrauigkeit der Betonschutzschicht einschließen.

6.2.5 Übergänge im Unterbau

An Stellen, an denen sich der Fahrbahnunterbau (Brücke, Tunnel, Erdbauwerke) verändert, dürfen je nach Unterbaukonstruktion Änderungen der Steifigkeit der Gleisauflage und/oder Differentialsetzungen auftreten.

Die folgenden Zustandsparameter eines Übergangsbereichs müssen vor Beginn der Arbeiten mit dem Entwurf verglichen werden:

- Entwässerung;
- Verdichtung und Steifigkeit des Unterbaus (z. B. nachgewiesen durch Verformungsmodul E_{v2}) auf beiden Seiten und über die Änderung des Unterbaus hinweg;

ANMERKUNG 1 Während der Erarbeitung dieser Norm war keine europäische Norm für Lastplattentest zur Bestimmung von E_{v2} verfügbar. In verschiedenen Ländern gibt es unterschiedliche Normen, einschließlich unterschiedlicher Plattendurchmesser und unterschiedlicher Belastungsregime, die zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Es ist wichtig, dass die Organisation, die die Abnahmeprüfung durchführt, das richtige vorgeschriebene Plattendruck-Prüfverfahren verwendet.

ANMERKUNG 2 Siehe EN 16907-5 für weitere Informationen.

- Geometrie und Lage von Unterbau-Fugen;
- Differentialsetzungen oder Hebung.

6.3 Abnahme von Fahrbahnen

6.3.1 Abnahme von Tragschichten

6.3.1.1 Allgemeines

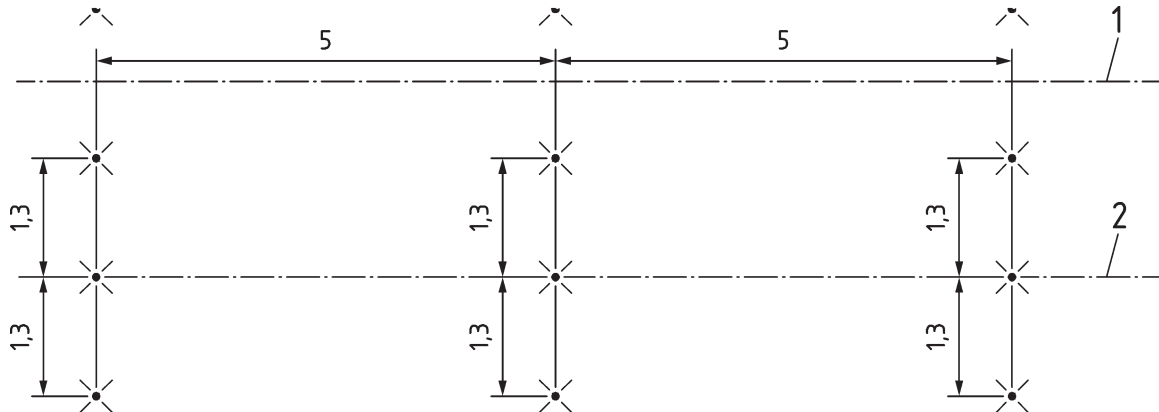
Die Leistung der Tragschichten muss auf der Grundlage des Systemsicherungsplans abgenommen werden (siehe EN 16432-2:2017, 6.2).

ANMERKUNG Während der Erarbeitung dieser Norm war keine europäische Norm für Tragschichten verfügbar.

6.3.1.2 Überprüfung der absoluten Oberflächenhöhe

Auf Tragschichten muss eine Überprüfung der absoluten Oberflächenhöhe durchgeführt werden.

Die Stellen, an denen die Höhe der Frostschutzschicht, der ungebundenen Tragschicht, der zementgebundenen Tragschicht oder der Asphalttragschicht überprüft werden muss, können rechts und links von der Gleisachse 1,30 m auf jeweils 5 m Kilometrierung sowie am Anfang und am Ende des FF-Systems betragen.



Legende

- 1 Gleisachse
- 2 Fahrbahnachse
- ✕ Kontrollpunkt

Bild 2 — Kontrollpunktraster

Im Falle einer Tragschicht, die beide Gleise trägt, kann die Anzahl der Messpunkte auf drei Messpunkte für beide Gleise bei jeweils 5 m Kilometrierung reduziert werden.

Es müssen die folgenden maximalen Toleranzen angewendet werden:

- für ungebundene Tragschichten: $-20 \text{ mm} \leq T_G \leq +20 \text{ mm}$ zum Referenzpunkt-Netz;
- für hydraulisch gebundene Tragschichten, zementgebundene Tragschichten, Betontragschichten und bitumenhaltige Tragschichten: $-15 \text{ mm} \leq T_G \leq +5 \text{ mm}$ zum Referenzpunkt-Netz.

Je nach Systementwurf können strengere Toleranzen angewendet werden.

Die geodätische Toleranz T_G wird durch die Konstruktionstoleranz T_A und die Vermessungstoleranz T_M bestimmt.

$$T_G^2 = T_A^2 + T_M^2$$

Vermessungspräzision:

Höhe: $\sigma_{F,H} = 3 \text{ mm}$ zum Referenzpunkt-Netz.

6.3.1.3 Prüfung der Oberflächengeometrie

Die Ebenheit der Tragschichten muss innerhalb einer maximalen Abweichung liegen, wie in Tabelle 2 angegeben. Die Referenz für die Ebenheitsprüfung (in Längs- und Querrichtung) wird physisch oder virtuell durch ein 4 m langes und starres Lineal abgebildet, das entlang der Oberfläche bewegt wird.

Tabelle 2 — Maximale Abweichung

	Max. Abweichung
Ungebundene Tragschicht	20 mm
hydraulisch gebundene Tragschicht, zementgebundene Tragschicht, Beton-Tragschicht, bitumenhaltige Tragschicht, die als Unterlage einer Fahrbahn verwendet wird	15 mm
bitumenhaltige Tragschicht, die als Teil der Asphaltfahrbahn verwendet wird	10 mm

Das Entwässerungsgefälle, falls vorhanden, muss beibehalten werden.

Die überstehende Breite einer hydraulisch gebundenen Tragschicht, einer zementgebundenen Tragschicht oder einer Betontragschicht sollte mit dem vom Systementwurf vorgesehenen Gefälle versehen werden.

ANMERKUNG Muss als Gegengefälle entlang der hohen Kante der mit einer Überhöhung versehenen Fahrbahn angebracht werden, um stehendes Wasser zu vermeiden.

6.3.1.4 Oberflächenbedingungen vor dem Einbau von hydraulisch gebundenen Tragschichten, zementgebundenen Tragschichten, Betontragschichten

Die Oberfläche einer Tragschicht mit zementhaltigem oder bitumenhaltigem Bindemittel muss vorbereitet werden, um den erforderlichen Verbund mit der nächsten Schicht zu ermöglichen.

Die Oberfläche einer Unterlage, auf die eine nachfolgende Schicht unter Verwendung eines zementhaltigen Materials gegossen werden soll, das eine Bindung erfordert, um eine geplante Leistung zu erreichen, muss mit einer Oberflächenrauigkeit versehen sein, die als Verzahnung wirkt und/oder eine Bindung der Materialien ermöglicht:

- gereinigt (frei von Schmutz, Latenzen und Fett), um eine einwandfreie Verbindung zu ermöglichen;
- wassergesättigt, aber frei von stehendem Wasser vor dem Gießen;
- innerhalb des festgelegten Temperaturbereichs.

6.3.2 Beton- und Asphaltfahrbahnen

6.3.2.1 Dicke und Breite von Beton- und Asphaltfahrbahnen

6.3.2.1.1 Dicke

Das arithmetische Mittel der gemessenen Dicke einer Betonfahrbahn darf die Bemessungsdicke nicht unterschreiten und darf nicht mehr als die Bemessungsdicke + 10 mm betragen. Einzelwerte der Dicke dürfen nicht unter – 5 mm und nicht über + 15 mm der Bemessungsdicke liegen.

Je nach Systementwurf können strengere Toleranzen angewendet werden.

Das arithmetische Mittel der gemessenen Dicke einer Asphaltfahrbahn (Gesamtdicke aller Asphaltschichten) darf die Bemessungsdicke nicht unterschreiten. Die Einzelwerte der Dicke dürfen nicht weniger als 20 mm der Bemessungsdicke betragen.

6.3.2.1.2 Breite

Die Breite der Fahrbahn (z. B. unter Verwendung der Schalung als Referenz) muss mit der Auslegung übereinstimmen. Das arithmetische Mittel der gemessenen Fahrbahnbreite darf die Bemessungsbreite nicht unterschreiten. Die maximale Abweichung der Einzelwerte von der Sollbreite darf ± 1 % der Sollbreite nicht überschreiten.

6.3.2.1.3 Horizontale Gleislage und Höhe

Die Toleranzen für die horizontale Gleislage und die Höhe der Fahrbahnen müssen auf der Grundlage des Systemsicherungsplans überprüft werden (siehe EN 16432-2:2017, 6.2).

ANMERKUNG FF-Systeme, die Teilsysteme (Schienenbefestigungssystem siehe 7.5, vorgefertigtes Bauteil siehe 7.2) verwenden, die direkt von einer Fahrbahn getragen werden, können die Anwendung sehr kleiner Höhentoleranzen erfordern, die durch den Entwurf vorgegeben sind.

6.3.2.2 Betonfahrbahn

Betonfahrbahnen müssen die Anforderungen von EN 13877-2 erfüllen.

Die Betonmischung muss dem Entwurf entsprechen und muss die Anforderungen von EN 206 erfüllen.

Die Ausführung von Betonfahrbahnen muss in Übereinstimmung mit EN 13877 erfolgen.

Die Biegezugfestigkeit des Betons muss entsprechend EN 12390-5 geprüft werden.

Die Bewehrung muss dem Entwurf entsprechen.

Wenn der Entwurf des FF-Systems Maßnahmen zur elektrischen Isolierung zwischen kreuzenden Bewehrungsstäben erfordert, um schleifenfreie Zonen zu ermöglichen (siehe EN 16432-1:2017, 6.9.6), muss die Vollständigkeit und Richtigkeit der installierten Isoliereinrichtungen unmittelbar vor dem Betonieren visuell überprüft werden.

ANMERKUNG Es gibt keine Verfahren zur Messung der Wirksamkeit der elektrischen Isolierung unmittelbar vor dem Betonieren.

Wenn der Entwurf des FF-Systems Zonen mit eingeschränktem oder beschränktem Metallgehalt erfordert (siehe EN 16432-1:2017, 6.9.6), müssen die korrekten Abmessungen unmittelbar vor dem Betonieren überprüft werden.