

DIN EN 13848-4



ICS 93.100

Einsprüche bis 2023-08-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13848-4:2012-03

Entwurf

**Bahnanwendungen –
Oberbau – Qualität der Gleisgeometrie –
Teil 4: Messsysteme – Handgeführte und leichte Vorrichtungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13848-4:2023**

Railway applications –
Track – Track geometry quality –
Part 4: Measuring systems – Manual and lightweight devices;
German and English version prEN 13848-4:2023

Applications ferroviaires –
Voie – Qualité géométrique de la voie –
Partie 4: Systèmes de mesure – Dispositifs manuels et de faible poids;
Version allemande et anglaise prEN 13848-4:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-06-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

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

Gesamtumfang 62 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13848-4:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterarbeitsausschuss NA 087-00-01-06 UA „Abnahme von Oberbauarbeiten“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF).

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13848-4:2012-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Überarbeitung der Begriffe;
- b) Ermittlung Gleisgeometriemesssystem auf Gleisgeometrieaufzeichnungsgeräten (TGR) oder Gleisgeometrieinstrumenten (TGI) verallgemeinert. Daraus resultieren die Überarbeitungen in Abschnitt 5 und Abschnitt 6 sowie in Anhang A und Anhang C;
- c) unter anderem sind Anforderungen bezüglich der Signalübertragung, Auflösung, Signalverarbeitung, sowie die Anforderungen für das Messen und die Überprüfung neu aufgenommen;
- d) eine generelle Umstrukturierung des Dokumentes wurde vorgenommen;
- e) Überarbeitung des Literaturverzeichnisses;
- f) redaktionelle Überarbeitung.

Bahnanwendungen – Oberbau – Qualität der Gleisgeometrie – Teil 4: Messsysteme – Handgeführte und leichte Vorrichtungen

Railway applications – Track – Track geometry quality – Part 4: Measuring systems – Manual and lightweight devices

Applications ferroviaires – Voie – Qualité géométrique de la voie – Partie 4: Systèmes de mesure – Dispositifs manuels et de faible poids

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Gleisgeometriemesssystem bei TGR oder TGI	7
5.1 Einleitung	7
5.2 Allgemeine Beschreibung	8
5.3 Umweltbedingungen	9
5.3.1 Einleitung	9
5.3.2 Klimatische Bedingungen	9
5.3.3 Betriebsbedingungen	9
5.4 Eingabe von Gleismerkmalen	9
5.5 Verortung der Daten	10
5.6 Messgerät	10
5.6.1 Allgemeines	10
5.6.2 Sensoren	10
5.6.3 Signalübertragung	11
5.7 Auflösung	11
5.8 Signalverarbeitung	11
5.8.1 Einleitung	11
5.8.2 Abtastung	11
5.8.3 Filterung	11
5.9 Datenverarbeitung und -analyse	12
5.9.1 Datenverarbeitung	12
5.9.2 Datenzusammenführung	12
5.9.3 Parametererzeugung	12
5.9.4 Parameteranalyse	12
5.10 Datenausgabe	12
5.10.1 Visualisierung	12
5.10.2 Datenübertragung	12
5.11 Datenspeicherung	13
5.11.1 Datenspeicherung: TGR	13
5.11.2 Datenspeicherung: TGI	13
6 Prüfung des Gleisgeometriemesssystems	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Kalibrierung	14
6.3 Validierungsprüfungen: TGR	14
6.3.1 Überblick	14
6.3.2 Messbedingungen für die Validierung	14
6.3.3 Gleisbedingungen für die Validierung	15
6.3.4 Vergleich verschiedener Messfahrten	15
6.3.5 Regelmäßige Prüfungen	17
6.4 Validierungsprüfungen: TGI	17
6.4.1 Validierung eines neuen oder geänderten Messsystems	17
6.4.2 Regelmäßige Validierung	18
Anhang A (normativ) Von Gleisgeometriemessgeräten (TGR) und Gleisgeometrieinstrumenten (TGI) gemessene Parameter	19
A.1 Einleitung	19
A.2 Spurweite	19
A.3 Längshöhe	19

A.4	Überhöhung	20
A.5	Richtung	20
A.6	Verwindung	20
Anhang B (informativ) Messprinzipien		21
B.1	Allgemeine Beschreibung	21
B.2	Längshöhe und Richtung (nur TGR)	21
B.2.1	Sehnenmesssystem	21
B.2.2	Inertialmesssystem	22
B.3	Spurweite	23
B.4	Überhöhung	23
B.5	Verwindung	23
Anhang C (normativ) Validierungskriterien		24
C.1	Wiederholbarkeit — Statistische Analyse der Parameterdaten	24
C.2	Reproduzierbarkeit — Statistische Analyse der Parameterdaten	24
Anhang D (informativ) Messunsicherheit der Gleisgeometrie		26
D.1	Allgemeines	26
D.2	Bewertung der Unsicherheit für handgeführte Gleisgeometriemesssysteme	27
Literaturhinweise		29

Bilder

Bild 1	TGR und TGI Gleisgeometriemesssystem	8
Bild B.1	Prinzip der Sehnenmessung	21
Bild B.2	Darstellung der Werte der Übertragungsfunktion in Abhängigkeit von normierter Sehnenlänge und Sehneneinteilung	22
Bild D.1	Einflüsse auf das Messergebnis	26
Bild D.2	Erforderliche Messunsicherheit als Funktion der Schwellenwerte	28

Tabellen

Tabelle 1	Symbole und Abkürzungen	7
Tabelle 2	Erforderliche Prüffahrten	16
Tabelle 3	Erforderliche Vergleiche	17
Tabelle A.1	Spurweite — Abweichungen von EN 13848-1:2019	19
Tabelle A.2	Längshöhe — Abweichungen von EN 13848-1:2019	19
Tabelle A.3	Überhöhung — Abweichungen von EN 13848-1:2019	20
Tabelle A.4	Richtung — Abweichung von EN 13848-1:2019	20
Tabelle A.5	Verwindung — Abweichung von EN 13848-1:2019	20
Tabelle C.1	Wiederholbarkeit — Längshöhe und Richtung — 95. Perzentil	24
Tabelle C.2	Wiederholbarkeit — Spurweite und Überhöhung — 95. Perzentil	24
Tabelle C.3	Wiederholbarkeit — Verwindung — 95. Perzentil	24
Tabelle C.4	Reproduzierbarkeit — Parameterdaten — Längshöhe und Richtung — 95. Perzentil	25
Tabelle C.5	Reproduzierbarkeit — Parameterdaten — Spurweite und Überhöhung — 95. Perzentil	25
Tabelle C.6	Reproduzierbarkeit — Parameterdaten — Verwindung — 95. Perzentil	25
Tabelle D.1	Grenzwerte für die erweiterte Unsicherheit der Gleisgeometrieparameter	28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13848-4:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 13848-4:2011 ersetzen.

Die Änderungen im Vergleich zur Vorgängerversion sind im Folgenden aufgelistet:

- Änderung der Bezeichnung und Definition von leichten Vorrichtungen;
- Aktualisierung des Inhalts der Anhänge A und Anhang B;
- Modifikation bestimmter Grenzwerte im Anhang C (Validierungskriterien);
- Einführung von Anhang D (Messunsicherheiten);
- Vereinfachung der Struktur des Haupttextes.

In diesem Dokument sind Anhang A und Anhang C normativ und Anhang B und Anhang D informativ.

Dieses Dokument ist ein Teil der Normenreihe EN 13848 *Bahnanwendungen — Oberbau — Qualität der Gleisgeometrie*, die Teile sind wie nachstehend aufgeführt:

- *Teil 1: Beschreibung der Gleisgeometrie*
- *Teil 2: Messsysteme — Gleismessfahrzeuge*
- *Teil 3: Messsysteme — Gleisbau- und Instandhaltungsmaschinen*
- *Teil 4: Messsysteme — Handgeführte und leichte Vorrichtungen*
- *Teil 5: Geometrische Qualitätsstufen*

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Mindestanforderungen für Messsysteme, angebracht an fahrbaren Kleinmessgeräten und handgeführten Messgeräten, für die Bewertung der Gleisgeometriequalität nach den Parametern nach EN 13848-1 fest. Die noch akzeptablen Unterschiede zu EN 13848-1 bei der Verwendung von fahrbaren Kleinmessgeräten und handgeführten Messgeräten für die Messung der Gleisgeometrie werden dargestellt.

Dieser Teil gilt für alle Gleisgeometriemesssysteme, angebracht an fahrbaren Kleinmessgeräten und handgeführten Messgeräten, nach der Umsetzung dieses Dokuments.

Bei leichten Vorrichtungen mit einer höheren Geschwindigkeit als Schrittgeschwindigkeit oder bei Gleisgeometriemesssystemen, die an Gleismessfahrzeugen angebracht sind, aber wie in EN 13848-1 definiert nicht unter belasteten Bedingungen messen, gilt das in EN 13848-2 festgelegte Prüfverfahren.

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 13848-1:2019, *Bahnanwendungen — Oberbau — Gleislagequalität — Teil 1: Beschreibung der Gleisgeometrie*

EN 13848-2:2020, *Bahnanwendungen — Oberbau — Gleislagequalität — Teil 2: Messsysteme — Gleismessfahrzeuge*

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 <https://www.iso.org/obp>

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

3.1

leichte Vorrichtung

Vorrichtung, die das Gleis nach EN 13848-1:2019, Abschnitt 7, nicht belastet

3.2

Gleisgeometriemessgerät

TGR, en: track geometry recorder

leichte Vorrichtung für das Messen einer oder mehrerer Gleisgeometrieparameter mit folgenden Merkmalen:

- gezogen, selbst angetrieben oder durch menschliche Kraft bewegt;
- Fähigkeit der automatischen Messung bei konstanten und vorgeschriebenen Schrittweite mit jeder lokalisierten Messung

3.3

Gleisgeometriemessinstrument

TGI, en: track geometry instrument

leichte Vorrichtung für das Messen einer oder mehrerer Gleisgeometrieparameter mit folgenden Merkmalen:

- Messung bei Stillstand;
- kann individuelle Messungen aufzeichnen

3.4

Sensor

Gerät, das Eigenschaften der Gleisgeometrie misst und in Werte umsetzt, die zur weiteren Datenverarbeitung genutzt werden können

3.5

Messrichtung

Fahrtrichtung zwischen zwei Punkten auf einem Gleis, unabhängig der Ausrichtung des Gleisgeometriemessgeräts. Zwischen zwei vorgegebenen Punkten A und B gibt es zwei entgegengesetzte Richtungen: A bis B und B bis A

3.6

Ausrichtung

physikalische Positionierung einer leichten Vorrichtung unter Berücksichtigung, welches Ende der leichten Vorrichtung führend oder nachziehend ist

3.7

Wiederholbarkeit

Grad der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen zweier aufeinander folgender Messungen desselben Parameters unter den gleichen Bedingungen innerhalb eines kurzen Zeitabstandes, wobei die einzelnen Messungen auf dem gleichen Gleisabschnitt mit den gleichen Vorrichtungen und den gleichen Auswertungsmethoden unter folgenden Bedingungen ausgeführt werden:

- gleiche Geschwindigkeit;
- gleiche Messrichtung;
- gleiche Ausrichtung;
- gleiche Umgebungsbedingungen

3.8

Reproduzierbarkeit

Grad der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen zweier aufeinander folgender Messungen desselben Parameters unter unterschiedlichen Bedingungen innerhalb eines kurzen Zeitabstandes, wobei die einzelnen Messungen auf dem gleichen Gleisabschnitt mit den gleichen Vorrichtungen und den gleichen Auswertungsmethoden unter einer oder mehreren folgenden Bedingungen ausgeführt werden:

- Variation der Geschwindigkeit;
- unterschiedliche Messrichtungen;
- unterschiedliche Ausrichtungen, wenn das Gerät für die Messung in beiden Messrichtungen konstruiert ist;
- verschiedene Umweltbedingungen

3.9

Validierung

Reihe von Messungen zur Feststellung der Übereinstimmung des Geräts mit den Anforderungen dieses Dokumentes

3.10

Kalibrierung

Reihe von Verfahren zur Justierung des Geräts, um die Anforderungen dieses Dokumentes zu erfüllen

3.11

Ereignis

Aufzeichnung eines Merkmals am Gleis oder der Strecke technischer, physikalischer oder natürlicher Art

3.12

Verortung

Information, die benötigt wird, um Ereignisse und gemessene Gleisgeometriewerte zu lokalisieren

3.13

Referenzgleis

Gleis mit bekannter Gleisgeometrie, das eine angemessene Überprüfung des Gleismess- und Aufzeichnungssystems erlaubt

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Bedeutung	Einheit
$D0$	Wellenlängenbereich $1\text{ m} < \lambda \leq 5\text{ m}$	m
$D1$	Wellenlängenbereich $3\text{ m} < \lambda \leq 25\text{ m}$	m
$D2$	Wellenlängenbereich $25\text{ m} < \lambda \leq 70\text{ m}$	m
$D3$	Wellenlängenbereich $70\text{ m} < \lambda \leq 150\text{ m}$ für Längshöhe Wellenlängenbereich $70\text{ m} < \lambda \leq 200\text{ m}$ für Richtung	m
L_o	untere Grenze des Wellenlängenbereichs	m
L_u	obere Grenze des Wellenlängenbereichs $D0, D1, D2, D3$	m
λ	Wellenlängenbereich	m
l	Basislänge der Verwindung	m
TGR	Gleisgeometriemessgerät	
TGI	Gleisgeometriemessinstrument	
H	Übertragungsfunktion	
a, b	Sehneneinteilungen	
l	Sehnenlängen	

5 Gleisgeometriemesssystem bei TGR oder TGI

5.1 Einleitung

Dieses Dokument betrifft nur die Gleismesssysteme, die an leichten Vorrichtungen installiert sind, um ein oder mehrere Parameter nach EN 13848-1 zu messen.

Es gibt eine wahrnehmbare Abweichung zwischen der gemessenen Geometrie von leichten Vorrichtungen und der Geometrie unter Betriebsbedingungen eines fahrenden Zuges.

Um die Sicherheitsgrenzwerte mit Messungen aus leichten Vorrichtungen zu beurteilen, muss der Anwender Vorkehrungen treffen, um diese Abweichung auszugleichen, wie z. B.:

- Anpassung der Grenzwerte von EN 13848-5 oder
- Verwendung zusätzlicher Messvorrichtungen, die diese Abweichung ausgleichen können, oder
- andere Ausgleichsmöglichkeiten.

Die mit den obengenannten Systemen durchgeführten Messungen können für Gleisqualitätsaufzeichnungen und Sicherheitsfestlegungen genutzt werden, in Bezug auf Gleisabschnitte, auf denen Instandhaltungsarbeiten ausgeführt worden sind oder noch ausgeführt werden.

5.2 Allgemeine Beschreibung

Für die Anwendung dieses Dokumentes sind die Gleisgeometriemesssysteme, die an TGR oder TGI angebracht sind, in verschiedene Einheiten eingeteilt, siehe Bild 1.

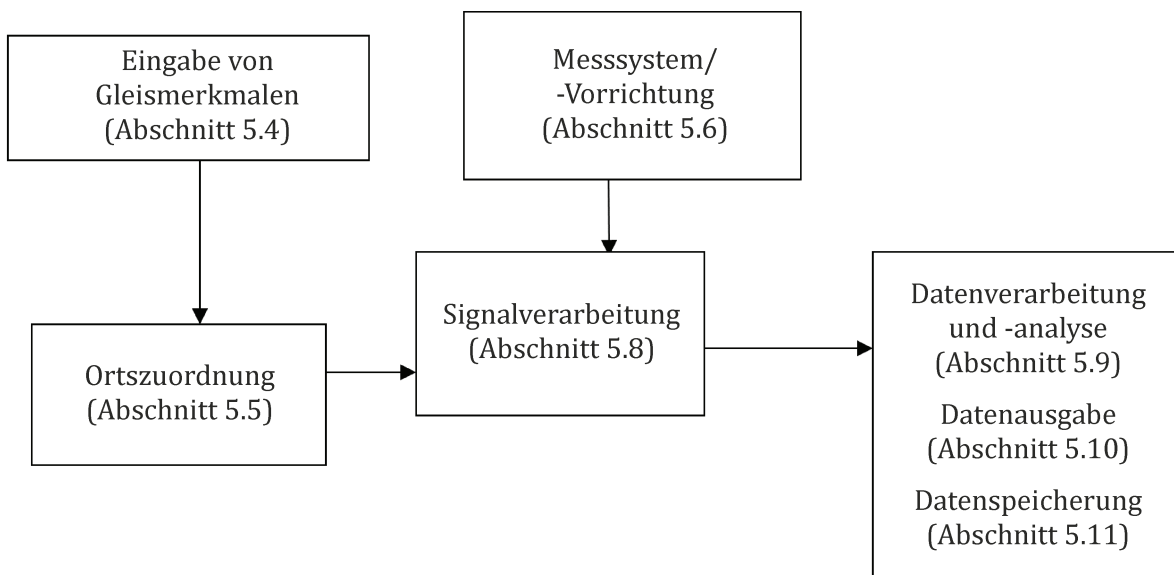


Bild 1 — TGR und TGI Gleisgeometriemesssystem

Das Gleisgeometriemesssystem, das an einer leichten Vorrichtung angebracht ist, kann einige der folgenden Aktionen ausführen:

- das Messen der Gleisgeometrieparameter;
- das Messen der Wegstrecke zwischen den Messungen;
- das Zuordnen dieser Messungen zu einem präzisen Ort festzulegen;
- die Weiterverarbeitung der gemessenen Daten, um den (die) Gleisgeometrieparameter zu analysieren, dies bevorzugt an Bord;
- das Aufzeichnen dieser Parameter auf einem computerlesbaren Medium zu speichern oder auf Papier.

Die gemessenen Parameter und ihre Weiterverarbeitung müssen mindestens den Anforderungen nach Anhang A entsprechen.

Im Gegensatz zu den Messsystemen von Gleismessfahrzeugen wird an die Messsysteme, die an leichten Vorrichtungen angebracht sind, nicht die Anforderung gestellt, in beide Ausrichtungen der leichten Vorrichtung zu messen.

5.3 Umweltbedingungen

5.3.1 Einleitung

Alle auf den leichten Vorrichtungen montierten Messsystemen müssen mit den im Folgenden spezifizierten Umweltbedingungen verträglich sein.

5.3.2 Klimatische Bedingungen

Zutreffende klimatische Bedingungen müssen bei der Konstruktion berücksichtigt werden. Diese betreffen:

- Umgebungstemperatur;
- Kondensation, besonders die schnellen Temperaturänderungen bei Tunneleinfahrten oder -ausfahrten;
- Möglichkeit extremer Wetterbedingungen (Starkregen, Schnee, direkte Sonneneinstrahlung usw.);
- relative Luftfeuchte der Umgebung.

5.3.3 Betriebsbedingungen

Zutreffende Betriebsbedingungen, speziell während des Transports, des Zusammenbaus und des Betriebes, müssen bei der Konstruktion berücksichtigt werden. Diese betreffen:

- Fett auf den Schienen;
- Reflektionsbedingungen der Schiene;
- charakteristische Lichtverhältnisse;
- Staub, Wasser und Schnee;
- Sicherheitsbestimmungen (z. B. Laserstrahl oder stromführende Schiene);
- Anwenderfreundlichkeit;
- Vibrationen und Stöße;
- elektromagnetische Umgebungsbedingungen;
- Verträglichkeit mit Signal- und Kommunikationssystemen.

5.4 Eingabe von Gleismerkmalen

Die Eingabe von Gleismerkmalen unterstützt die Datenanalyse (siehe 5.9). Die Anforderungen für TGR und TGI mit Datenspeicherung werden folgend beschrieben.

Es muss mindestens Folgendes enthalten sein:

- Streckenidentifikation;
- Gleisidentifikation;
- Kilometrierung (für TGR, Startpunkt und ansteigend oder absteigend).

Darüber hinaus können weitere Eingaben nützlich sein wie etwa:

- raumbezogene Positionierung;
- Streckengeschwindigkeit;
- mehrere Grenzwerte der Gleisgeometrieparameter wie durch den Infrastrukturbetreiber definiert;
- streckenseitige Eigenschaften wie Weichen, Bahnübergänge, Brücken, Tunnel;
- Gestaltungsparameter von Gleiskomponenten und der Gleisrichtung.

All diese Daten müssen manuell oder automatisch eingegeben werden können.

Es sind keine speziellen Anforderungen für TGI, die nicht mit Datenspeicherung ausgestattet sind, für die Verortung der Daten festgelegt.

5.5 Verortung der Daten

Die Verortung der Daten muss entweder zur Gleisachse oder zur Schiene, auf der der Laufabstand gemessen wird, referenziert werden.

Der Referenzpunkt für die Verortung der Daten bei TGR und TGI darf die Kilometerinformation oder andere feste Punkte sein.

Bei TGR gibt das Verortungssystem die Position auf dem Gleis wieder und muss folgende Funktionen erfüllen:

- Synchronisieren der Position mit dem Referenzpunkt durch verschiedene Methoden, z. B. satellitengesteuertes System, aktive oder passive Balisen, Gleisanordnung oder andere singuläre Punkte;
- Messen der von der TGR gefahrenen Wegstrecke, kompensiert für Richtungsumkehr und dies allgemein basierend auf Abtastungssignalen, welches von einem am Rad montierten Weggeber oder einem anderen äquivalenten Verfahren gegeben wird;
- automatische Korrektur oder Möglichkeit der manuellen Korrektur für Ungenauigkeiten durch:
 - Abnutzung, Schlupf;
 - nicht homogene Referenzpfostendistanz (z. B. Kilometerpfosten mit einem Abstand zueinander von mehr oder weniger als einem Kilometer);
 - Ungenauigkeit (siehe EN 13848-1:2019, 3.5) des Weggebers.

5.6 Messgerät

5.6.1 Allgemeines

Die Gleisgeometriemessung beruht auf Sensoren, Signalübertragung und Signalverarbeitung nach verschiedenen Messprinzipien, wie in Anhang B beschrieben.

Die Maximal- und Minimalgeschwindigkeit für TGR muss vom Hersteller festgelegt werden.

5.6.2 Sensoren

Die Sensoren müssen die Gleisgeometrieparameter oder ihre Komponenten in Echtzeit messen.

Die mechanischen und elektrischen Eigenschaften des Sensors (Frequenzgang, Signal-Rausch-Verhältnis, Verstärkung usw.) müssen unabhängig von den Umweltbedingungen im Schienennetz die Ermittlung der Gleisgeometrieparameter ermöglichen.

5.6.3 Signalübertragung

Die Signalübertragung umfasst alle Elemente, die für die Datenübergabe zwischen dem Sensor, der Signalverarbeitungseinheit und der Datenausgabereinheit nötig sind.

Folgende Mindestanforderungen müssen erfüllt sein:

- keine Phasenverschiebung;
- keine Verzerrung der Ergebnisdaten;
- Übereinstimmung mit den aktuellen Datenübergabestandards der Industrie.

Für TGR müssen die Übertragungseigenschaften für die maximale Messgeschwindigkeit und das Datenvolumen geeignet sein.

5.7 Auflösung

Die Auflösung, wie in EN 13848-1 definiert, beträgt $\leq 0,5$ mm für jeden gemessenen maßgebenden Parameter der Gleisgeometrie.

5.8 Signalverarbeitung

5.8.1 Einleitung

Ein Gleisgeometrieparameter wird aus Signalen von einem oder mehreren Sensor/en gebildet.

Wenn diese Signale keine direkten Messungen der Parameter sind, müssen sie mit einer Reihe mathematischer Berechnungen verarbeitet werden. Dies kann Abtastung, Signalfilterung, Verstärkung und Berechnung enthalten.

5.8.2 Abtastung

Nur bei der Verwendung eines TGR muss die Abtastung der Gleisgeometriesignale von einem wegabhängigen Ereignis angestoßen werden, so dass die Messungen in gleichmäßigen Intervallen entlang des Gleises erfolgen können.

Alle Messungen müssen mit einem Abstand von nicht mehr als 0,5 m erfolgen.

Bei Verwendung eines TGI hängt der Abstand zwischen den Messpunkten von der Anforderung der Gleisgeometriebeurteilung ab.

Bei Verwendung eines TGI sollte der Abstand zwischen gemessenen Abtastungen berücksichtigt werden, wenn die Messungen zur Berechnung eines neuen Parameters, z. B. einer Verwindung, verwendet wird.

5.8.3 Filterung

Wenn eine Filterung verwendet wird, müssen die Filtereigenschaften wie Grenzwellenlänge, die Art des Filters und die Dämpfung (Anzahl der Pole) spezifiziert sein.

Um Aliasing zu vermeiden, müssen analoge Signale in Übereinstimmung mit dem Abtasttheorem gefiltert werden.

Wenn Filter auf die gemessenen Daten angewendet werden, müssen die in EN 13848-1:2019, Anhang C beschriebenen Eigenschaften haben.

ANMERKUNG Weitere Informationen zur Filterung sind in EN 13848-1:2019, Anhang D enthalten.

5.9 Datenverarbeitung und -analyse

5.9.1 Datenverarbeitung

Wenn die Datenverarbeitung außerhalb der leichten Vorrichtung erfolgt:

- muss die Systemhardware allen Anforderungen in 5.3 (Umweltbedingungen) entsprechen;
- muss die Software flexibel und modular sein, um Änderungen, z. B. Filterimplementierungen oder Ausgabeformate, entsprechend möglichen zusätzlichen Anforderungen des Infrastrukturbetreibers zu erleichtern;
- sollten im Systemdesign eine Erhöhung der Anzahl der Eingangssignale sowie die Erhöhung der Anzahl der Rechenoperationen vorgesehen werden;
- um eine Unterbrechung der Gleisgeometriemessung und den Verlust gespeicherter Daten bei einer Netzunterbrechung der Stromversorgung zu vermeiden, sollte eine geeignete nicht unterbrechbare Stromversorgung vorgesehen werden.

5.9.2 Datenzusammenführung

Für leichte Vorrichtungen mit Datenspeicherung, für die Gleismerkmale aufgezeichnet werden, müssen die Gleisparameter mit der Gleisverortung und den Gleismerkmalen synchronisiert werden, um die Gleisgeometriequalität zu beurteilen.

5.9.3 Parametererzeugung

Die nach 5.9 verarbeiteten Signale müssen kombiniert werden, damit die Parameter nach Anhang A erlangt werden.

5.9.4 Parameteranalyse

Die Parameteranalyse muss durchgeführt werden, um die Anforderungen an die Darstellung der Daten zu erfüllen.

5.10 Datenausgabe

5.10.1 Visualisierung

Die allgemeinen Eigenschaften für die Benutzeroberfläche müssen sein:

- Präsentation der gemessenen Parameter in graphischer oder Datenform (numerischer);
- Ortsinformationen oder den Abstand bei TGR vom Startpunkt aus. An TGI wird die Anforderung nicht gestellt.

5.10.2 Datenübertragung

Für TGR und TGI mit Datenspeicherung müssen die Daten mittels beweglicher Speichermedien, Netzwerk oder drahtloser Datenübertragung nach einem Industriestandard übertragbar sein.

5.11 Datenspeicherung

5.11.1 Datenspeicherung: TGR

Die folgenden Daten müssen in einem vorgeschriebenen lesbaren Format gespeichert werden:

- die Parameter, die gemessen wurden, wie in Anhang A beschrieben;
- das Ergebnis der direkt im Gerät erfolgten Verarbeitung einschließlich Einstellungen und Softwareversion;
- die Ortsinformation oder die Distanz vom Startpunkt aus;
- Datum und Uhrzeit der Aufnahme;
- Identifikation des TGR;
- Bemerkungen des Benutzers und Besonderheiten.

5.11.2 Datenspeicherung: TGI

Es wird empfohlen die folgenden Daten in eine Computerdatei zu übertragen:

- die Parameter, die gemessen wurden, wie in Anhang A beschrieben;
- Ortsinformation oder die Distanz vom Startpunkt aus;
- Datum und Uhrzeit der Aufnahme;
- Identifikation des TGI und des Benutzers;
- Bemerkungen des Benutzers und Besonderheiten.

6 Prüfung des Gleisgeometriemesssystems

6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die Aktionen und Prozeduren, die nötig sind, um den effektiven Betrieb des Messsystems und der Datenverarbeitung, wenn vorhanden, zu verwalten.

Die Übereinstimmung muss durch folgende Prozesse demonstriert werden:

- Kalibrierung:

Dies stellt die sorgfältige Einstellung der Vorrichtungen in dem Gleisgeometriemesssystem bereit.

- Validierungsprüfungen:

Dies zeigt, dass das ganze System den Anforderungen an die zu messenden Parameter nach Anhang C entspricht.

- Regelmäßige Validierung:

Dies stellt sicher, dass das System im Regelbetrieb ordnungsgemäß weiterarbeitet.

6.2 Kalibrierung

Zur dauerhaften Sicherung der Messgenauigkeit muss das Messgerät kalibriert werden. Ein Handbuch der Kalibrierungsvorschriften für das Messgerät und die Datenverarbeitung, wenn vorhanden, muss vom jeweiligen Hersteller zur Verfügung gestellt werden.

Die Kalibrierungsvorschriften müssen die Verfahren der Überprüfung und der Einstellung des Systems beschreiben.

Die Kalibrierung muss zu bestimmten Zeiten durchgeführt werden. Mindestens muss eine Kalibrierung ausgeführt werden:

- vor dem ersten Einsatz;
- nach Veränderungen (Neubau oder Überholung) an dem Hardware- und Softwaresystem (einschließlich mechanische Teile) der leichten Vorrichtung, die Auswirkungen auf das Gleisgeometriemesssystem haben können;
- nach regelmäßiger Wartung oder Reparatur der leichten Vorrichtung, wie es in dem entsprechenden Handbuch beschrieben ist;
- wenn die leichte Vorrichtung die Validierungsprüfung nicht besteht.

6.3 Validierungsprüfungen: TGR

6.3.1 Überblick

Das Gleisgeometriemesssystem muss durch Feldversuche bestehend aus statischer Prüfung und Vergleichen zwischen verschiedenen Messungen des gleichen Gleisabschnitts bewertet werden.

Es gibt zwei Arten von Feldversuchen, die für ein System zur Messung und Aufzeichnung der Gleisgeometrie geeignet sind: normal und vereinfacht. Ersteres gilt für die Erstprüfung eines neuen oder veränderten Systems. Der letztgenannte findet Anwendung bei Instandhaltung oder einer festgelegten Dauer von Betriebseinsätzen. Nach einer Reparatur muss eine normale oder vereinfachte Prüfung je nach Auswirkung der Reparatur durchgeführt werden.

Eine vereinfachte Prüfung muss nach einem Geschehnis erfolgen, welches die Genauigkeit des TGR beeinflussen kann.

6.3.2 Messbedingungen für die Validierung

Das Gleisgeometriemesssystem muss den Anforderungen nach EN 13848-1 unter allen folgenden Prüfbedingungen entsprechen:

- normaler Betrieb des TGR nach den Festlegungen des Herstellers;
- beide Messrichtungen;
- beide Ausrichtungen des TGR, falls anwendbar;
- verschiedene Messgeschwindigkeiten sind nur für die Vorrichtungen erforderlich, bei denen die maximale Messgeschwindigkeit höher als Schrittgeschwindigkeit ist;
- Prüffahrten müssen Halte umfassen.

ANMERKUNG Die maximale Messgeschwindigkeit ist durch das Messgerät und alle durch das Netz festgelegten Bedingungen beschränkt.

6.3.3 Gleisbedingungen für die Validierung

Die Prüfungen müssen an einem Gleis durchgeführt werden, das Folgendes aufweist:

- Gerade, Bogen (mit einem Radius nicht größer als 800 m) und Übergangsabschnitte;
- Abschnitte mit signifikanter Überhöhung (mindestens 70 mm bei einer Regelspurweite von 1 435 mm);
- Abschnitte mit einer Standardabweichung der Längshöhe oder der Ausrichtung über den unteren Grenzwerten der Qualitätsklasse C für den Geschwindigkeitsbereich 0 km/h bis 80 km/h, wie in EN 13848-6 beschrieben.

Für die Validierung eines neuen Systems muss der Prüfabschnitt lang genug sein, damit verwendbare Daten über 500 m fortlaufende Gleislänge für jede Fahrt erlangt werden.

Der Prüfabschnitt muss für eine vereinfachte Validierung lang genug sein, damit verwendbare Daten über 200 m fortlaufende Gleislänge für jede Fahrt erlangt werden.

Idealerweise sollte ein Referenzgleis benutzt werden oder ein Vergleich mit einem Gleismessfahrzeug durchgeführt werden.

In den Versuchsberichten müssen die Gleis-Sollwerte wie Bogenradien und Überhöhung sowie die gemessenen Werte enthalten sein.

Die Gleisbedingungen für die Validierungsprüfungen bei städtischen Netzwerken sind nicht in diesem Dokument definiert und müssen vom zuständigen Infrastrukturbetreiber definiert werden.

6.3.4 Vergleich verschiedener Messfahrten

6.3.4.1 Allgemeines

Nach der Kalibrierung des TGR muss ein Verfahren auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen den verschiedenen Messläufen auf dem gleichen Gleisabschnitt zur Validierung des Messsystems ausgeführt werden.

Hierbei werden die gemessenen Werte aufeinander folgender Messläufe unter identischen oder variierenden Messbedingungen verglichen.

Nach einer präzisen örtlichen Synchronisation müssen für den Vergleich der aufgezeichneten Messfahrten statistische Analysen von Parametern verwendet werden.

6.3.4.2 Synchronisierung

Die Synchronisierung ist erforderlich, um zuverlässige Ergebnisse bei dem Vergleich von Parametern zu erhalten. Aufgrund der Driftauswirkungen auf die gemessene Strecke sollte dieser Drift berechnet und auf kurzen Streckenabschnitten von z. B. 20 m Länge durch Signalverschiebung ausgeglichen werden.

Alle Gleisgeometrieparameter müssen durch Anwendung derselben Verschiebung ausgeglichen werden.

Andere Behandlungen wie Resampling oder Interpolation dürfen durchgeführt werden.

6.3.4.3 Statistische Analyse der Parameterdaten

Die Berechnung muss für jeden zu bewertenden Parameter und jedes zu Vergleichen verwendete Messfahrt-paar vorgenommen werden. Sie besteht aus folgenden Schritten:

- Berechnung der Abweichungen zwischen den Werten;
- Bewertung der Verteilung der Differenzen für die Gesamtlänge der Prüfabschnitte;

— Berechnung des 95. Perzentilwerts der Verteilung der absoluten Differenzen.

6.3.4.4 Validierung von neuen Systemen

Die Bewertungsverfahren müssen zur erstmaligen Prüfung eines neuen oder modifizierten Gleisgeometriemess- und -aufzeichnungssystems angewendet werden; für die erstmalige Prüfung müssen Prüfungen der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit durchgeführt werden. Abhängig von den Auswirkungen durch eine Reparatur an einer Messvorrichtung, kann die normale Prüfung auch nach der Reparatur gefordert werden.

Das Gleisgeometriemess- und -aufzeichnungssystem muss den Anforderungen nach Anhang C bei folgenden Prüfbedingungen entsprechen:

- normaler Mess- und Aufzeichnungsbetrieb des TGR nach den Festlegungen des Herstellers;
- Messgeschwindigkeit, mit der die Vorrichtung normalerweise betrieben wird;
- für die Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit müssen mindestens die Kombinationen von Fahrten und Analysen nach Tabelle 2 und Tabelle 3 durchgeführt werden. Die Fahrtnummer 3 wird nur verlangt, wenn das TGR in beide Richtungen messen kann.

Statische Prüfungen müssen durchgeführt werden, z. B. damit keine Offsets beim Messen der Überhöhung und der Spurweite vorhanden sind.

Tabelle 2 — Erforderliche Prüffahrten

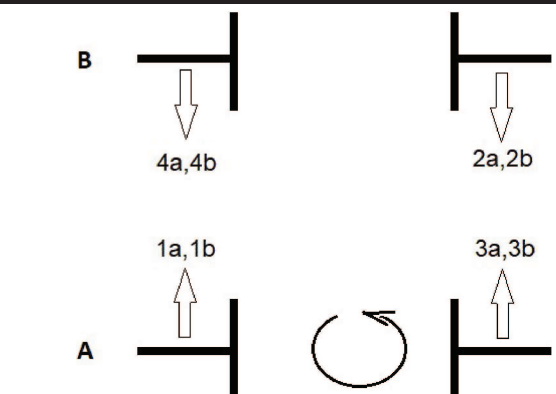
			
Durchlaufnummer	Richtung	Ausrichtung	
1a	$A \rightarrow B$	vorwärts	
4a	$B \rightarrow A$	rückwärts	
1b	$A \rightarrow B$	vorwärts	
4b	$B \rightarrow A$	rückwärts	
TGR umdrehen			
3a	$A \rightarrow B$	rückwärts	
2a	$B \rightarrow A$	vorwärts	
3b	$A \rightarrow B$	rückwärts	
2b	$B \rightarrow A$	vorwärts	

Tabelle 3 — Erforderliche Vergleiche

Art der Analyse	1 Ausrichtung	2 Ausrichtungen
Wiederholbarkeit	1a und 1b 2a und 2b	1a und 1b, 4a und 4b, 3a und 3b, 2a und 2b
Reproduzierbarkeit	1 und 2 ^b	1 & 3; 2 & 4 ^a 1 & 2, 3 & 4 ^b 1 & 4; 2 & 3 ^c
^a 1a & 3a oder 1a & 3b oder 1b & 3a oder 1b & 3b; 4a & 2a oder 4a & 2b oder 4b & 2a oder 4b & 2b		
^b 1a & 2a oder 1a & 2b oder 1b & 2a oder 1b & 2b; 4a & 3a oder 4a & 3b oder 4b & 3a oder 4b & 3b		
^c 1a & 4a oder 1a & 4b oder 1b & 4a oder 1b & 4b; 3a & 2a oder 3a & 2b oder 3b & 2a oder 3b & 2b		

Wenn ein TGR für Geschwindigkeiten größer als Schrittgeschwindigkeit konstruiert ist, sollten die oben genannten Prüfungen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten einschließlich mindestens der Schrittgeschwindigkeit und der maximalen Geschwindigkeit durchgeführt werden.

6.3.4.5 Vereinfachte Validierung

Für eine vereinfachte Validierung muss eine Reproduzierbarkeitsprüfung in Übereinstimmung mit dem Instandhaltungsbuch des Herstellers bei folgenden Gegebenheiten durchgeführt werden:

- nach der Instandhaltung oder Reparatur des Gleisgeometriemess- und -aufzeichnungssystems;
- in regelmäßigen Abständen, wie vom Infrastrukturbetreiber definiert.

Die erforderlichen Vergleiche müssen aus den folgenden Kombinationen bestehen:

- bei Systemen, die nur in 1 Messrichtung messen: 1a & 2a;
- bei Systemen, die in 2 Messrichtungen messen können: 1a & 4a und 2a & 3a.

Der Hersteller muss den Inhalt der vereinfachten Prüfung für alle wichtigen Handlungen für die Instandhaltung oder Reparatur in seinem Instandhaltungsbuch festlegen.

Statische Prüfungen müssen durchgeführt werden, z. B. damit keine Offsets beim Messen der Überhöhung und der Spurweite vorhanden sind.

Die Ergebnisse der Prüfungen müssen den Anforderungen nach Anhang C entsprechen.

6.3.5 Regelmäßige Prüfungen

Während der Messvorgänge müssen geeignete periodische Prüfungen von dem Bediener nach den Spezifikationen des Herstellers durchgeführt werden.

Periodisch müssen statische Prüfungen durchgeführt werden, z. B. damit keine Offsets beim Messen der Überhöhung und der Spurweite vorhanden sind.

6.4 Validierungsprüfungen: TGI

6.4.1 Validierung eines neuen oder geänderten Messsystems

Für die erste Validierung des TGI müssen mehrere Messungen der entsprechenden Gleisgeometrieparameter, z. B. Spurweite und Überhöhung verwendet werden. Die ausgewählten Gleisabschnitte für die Validierung des