

DIN EN 13231-2

ICS 93.100

Entwurf

Einsprüche bis 2019-09-05
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13231-3:2012-04 und
DIN EN 13231-4:2013-06

**Bahnanwendungen –
Oberbau –
Abnahme von Arbeiten –
Teil 2: Abnahme von reprofilierten Schienen im Gleis, Weichen,
Kreuzungen und Schienenausügen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13231-2:2019**

Railway applications –
Track –
Acceptance of works –
Part 2: Acceptance of reprofiling rails in plain line, switches, crossings and expansion devices;
German and English version prEN 13231-2:2019

Applications ferroviaires –
Voie –
Réception des travaux –
Partie 2: Critères de réception des travaux de reprofilage des rails en voie et dans les
appareils de voie;
Version allemande et anglaise prEN 13231-2:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-07-05 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 117 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13231-2:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 087-00-01-12 UA „Inspizieren und Behandeln von Schienen“ 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13231-3:2012-04 und DIN EN 13231-4:2013-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Zusammenfassen der beiden Normungsteile zu einer Norm, womit eine Neustrukturierung des Inhalts einhergeht;
- b) Entfernen der normativen Verweisungen;
- c) Hinzufügung weiterer Begriffe;
- d) Abschnitt 9 hinzugefügt;
- e) Anhänge E und F hinzugefügt;
- f) Norm redaktionell überarbeitet.

Bahnanwendungen — Oberbau — Abnahme von Arbeiten — Teil 2: Abnahme von reprofilierten Schienen im Gleis, Weichen, Kreuzungen und Schienenauszügen

Applications ferroviaires — Voie — Réception des travaux — Partie 2 : Critères de réception des travaux de reprofilage des rails en voie et dans les appareils de voie

Railway applications — Track — Acceptance of works — Part 2: Acceptance of reprofiling rails in plain line, switches, crossings and expansion devices

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Längsprofil.....	13
4.1 Kurzbeschreibung.....	13
4.2 Erforderliche Messungen	13
4.3 Abnahmekriterien für Längsprofil	14
4.3.1 Allgemeines.....	14
4.3.2 Spitze-Spitze-Grenze	14
5 Querprofil	15
5.1 Kurzbeschreibung.....	15
5.2 Bereiche in Kreuzungen für die die Reprofilierung eingeschränkt ist.....	15
5.3 Erforderliche Messungen	15
5.4 Abnahmekriterien für das Querprofil.....	16
6 Metallabtrag.....	17
6.1 Erforderliche Messungen	17
6.2 Abnahmekriterium für Metallabtrag.....	17
7 Oberflächenqualität	17
8 Schliffbild: Abnahmekriterien	18
9 Rollkontaktermüdung.....	18
Anhang A (normativ) Berechnung der Spitze-Spitze-Werte	19
A.1 Prozentuale Überschreitungen.....	19
Anhang B (normativ) Verfahren der periodischen Überprüfung	21
B.1 Verfahren der periodischen Überprüfung von zugelassenen Messgeräten.....	21
B.1.1 Kurzbeschreibung.....	21
B.2 Längsprofil.....	21
B.2.1 Allgemein	21
B.2.2 Statische Überprüfung.....	21
B.2.3 Dynamische Überprüfung	22
B.3 Querprofil	23
B.3.1 Kurzbeschreibung.....	23
B.3.2 Statische Überprüfung.....	23
B.3.3 Dynamische Überprüfung	24
B.3.4 Bericht	25
Anhang C (normativ) Verfahren für die Überprüfung von Bezugsmessgeräten	28
C.1 Längsprofil.....	28
C.1.1 Kurzbeschreibung.....	28
C.1.2 Kalibrierbalken	28
C.1.3 Koordinatenmessmaschine (en: Coordinate Measuring Machine - CMM).....	31
C.1.4 Messungen des Kalibrierbalkens mittels der CMM.....	31
C.1.5 Analyse der Messdaten.....	31

C.1.6	Messung des Kalibrierbalkens mit dem zu prüfenden Messgerät.....	31
C.1.7	Datenanalyse des zu prüfenden Messgerätes	31
C.1.8	Abnahmekriterien für Bezugsmessgeräte	31
C.1.9	Merkmal des Prüfabschnittes.....	31
C.1.10	Prüfverfahren.....	32
C.1.11	Kilometerzählerabnahme	34
C.1.12	Messwertabnahme.....	34
C.1.13	Prüfbericht	36
C.2	Querprofil	37
C.2.1	Kurzbeschreibung.....	37
C.2.2	Kalibriervorrichtung.....	37
C.2.3	Koordinatenmessmaschinen (CMM).....	37
C.2.4	Überprüfung der Kalibrierung.....	37
C.2.5	Schienenmessungen mit dem zu prüfenden Messgerät.....	37
C.2.6	Abnahme des zu prüfenden Messgerätes	38
C.2.7	Prüfbericht	38
Anhang D (normativ) Vergleichsverfahren zur Darstellung der Übereinstimmung von		
	zugelassenen Messgeräten und Bezugsmessgeräten	39
D.1	Längsprofil.....	39
D.1.1	Kurzbeschreibung.....	39
D.1.2	Merkmale von Prüfabschnitten	39
D.1.3	Erforderliche Messungen.....	40
D.1.4	Analyse der Messdaten.....	40
D.1.5	Abnahmekriterien für zugelassene Messgeräte.....	41
D.1.6	Prüfbericht	41
D.2	Querprofil	42
D.2.1	Kurzbeschreibung.....	42
D.2.2	Merkmale von Prüfabschnitten	42
D.2.3	Erforderliche Messungen.....	43
D.2.4	Analyse der Messdaten.....	43
D.2.5	Abnahmekriterien für zugelassene Messgeräte.....	50
D.2.6	Prüfbericht	50
D.3	Oberflächenqualität.....	50
D.3.1	Kurzbeschreibung.....	50
D.3.2	Merkmale von Prüfabschnitten	51
D.3.3	Erforderliche Messungen.....	51
D.3.4	Analyse der Messdaten.....	51
Anhang E (normativ) Berechnung der kumulativen Dichtefunktion und der spektralen		
	Leistungsdichte (PSD) der Amplitude des Längsprofils	52
E.1	Berechnung der kumulativen Dichtefunktion der Amplitude des Längsprofils.....	52
E.2	Berechnung der spektralen Leistungsdichte der Amplitude des Längsprofils	54
Anhang F (normativ) Messung der Oberflächenqualität der Schiene.....		
F.1	Anforderungen.....	56
F.2	Berechnung des Qualitätsindex (QI)	56
F.3	Prüfung der Funktionsfähigkeit	57
F.4	Prüfung der Funktionsfähigkeit	57
F.5	Koordinatenmessmaschine (CMM)	58
F.6	Messungen des Vergleichsmaßstabs mittels der CMM.....	58
F.7	Analyse der Daten der CMM	58
F.8	Messung des Vergleichsmaßstabs mit dem zu prüfenden Messgerät	58
F.9	Maximale Abweichung zwischen dem zu prüfenden Messgerät und CMM.....	58
	Literaturhinweise	59

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13231-2:2019) 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 13231-3:2012, EN 13231-4:2013 ersetzen.

Die Europäische Norm EN 13231 „*Bahnanwendungen — Oberbau — Abnahme von Arbeiten*“ besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Arbeiten im Schotteroberbau — Gleis, Weichen und Kreuzungen*
- *Teil 2: Abnahme von reprofilierten Schienen im Gleis, Weichen, Kreuzungen und Schienenauszügen*
- *Teil 3: Abnahme von reprofilierten Schienen im Gleis (wird durch Teil 2 ersetzt)*
- *Teil 4: Abnahme von reprofilierten Schienen in Weichen und Kreuzungen (wird durch Teil 2 ersetzt)*
- *Teil 5: Prozedere zur Schienen-Reprofilierung in Gleisen, Weichen, Kreuzungen und Schienenauszügen*

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Reihe EN 13231 legt die technischen Anforderungen und Messungen für die Abnahme von Arbeiten zur Längs- und/oder Querprofilierung von Schienenköpfen in Gleisen, Weichen und Kreuzungen und Schienenauszügen fest.

Er gilt für Vignolschienen ab 46 kg/m und darüber nach EN 13674-1.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

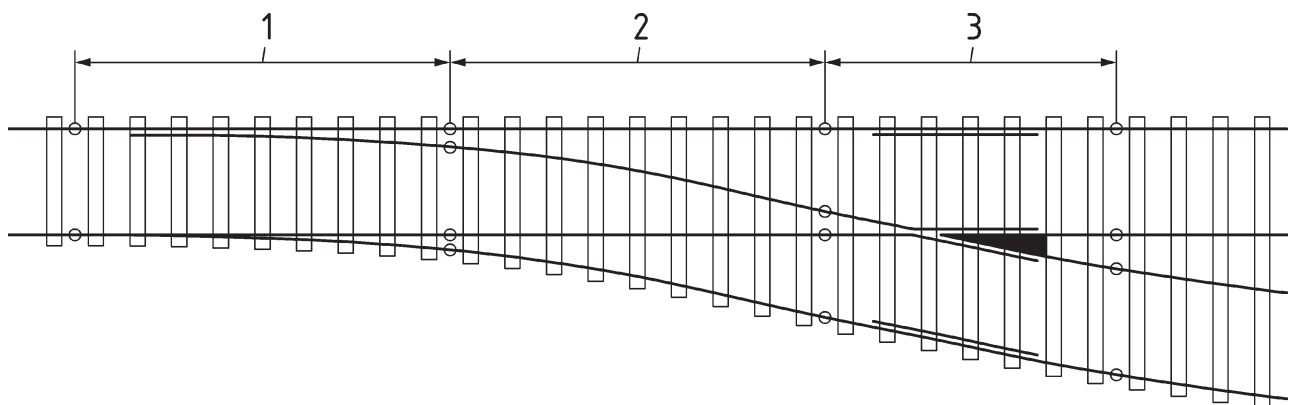
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Reprofilierbereiche in Weichen

Weichen erfordern je nach Position der Schiene innerhalb der Weiche verschiedene Reprofilierungsarbeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt, wie in Bild 1 gezeigt, drei allgemeine Bereiche für die Behandlung.



Legende

- Schweißnaht/Verbindung
- 1 Bereich F
- 2 Bereich G
- 3 Bereich H

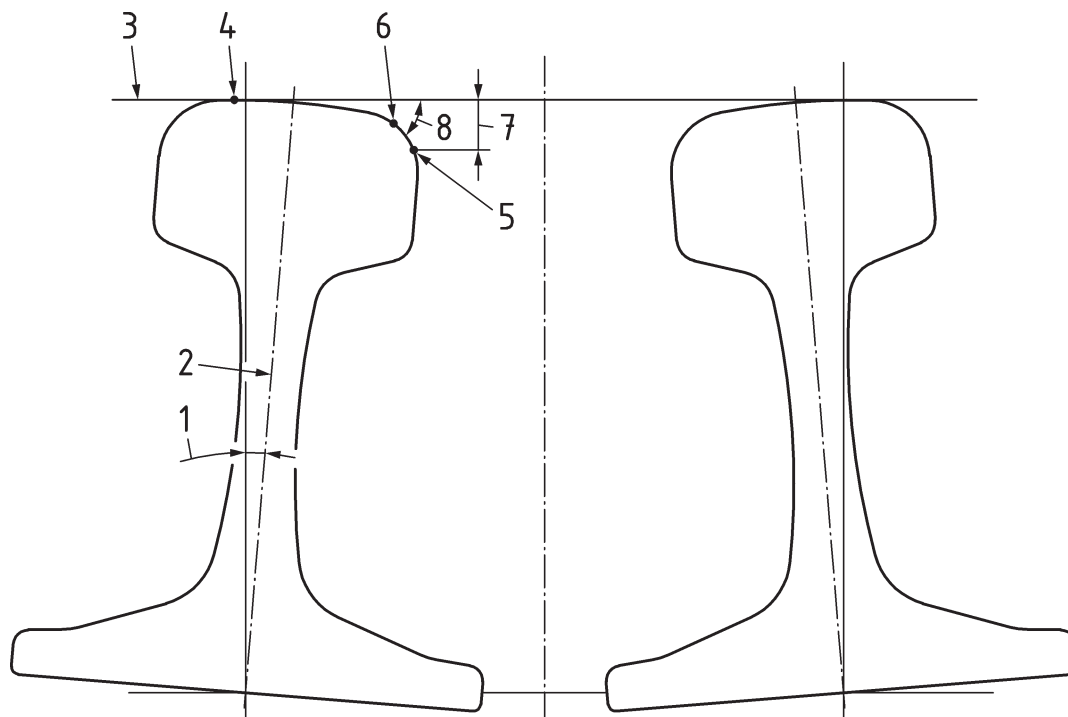
Bild 1 — Reprofilierbereiche in Weichen

3.2

Bezugspunkte A, B1 und B2

Bezugspunkte A, B1 und B2

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.



Legende

1	Neigungswinkel	5	Bezugspunkt B ₁ (siehe 3.25)
2	Neigungswinkel	6	Bezugspunkt B ₂ (siehe 3.26)
3	Bezugslinie (siehe 3.23)	7	Entfernung zwischen Punkt B ₁ und Bezugslinie (normalerweise 14 mm)
4	Bezugspunkt A (siehe 3.24)	8	Winkel zwischen der Tangente an Punkt B ₂ und der Bezugslinie (normalerweise 45°)

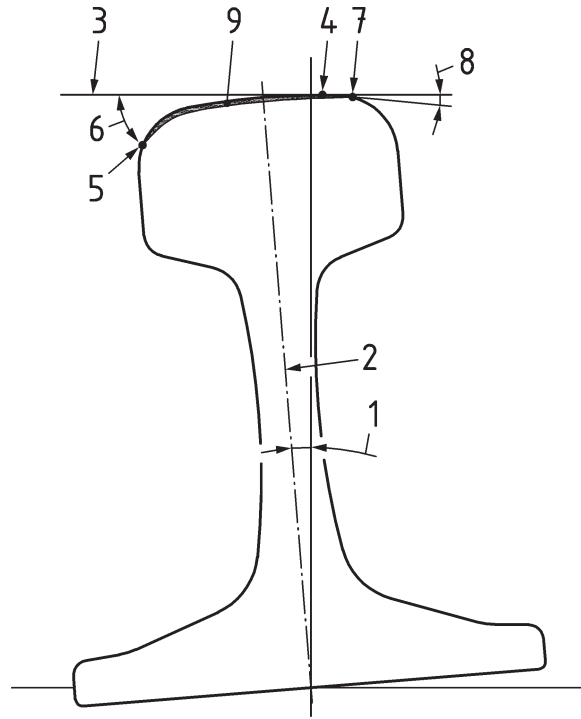
Bild 2 — Definitionen, Terminologie und Angabe der Bezugspunkte A, B1 und B2 im Querprofil

3.3

Reprofilierbereich

Reprofilierbereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 3.



Legende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Neigungswinkel (siehe 3.6) | 6 | Winkel von 70° |
| 2 | Schienenachse | 7 | Punkt C ₂ (Feldseite), an dem das Schienenprofil gegenüber der Bezugslinie einen Winkel von -5° aufweist |
| 3 | Bezugslinie (siehe 3.23) | 8 | Winkel von 5° gegenüber der Bezugslinie |
| 4 | Bezugspunkt A (siehe 3.24) | 9 | Reprofilierbereich von C ₁ bis C ₂ |
| 5 | Punkt C ₁ (Fahrkante), an dem das Schienenprofil gegenüber der Bezugslinie einen Winkel von 70° aufweist | | |

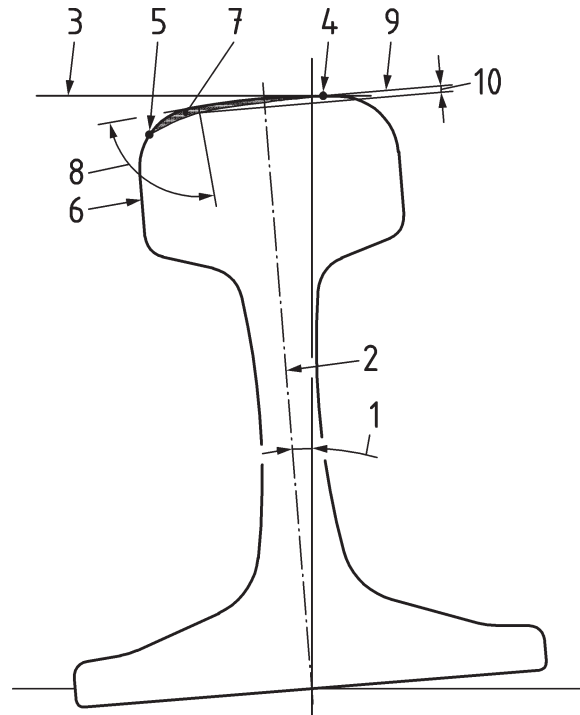
Bild 3 — Reprofilierbereich

3.4

Abweichung des gemessenen Querprofils

Abweichung des gemessenen Querprofils

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 4. In diesem Beispiel ist der Bereich der Abweichung negativ (gemessenes Profil unterhalb der Bezugsschiene).



Legende

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Neigungswinkel (siehe 3.6) | 6 | Zielprofil |
| 2 | Schienenachse | 7 | Gemessenes Profil |
| 3 | Bezugslinie (siehe 3.23) | 8 | Punkt, an dem X Maximum ist |
| 4 | Bezugspunkt A – Oberseite der Schiene, an der die Abweichung null beträgt (siehe 3.24) | 9 | Tangente zum Zielprofil der Schiene am berücksichtigten Punkt |
| 5 | Bezugspunkt B ₁ oder B ₂ , an dem die Abweichung Null beträgt (siehe 3.25 und 3.26) | 10 | Abweichung zwischen 6 und 7 an Punkt 8 – senkrecht zu 9 |

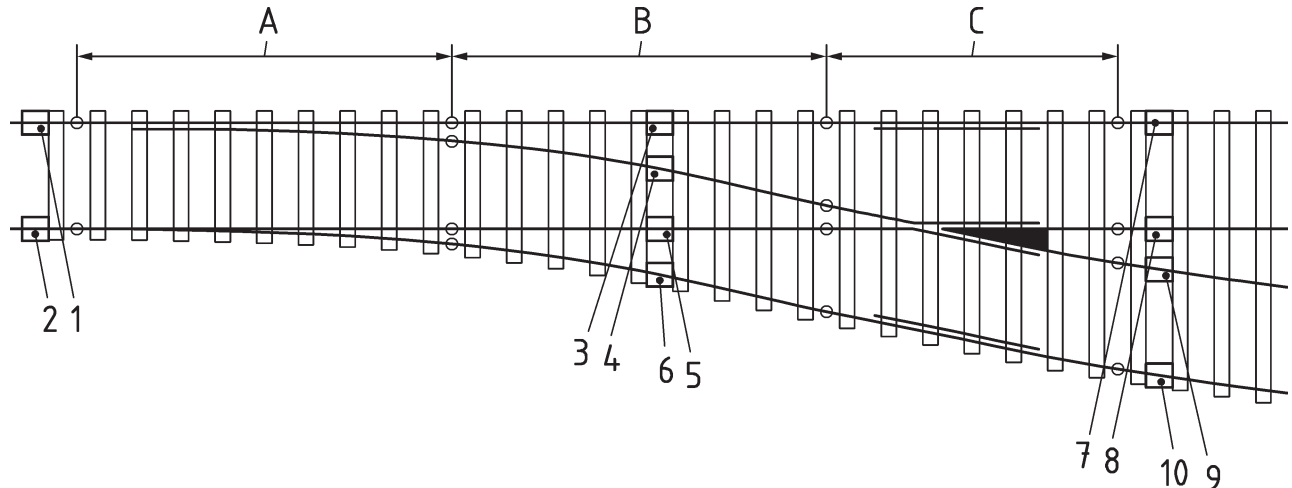
Bild 4 — Abweichung vom gemessenen Querprofil des Bezugsprofils

3.5

Querprofil für Handmesssysteme

Querprofil, das mit einem Handmesssystem an 10 Messorten gemessen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 5.



Legende

○	Schweißnaht/Verbindung	1-10	Messpunkte
1	Bereich F	A	Zungenvorrichtungsbereich
2	Bereich G	B	Zwischengleis
3	Bereich H	C	Übergangsbereich

ANMERKUNG Punkt 1 befindet sich immer auf der linken Seite, wobei die Zungenvorrichtung zum Herzstück zeigt.

Bild 5 — Messpunkte für Querprofil für Handmesssysteme an Zungenvorrichtungen

3.6

Schienenneigungswinkel

Nennwinkel, mit dem die Schiene, zur Gleismitte hin geneigt, verlegt wird

BEISPIEL 0° (vertikale Schienen), 2,86° (Neigung 1:20), 1,91° (Neigung 1:30), 1,43° (Neigung 1:40) etc.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Gleisen, die nicht in der Überhöhung liegen, ist der Neigungswinkel der Schiene gleich dem Winkel zwischen der Vertikalen und der Mittellinie der geneigten Schiene.

3.7

zugelassenes Messgerät

Messgerät für die Messung des Längs- oder Querprofile, dessen Verwendung durch Vergleich von dessen Messgenauigkeit mit derjenigen eines Bezugsmessgeräts in Übereinstimmung mit dem festgelegten Verfahren gerechtfertigt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Vergleichsverfahren, siehe Anhang B.

3.8

charakteristische Länge

während einer Umdrehung einer Schleifscheibe oder eines Fräsrades durchlaufene Schienenlänge

3.9

Klasse 1, Klasse 2

Klassen des Längsprofils, unterschieden nach dem Anteil eines Schleifabschnittes, der einen spezifizierten Standard erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Längsprofil, siehe 4.3.

3.10

Klasse Q, Klasse R, Klasse S

Klassen des Querprofils, unterschieden nach dem Anteil eines Schleifabschnittes, der einen spezifizierten Standard erreicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Querprofil, siehe 5.4.

3.11

Grenzwellenlänge

Wellenlänge eines Sinusprofils, deren Amplitude zu 50 % vom Profilfilter durchgelassen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Profilfilter werden durch den Wert ihrer Grenzwellenlänge gekennzeichnet, siehe EN ISO 11562.

3.12

Abweichung vom gemessenen Profil

Abweichung zwischen dem gemessenen Profil und der Bezugsschiene, rechtwinklig zur Oberfläche der Bezugsschiene gemessen, wobei das gemessene Profil und die Bezugsschiene an den Punkten A und B₁ oder A und B₂ ohne Verdrehung eines der Profile überlagert werden; die Abweichung wird als positiv angenommen, wenn das gemessene Profil oberhalb der Bezugsschiene liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Abweichung, siehe Bild 4.

3.13

Facette

annähernd ebener Sektor des Profils der durch das Reprofilierungswerkzeug reprofilierten Schiene

3.14

gefiltertes Profil

Profil, das durch Anwendung eines Profilfilters auf das primäre Profil entsteht

3.15

Spitze-Spitze-Grenze (en: peak-to-peak limit – ppl)

Grenze, innerhalb derer der Wert der gefilterten Längsprofile liegen muss

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie ist als die Plus- und Minuswerte ($\pm A$) vorgesehen, innerhalb derer das Sinus-Signal der Amplitude A liegen würde.

3.16

prozentuale Überschreitung

prozentualer Anteil der Länge eines Prüfabschnittes, bei dem die Messwerte der Amplituden des gefilterten Profils einen vorgegebenen Grenzwert überschreiten

3.17

phasenkorrektes Profilfilter

Profilfilter, das keine Phasenverschiebungen verursacht, welche zu asymmetrischen Profilverformungen führen

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Profilfilter, siehe EN ISO 11562.

3.18

Primärprofil

Darstellung eines abgetasteten Längsprofils vor der Anwendung irgendeines Profilfilters

3.19

Profilfilter

elektronische Schaltung oder Signalsteuerung, welche die Profile in langwellige und kurzwellige Komponenten oder in Komponenten in einem spezifizierten Wellenlängenbereich aufgliedert

3.20

Gleisabschnitt

fortlaufender Gleisteil mit der gleichen Gleisgeometrie und der gleichen Gleisbauart

3.21

Abweichungsbereich

Differenz zwischen den größten und kleinsten Werten der Abweichung vom gemessenen Querprofil

Anmerkung 1 zum Begriff: Für gemessene Profile, siehe Bild 4.

3.22

Bezugsmessgerät

Messgerät für die Messung des Längs- oder Querprofils, dessen Messgenauigkeit nach dem Verfahren nach Anhang C festgelegt wurde

3.23

Bezugslinie

zur Längsachse des Gleises normale und die beiden Schienenköpfe tangierende Linie

3.24

Bezugspunkt A

Höchster Punkt der Schiene in Bezug auf die gegenüberliegende Schiene des Gleises, an dem die Bezugslinie das Schienenprofil berührt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für spezifizierten Neigungswinkel, siehe Bild 2

3.25

Bezugspunkt B₁

Punkt auf der Fahrkante einer Schiene, der 14 mm unter der Bezugslinie liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Bezugspunkt B₁, siehe Bild 2.

3.26

Bezugspunkt B₂

Punkt an der Fahrkante einer Bezugsschiene, in dem eine die Schiene tangierende Linie unter einem Winkel von 45° zur Bezugslinie liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Bezugspunkt B₂, siehe Bild 2.

3.27

Bezugsprofil

Querprofil, auf das die Schiene innerhalb der spezifizierten Toleranzen geschliffen werden soll

3.28

Bezugsschiene

Schiene mit dem Bezugsprofil und dem gewünschten Neigungswinkel, bezogen auf die Bezugslinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Bezugsschiene, siehe Bild 2.

3.29

Reprofilieren

Maßnahme zur Modifizierung des Längs- oder Querprofils einer Schiene

3.30

Reprofilierungsabschnitt

zusammenhängender Gleisabschnitt, in dem die Schienen reprofiliert werden sollen, ohne Bahnübergänge und Weichen und Arbeiten an Kreuzungen innerhalb des Gleisabschnittes

3.31

Reprofilierbereich

Bereich des Schienenkopfes einer Bezugsschiene zwischen dem Punkt, an dem die Tangente zwischen einem Winkel von 70° und der Bezugsschiene, gemessen zu den Fahrkanten, liegt, und dem Punkt, an dem die Tangente zwischen dem Winkel 5° gemessen an der Außenkante der Schiene und der Bezugsschiene liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Reprofilierbereich, siehe Bild 3.

3.32

Abtastrate

Abstände zwischen nacheinander folgenden Punkten, in denen Werte einer stetigen Aufzeichnung des abgetasteten Profils entnommen werden, um das Primärprofil zu erzeugen

3.33

Zielfprofil

Querprofil, auf das die Schiene geschliffen werden soll

3.34

zu prüfendes Messgerät

Messgerät, dessen Verwendung als Bezugsmessgerät oder zugelassenes Messgerät geprüft wird

3.35

abgetastetes Profil

Schienenprofil, wie es vom Messsystem aufgezeichnet wird

3.36

Übergangslänge

Anfangs- oder Endabschnitt einer Messstrecke, in dem die Gültigkeit der Messung von Längs- oder Querprofil aus verschiedenen Gründen, einschließlich der Initialisierung von elektronischen und digitalen Bestandteilen und Schaltkreisen, nicht gesichert ist

4 Längsprofil

4.1 Kurzbeschreibung

Die Messungen werden entweder mit einem Bezugsmessgerät, siehe 3.22, oder mit einem zugelassenen Messgerät durchgeführt, siehe 3.7. Zugelassene Instrumente haben nicht die gleiche Messgenauigkeit wie ein Bezugsmessgerät, genügen jedoch im Allgemeinen für den Nachweis der Erfüllung der Anforderungen dieser Europäischen Norm.

ANMERKUNG Ein Beispiel für ein zugelassenes Messgerät ist das auf Reprofilierungszügen zu Routinemessungen verwendete Messsystem. Einige der Systeme, die für Routinemessungen auf Reprofilierungszügen verwendet werden, gehören zu dieser Kategorie.

Übereinstimmend mit der bisherigen Praxis werden für die Größe der Unregelmäßigkeiten, die nach dem Reprofilierarbeitsgang in einem Gleis verbleiben können, Grenzwerte festgesetzt. Jedoch wird anerkannt, dass es unwirtschaftlich sein kann, eine 100%-Einhaltung derselben zu erreichen, insbesondere wenn vor dem Reprofilieren isolierte Fehler der Schienenoberfläche, wie Schleuderstellen, vorhanden sind. Deshalb werden zwei Qualitätsklassen unterschieden, die durch den Prozentsatz des reprofilierten Gleises, der die spezifizierten Kriterien erfüllt, gekennzeichnet sind. Wo isolierte Fehler der Gleisoberfläche existieren, bietet die Klasse 2 im Vergleich zur Klasse 1 die kostengünstigere Option, da sie mit weniger Durchgängen erzielt wird. Allerdings wird im reprofilierten Abschnitt eine höhere Anzahl isolierter, die Kriterien nicht erfüllender Zonen verbleiben.

Die Klasse 1 enthält auch Grenzwerte für Restunregelmäßigkeiten mit sehr kurzen (10 mm bis 30 mm) und sehr langen (300 mm bis 1 000 mm) Wellenlängen. Diese sind in der Klasse 2 nicht enthalten. Wo sehr kurze Wellen entfernt werden müssen, insbesondere zur Rauschreduzierung, kann es notwendig sein, ein Kriterium für diese Wellenlängen festzulegen.

Für die notwendige jährliche metrologische Prüfung, siehe Anhang D.

4.2 Erforderliche Messungen

Das Längsprofil der fertig reprofilierten Schiene muss ununterbrochen, entweder mit Hilfe eines Bezugsmessgeräts oder eines zugelassenen Messgeräts aufgezeichnet werden. Bei zusätzlichen Überprüfungen muss ein Bezugsmessgerät benutzt werden. Alle für den Nachweis der Übereinstimmung nach 4.3 durchgeführten Messungen müssen aufgezeichnet werden.

Aufgrund der komplexen Geometrie und der kurzen Länge, über die an Weichen und Kreuzungen und Schienenauszügen gearbeitet wird, können alternativ auch Handmesssysteme verwendet werden. Die Schiene mit dem Herzstück darf nur in „Bereich G“, siehe Bild 1, gemessen werden, die gegenüberliegende Schiene muss auf der Gesamtlänge gemessen werden.

Längsprofilmessungen müssen innerhalb einer festen Position von 15 mm seitlich der Schienenkopfmittle durchgeführt werden, um das abgetastete Profil zu erzeugen.

ANMERKUNG Es ist ein bekanntes Problem, dass manche Schienennetze Riffelungen an der Spurkante der oberen Schiene aufweisen. Diese Norm behandelt dieses Problem nicht. Der IM und der Auftragnehmer können Messverfahren und Abnahmekriterium vereinbaren.

Für die spätere Analyse wird eine digitale Form des abgetasteten Profils, das Primärprofil, empfohlen.

Falls ein solches System defekt oder nicht verfügbar ist, müssen Einzelheiten zur Aufnahme im Vertrag festgelegt werden.

Die Messungen können direkt nach den Arbeiten oder spätestens innerhalb von 8 Tagen nach der Reprofilierung oder bevor eine Gleisbelastung von 0,3 MGT (Millionen Bruttotonnen) auf die Schienen erfolgte, durchgeführt werden.

4.3 Abnahmekriterien für Längsprofil

4.3.1 Allgemeines

In Tabelle 1 werden Spitze-Spitze-Grenzen angegeben, die zu einem bestimmten, in Tabelle 2 aufgeführten, Prozentsatz zu erfüllen sind. Tabelle 1 und Tabelle 2 stellen zusammen das Abnahmekriterium dar.

4.3.2 Spitze-Spitze-Grenze

Das Primärprofil oder das abgetastete Profil muss ein gefiltertes Profil mit den Wellenlängenbereichen nach Tabelle 1 erzeugen.

Tabelle 1 — Spitze-Spitze-Grenzen

Wellenlängenbereich (mm)	10 bis 30	30 bis 100	100 bis 300	300 bis 1 000
Spitze-Spitze-Grenze (mm)	$\pm 0,010$	$\pm 0,010$	$\pm 0,015$	$\pm 0,075$

Der Prozentsatz jedes Reprofilierungsabschnittes (nach 3.30), in dem die Amplitude der gefilterten Profile innerhalb der in Tabelle 1 angegebenen Werte liegt, muss für dessen Gesamtlänge berechnet werden und darf nicht unter den in Tabelle 2 für die spezifizierte Klasse angegebenen Werten liegen.

Falls ein Reprofilierungsabschnitt auf einem Gleisabschnitt diese Anforderung nicht erfüllt, muss geklärt werden, ob die Gleisqualität einen Einfluss auf das Schleifergebnis hat. Ein starkes Indiz hierfür liegt vor, wenn die Toleranzen aufgrund eines isolierten, kurzen Gleisabschnittes (< 50 m), im Gegensatz zu über den gesamten Reprofilierungsabschnitten verteilten Unregelmäßigkeiten, nicht erfüllt werden.

Tabelle 2 — Minimaler Anteil von Messungen innerhalb der Spitze-Spitze-Grenzen nach Tabelle 1

Wellenlängenbereich (mm)	10 bis 30	30 bis 100	100 bis 300	300 bis 1 000
Klasse 1	95 %	95 %	95 %	95 %
Klasse 2	Keine Anforderung	90 %	90 %	Keine Anforderung

Im Gleis betrifft die Klassifizierung die Gesamtlänge jedes Reprofilierungsabschnittes.

Bei Weichen und Kreuzungen und Schienenauszügen betrifft die Klassifizierung die Gesamtlänge (Bereiche F, G und H in Bild 1) der Schiene gegenüber dem Herzstück und bei der Schiene mit Herzstück nur Bereich G.

Bei stationären Messungen sind keine Überschreitungen erlaubt.

5 Querprofil

5.1 Kurzbeschreibung

Die Messungen werden entweder mit einem Bezugsmessgerät, siehe 3.22, oder mit einem zugelassenen Messgerät durchgeführt, siehe 3.7. Zugelassene Geräte haben nicht die gleiche Messgenauigkeit wie Bezugsmessgeräte, genügen aber im Allgemeinen für den Nachweis der Erfüllung der Anforderungen dieser Norm.

Eine Reprofilierung kann aus verschiedenen Gründen ausgeführt werden. Wenn eine Reprofilierung nur vorgenommen wird, um die Riffelung zu entfernen, dann ist es nicht unbedingt erforderlich, die Schiene genau herzustellen. In anderen Fällen könnte es erforderlich sein, dass die reprofilierte Schiene sich eng an das durch die Bezugsschiene, siehe 3.28, dargestellte Ideal anlehnt. Deshalb wird eine Reihe von Klassen vorgesehen, um dem Kunden zu ermöglichen, das Präzisionsniveau zu spezifizieren, das für den zu reprofilierenden Bereich angemessen ist.

ANMERKUNG Wo die Reprofilierung zur Verbesserung der Konizität ausgeführt wird, ist die Klasse Q, siehe 5.4, zweckmäßig.

Die Übereinstimmung zwischen der tatsächlich reprofilierten Schiene und dem Profil der Bezugsschiene wird durch Ausrichtung der beiden in zwei Punkten und die Messung der maximalen Abweichung derselben bestimmt, siehe Bild 4. Bei geraden Gleisen liegen diese Ausrichtpunkte näherungsweise auf der Schienenkopfmitte und dem Spurweitenpunkt. Diese Methode ist in Bögen auf der äußeren Schiene nicht anwendbar, wenn seitliche Abnutzung aufgetreten ist. Deshalb muss dort eine alternative Ausrichtmethode angewendet werden.

Für die notwendige jährliche metrologische Prüfung, siehe Anhang D.

5.2 Bereiche in Kreuzungen für die die Reprofilierung eingeschränkt ist

Die Bereiche in denen die Weiche die Backenschiene berührt (Bereich F, siehe Bild 1) und der Herzstückbereich (Bereich H, siehe Bild 1) können nicht vollständig reprofiliert werden. Der Infrastrukturunternehmer kann entsprechende Einschränkungen festlegen.

5.3 Erforderliche Messungen

Das Querprofil der Schiene muss entweder mit einem Bezugsmessgerät, siehe 3.22, oder einem zugelassenen Messgerät, siehe 3.7, gemessen werden. Bei zusätzlichen Überprüfungen muss ein Bezugsmessgerät benutzt werden, wobei Messungen über den ganzen Reprofilierabschnitt einer jeden Schiene in einem Abstand von nicht weniger als 10 m vorgenommen werden. Eine Abweichung von 0,1 mm zwischen Bezugsmessgerät und zugelassenem Messgerät wäre nach Anhang B zulässig.

Alle für den Nachweis der Übereinstimmung nach 5.4 durchgeführten Messungen müssen aufgezeichnet werden.

Die Messungen können direkt nach den Arbeiten oder spätestens innerhalb von 8 Tagen nach der Reprofilierung oder bevor eine Gleisbelastung von 0,3 MGT (Millionen Bruttotonnen) auf die Schienen erfolgte, durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die beste Verfahrensweise besteht darin, die Messungen direkt nach dem Reprofilieren durchzuführen.

Nach der Reprofilierung von Schienen in Weichen, Kreuzungen und Schienenauszügen können durch den IM zusätzliche Verifizierungen festgelegt werden.

Aufgrund der komplexen Geometrie und der kurzen Länge, über die an Weichen und Kreuzungen und Schienenauszügen gearbeitet wird, können alternativ auch Handmesssysteme verwendet werden. Die Schiene mit dem Herzstück darf nur in Bereich G, siehe Bild 1, gemessen werden; die gegenüberliegende Schiene muss auf der Gesamtlänge gemessen werden.

Falls ein solches System defekt oder nicht verfügbar ist, müssen Einzelheiten zur Aufnahme im Vertrag festgelegt werden.

5.4 Abnahmekriterien für das Querprofil

Jedes gemessene Profil muss auf das Profil der passenden Bezugsschiene ausgerichtet sein, dass die Bezugspunkte A und B₁ oder A und B₂ (siehe Bild 2) der Bezugsschiene mit den Punkten des gemessenen Profils übereinstimmen. Die Ausrichtung muss ohne Drehung eines der beiden Profile ausgeführt werden.

Die Bezugspunkte A und B₂ müssen bei seitlich abgenutzten Schienen angewendet werden und A und B₁ andernorts.

Der Prozentsatz gemessener Werte in jedem Reprofilierungsabschnitt nach 3.30, in dem der Abweichungsbereich unter 0,4 mm, 0,6 mm, 1,0 mm und 1,7 mm liegt, muss für die Gesamtlänge des Reprofilierungsabschnittes berechnet werden und darf nicht unter den in Tabelle 3 für die spezifizierte Klasse angegebenen Werten liegen.

Die Querreprofilierung muss als eine der vier Klassen nach Tabelle 3 festgelegt werden. Für jede Klasse muss auch ein Abweichungsbereich zwischen einer positiven und negativen Toleranz festgelegt werden. Der Prozentsatz der Messungen, bei dem die Abweichung den festgelegten Bereich überschreitet, darf den Wert nach Tabelle 3 für die festgelegte Klasse nicht überschreiten.

Wird beispielsweise die Reprofilierung der Klasse R und der Toleranzbereich von 1,0 mm als +0,4 mm/–0,6 mm zugeteilt, sollten mindestens 85 % der Messungen weniger als +0,4 mm/–0,6 mm von dem vorgegebenen Bezugsprofil abweichen.

Die maximalen positiven Abweichungen müssen festgelegt werden, z. B. für den Toleranzbereich 0,6 mm: +0,3 mm/–0,3 mm, +0,2 mm/–0,4 mm.

Tabelle 3 — Minimaler Anteil von Messungen innerhalb des spezifizierten Bereichs

	max. Abweichungsbereich (mm)	min. Anteil von Messwerten innerhalb des spezifizierten Abweichungsbereiches
Klasse P	0,4	95 %
Klasse Q	0,6	90 %
Klasse R	1,0	85 %
Klasse S	1,7	75 %

Die Breite des Toleranzbereichs tendiert an den Bezugspunkten gegen 0; auf der Feldseite sind im Reprofilierbereich nur negative Toleranzen erlaubt.

Bei der Verwendung von kontinuierlich arbeitenden Messsystemen an Weichen, Kreuzungen und Schienenauszügen, darf die Schiene mit dem Herzstück nur im Bereich G, siehe Bild 1, gemessen werden und nur, wenn dieser Bereich über 30 m lang ist. Die gegenüberliegende Schiene muss auf der Gesamtlänge gemessen werden. Bei Stichprobensystemen müssen pro Schiene jeweils eine Aufnahme vorne (Messpunkte 1 und 2)

an der Weiche, eine in der Mitte der mittleren Schiene (Messpunkte 3 und 4 für die Hauptgleise und, falls anwendbar, Messpunkte 5 und 6) und eine am Ende der Weiche (Messpunkte 7 und 8 und, falls anwendbar, Messpunkte 9 und 10), siehe Bild 5, erfolgen. In diesem Fall sind keine Überschreitungen erlaubt.

6 Metallabtrag

6.1 Erforderliche Messungen

Messungen des Metallabtrags am Schienenkopf sind nur dann erforderlich, wenn im Vertrag eine Bedingung festgehalten ist, dass eine minimale oder maximale Tiefe des Metallabtrags nachgewiesen werden muss. Alle für den Nachweis der Übereinstimmung nach 6.2 durchgeführten Messungen müssen aufgezeichnet werden.

Die Schienenhöhe oder die Höhe des Schienenkopfes muss gemessen werden und der Metallabtrag mithilfe eines vereinbarten Hand- oder maschinenmontierten Geräts gemessen und einmal wöchentlich oder wie vertraglich festgelegt aufgezeichnet werden.

Die Schienenhöhe oder die Höhe des Schienenkopfes muss vor und nach dem Reprofilieren an mindestens 5 Stellen auf jeder Schiene in Abständen von nicht weniger als 0,5 m mit einem Handgerät gemessen werden. Maschinenmontierte Messungen können mit bis zu 0,5 m vorgenommen und für 10-m-Abschnitte berechnet werden. Die Messungen müssen innerhalb eines Monats nach dem Reprofilieren oder einer MGT (Millionen Bruttotonne), je nachdem was eher erfolgt, ausgeführt werden. Die Schiene muss markiert werden, um sicherzustellen, dass die manuellen Messungen vor und nach dem Reprofilieren innerhalb eines Abstandes von 10 mm voneinander entlang jeder Schiene vorgenommen werden. Wenn die Schiene ursprünglich verriffelt war, müssen die Messungen im Riffeltal ausgeführt werden.

Die Messungen der Schienenhöhe oder der Höhe des Schienenkopfes müssen so durchgeführt werden, dass die Tiefe des abgetragenen Metalls innerhalb von 15 mm in Querrichtung von der Schienenmitte oder an einer anderen, zwischen dem Kunden und dem Auftraggeber vereinbarten Stelle auf dem Schienenkopf bestimmt wird.

Die Messungen sollten einmal je Woche oder so, wie im Vertrag verlangt wird, aufgezeichnet werden.

6.2 Abnahmekriterium für Metallabtrag

Die minimale oder maximale Tiefe des abgetragenen Metalls muss im minimalen Prozentsatz an dem im Vertrag spezifizierten Messstellen die Anforderungen des Vertrages erfüllen.

7 Oberflächenqualität

Kurzwellige Riffel mit einer Wellenlänge unter 10 mm müssen bei der Bewertung der Oberflächenqualität der Schienen berücksichtigt werden.

Der Qualitätsindex (siehe Tabelle 4) ist nach der in F.2 beschriebenen Methode, die auf mit einem Messgerät nach F.1 durchgeführten Messungen basiert, zu berechnen.

Deshalb wird eine Reihe von Qualitätsklassen vorgesehen, um dem Kunden zu ermöglichen, das Präzisionsniveau zu spezifizieren, das für den zu reprofiliierenden Bereich angemessen ist.

Der durch den Wert des Qualitätsindex beschriebene Zustand der Schiene wirkt sich auf die Geräusche, die der Rad-Schiene-Kontakt verursacht, aus.

Tabelle 4 — Qualitätsindex für die Oberflächenqualität der Gleise (QI)

Qualitätsklasse	1	2	3
Qualitätsindex (QI)	$QI \leq 3$	$QI \leq 5$	$QI \leq 10$

Falls einer der drei Datensätze einen Qualitätsindex über 10 ergibt, ist der Index ungültig:

- Qualitätsklasse 1: Gleise mit sehr hohen Anforderungen an die Oberflächenqualität;
- Qualitätsklasse 2: Gleise mit besonderen Anforderungen an die Oberflächenqualität;
- Qualitätsklasse 3: Alle anderen Gleise.

Die Messungen müssen alle 1 000 m an jeder Schiene oder direkt nach der Arbeit innerhalb eines Arbeitsbereiches vorgenommen werden. Das Ergebnis muss Teil der Arbeitsdokumentation sein.

8 Schliffbild: Abnahmekriterien

Wo durch Reprofilieren Facetten produziert werden, darf die maximale Facettenbreite an der Fahrkante 4 mm, im Übergangsbereich 7 mm und 10 mm innerhalb 10 mm auf dem Schienenkopf betragen. Der Reprofilierbereich muss sanft in den ungeschliffenen Bereich übergehen.

Die maximale Schwankung der Facettenbreite über eine Schienenlänge von 100 mm darf 25 % der maximalen Facettenbreite betragen.

Der Reprofilierbereich darf keine kontinuierliche Blaufärbung aufweisen.

9 Rollkontaktermüdung

Falls die Abnahmekriterien anhand der Rollkontaktermüdung festgelegt wurden, müssen Kunde und Lieferant im Vertrag Einzelheiten zur Entfernung festlegen.

Anhang A (normativ)

Berechnung der Spitze-Spitze-Werte

A.1 Prozentuale Überschreitungen

Y sei ein Signal im Intervall [start, end] und tol1 und tol2 die Grenzwerte, mit $\text{tol1} < \text{tol2}$.

Die prozentualen Überschreitungen (en: percentage of exceedances (PE)) des Signals Y für die Toleranzen tol1 und tol2 im Intervall [start, end] ist als der Prozentsatz der Proben aus der Gesamtanzahl von Proben definiert, bei denen das Signal Y einen Wert kleiner als tol1 oder größer als tol2 aufweist.

Die prozentualen Überschreitungen könnten wie im folgenden Verfahren berechnet werden. Für ein Beispiel der Berechnung, siehe Bild A.1.

PE (Y, tol1, tol2, start,
end)

nso = 0 Anzahl der Proben außerhalb der Toleranzen
tns = 0 Gesamtzahl der Proben innerhalb des Intervalls

Für jede Probe $i \in [\text{start}, \text{end}]$

tns = tns + 1 tns wird immer erhöht

Falls $Y_i < \text{tol1}$ oder $Y_i > \text{tol2}$

nso = nso + 1 nso wird nur in diesem Fall erhöht

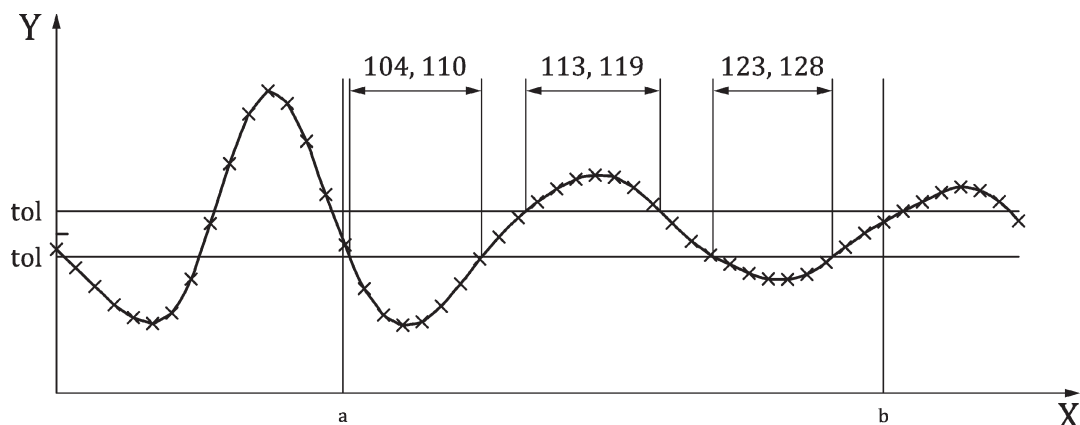
end

end

$$\text{PE} = 100 \frac{\text{nso}}{\text{tns}}$$

PE zurückführen

Beispiel:



Legende

Y	Signal
[start, end]	Intervall, für das die prozentualen Überschreitungen berechnet werden müssen (in Bezug auf dieses Beispiel start = 103, end = 131)
tns	= 29; Gesamtzahl der Proben innerhalb des Intervalls [start, end]
nso	= 20; Anzahl der Proben außerhalb der Toleranz = 7 + 7 + 6
$PE = 100 \frac{20}{29} = 68,9$	

Bild A.1 — Beispiel

Anhang B (normativ)

Verfahren der periodischen Überprüfung

B.1 Verfahren der periodischen Überprüfung von zugelassenen Messgeräten

B.1.1 Kurzbeschreibung

Die Zulassung von maschinenintegrierten Messsystemen (zugelassene Geräte) basiert auf Anhang B für jedes Anzeigesystem und eine unbegrenzte Periode. Damit die Zulassung für eine längere Zeit gültig ist, muss jedes System mindestens einer jährlichen metrologischen Prüfung unterzogen werden oder häufiger, abhängig von den Anforderungen des Kunden. Das Ziel dieser Maßnahmen ist, die korrekten Funktionen des zugelassenen Messgerätes zu garantieren, um Abweichungen zu vermeiden und korrigierende zeitnahe Maßnahmen durchzuführen. Diese metrologischen Maßnahmen müssen auf der Strecke mit einem einfachen Aufbau durchgeführt werden.

Ein Qualitätsprüfer, der unabhängig von der Maschine ist (intern oder extern nach z. B. EN ISO 9001), muss der korrekten Ausführung dieser metrologischen Maßnahmen folgen. Die Überprüfungen müssen dokumentiert werden und auf der Maschine zugänglich sein. Sie stellen auch sicher, dass die erforderlichen korrigierenden Maßnahmen innerhalb der geforderten Zeit erfüllt worden sind. Der Kunde kann jederzeit die Dokumente der Überprüfung anfordern.

Die Bestätigung ist in zwei Teile gegliedert:

- 1) statische metrologische Bestätigung des zugelassenen Messgerätes;
- 2) dynamische metrologische Bestätigung des zugelassenen Messgerätes.

Die folgenden Kapitel beschreiben ein Verfahren zur Überprüfung, welches nach den speziellen Anforderungen für jedes Messgerät angepasst werden kann.

B.2 Längsprofil

B.2.1 Allgemein

Die Überprüfung des zugelassenen Messgerätes für die Aufnahme von Längsprofilen muss in zwei Stufen erfolgen:

- 1) Die statische Überprüfung erlaubt die Korrektur aller Elemente des zugelassenen Messgerätes, z. B. Messköpfe, Prozesseinheiten und Auswertung;
- 2) die dynamische Überprüfung erlaubt die Wiederholbarkeit des zugelassenen Messgerätes in seiner spezifizierten Umgebung in beide Richtungen und bei Arbeitsgeschwindigkeit.

B.2.2 Statische Überprüfung

B.2.2.1 Überprüfung der Übertragungsfunktionen

Eine geeignete metrologische Überprüfung muss vom Besitzer des zugelassenen Messgerätes festgelegt werden, um sicherzustellen, dass jede Antwort der Übertragungsfunktionen immer korrekt ist. Diese Überprüfung muss dokumentiert werden.

B.2.2.2 Überprüfung der Prozesskette

Ein Simulator muss die Plätze der Übertragungsfunktionen anzeigen, um sicherzustellen, dass die Prozesseinheit immer korrekt ist. Diese Überprüfung muss dokumentiert werden.

B.2.2.3 Dokumente der Überprüfung

Die Dokumente der Überprüfung müssen auf der Maschine vorhanden sein und für zufällige Inspektionen verfügbar sein, um die Konformität des zugelassenen Messgerätes bestätigen zu können. Abbildung B.1 zeigt das Verfahren zur Dokumentenüberprüfung.

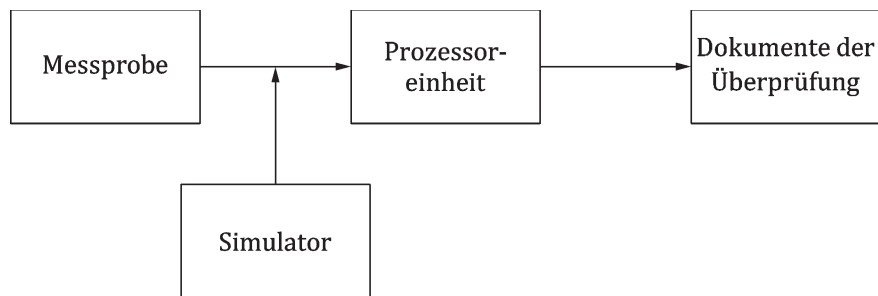


Bild B.1 — Prozess für die Dokumente zur Überprüfung

B.2.3 Dynamische Überprüfung

B.2.3.1 Allgemein

Die dynamische Überprüfung muss im Gleis, belastet und unbelastet durchgeführt werden.

Die Aufzeichnungen der beiden Richtungen müssen entweder mit den grafischen Ausgaben oder elektronisch mit dem Vergleich der Prozessdaten erfolgen.

B.2.3.2 Vergleich des dynamischen Verhaltens

Ein Gleisabschnitt von mindestens 300 m Länge muss in beide Richtungen mit einem Messgerät/en, eingebaut in der Maschine, gemessen werden. Eine grafische Ausgabe des gefilterten Profils ermöglicht die Prüfung möglicher Differenzen. Im Falle einer nicht erlangten Konformität muss eine korrigierende Maßnahme durchgeführt werden.

B.2.3.3 Vergleich der statistischen Ergebnisse

Ein Gleisabschnitt von mindestens 300 m Länge muss einmal in jede Richtung mit dem/n Messgerät/en, eingebaut in der Maschine, gemessen werden. Statistische Analysen der Differenzen zwischen den gemessenen Daten bei der Vorwärts- und Rückwärtsmessung sollten durchgeführt werden. Wenn die Daten um mehr als 2 % abweichen, sind korrigierende Maßnahmen erforderlich.

Die Berechnung der Überschreitungen sollten nach Anhang C und Tabelle B.1 durchgeführt werden.

Tabelle B.1 — Beispiel für einen Vergleich der statistischen Ergebnisse

Wellenlängenbereich mm	10 bis 30	30 bis 100	100 bis 300	300 bis 1 000	10 bis 30	30 bis 100	100 bis 300	300 bis 1 000
Vorwärts, 300 m	98	95	99	100	97	98	98	99
Rückwärts, 300 m	97	97	95	100	98	99	99	94
Differenz in %	1	2	4 ^a	0	1	1	1	5 ^a
^a Wenn die Differenz größer als 2 % ist, ist eine korrigierende Maßnahme erforderlich.								

B.3 Querprofil

B.3.1 Kurzbeschreibung

Die Überprüfung des zugelassenen Messgerätes für das Querprofil muss in zwei Stufen erfolgen:

- 1) Die statische Überprüfung erlaubt die Korrektur aller Elemente des zugelassenen Messgerätes, z. B. Prüfköpfe, Prozesseinheiten und Auswertung;
- 2) die dynamische Überprüfung erlaubt die Wiederholbarkeit des zugelassenen Messgerätes in seiner spezifizierten Umgebung in beide Richtungen und bei Arbeitsgeschwindigkeit.

B.3.2 Statische Überprüfung

B.3.2.1 Überprüfung der Prüfköpfe und Prozesskette

Die statische Überprüfung wird durchgeführt, indem ein Bezugsprofil unter das zugelassene Messgerät platziert wird. Der Vergleich des Bezugsprofils zu dem gemessenen Profil innerhalb des Bereiches der Reprofilierungswinkel, die während der Arbeit genutzt werden, muss die Konformität des zugelassenen Messgerätes zufriedenstellen, und sie muss dokumentiert werden.

B.3.2.2 Dokumente der Überprüfung

Die Dokumente der Überprüfung müssen auf der Maschine vorhanden sein und für zufällige Inspektionen verfügbar sein, um die Konformität des zugelassenen Messgerätes bestätigen zu können. Bild B.2 zeigt den Prozess für die Auswertung.

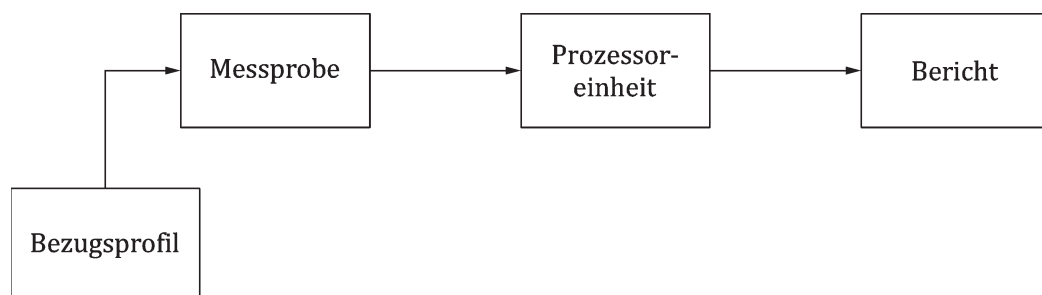
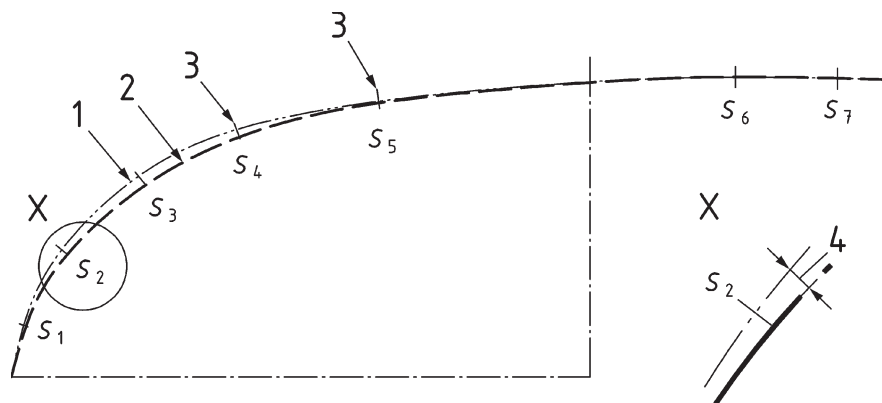


Bild B.2 — Prozess für die Auswertung

B.3.3 Dynamische Überprüfung

Die dynamische Überprüfung muss im Gleis, belastet oder unbelastet durchgeführt werden.

Ein Gleisabschnitt von mindestens 300 m Länge muss einmal in jede Richtung mit dem/n Messgerät/en, eingebaut in der Maschine, gemessen werden. Statistische Analysen der Differenzen zwischen den gemessenen Daten bei der Vorwärts- und Rückwärtsmessung sollten durchgeführt werden. Wenn die Daten um mehr als 5 % abweichen, sind korrigierende Maßnahmen, wie in Bild B.5 und Bild B.3 gezeigt, erforderlich.



Legende

- 1 Referenzprofil
- 2 gemessenes Profil
- 3 statistische Bezugspunkte
- 4 Abweichungsbereich
- X
- S1-S7 statistische Bezugspunkte

Bild B.3 — Statistische Ausgaben für das Querprofil

Messungen mit dem zugelassenen Messgerät müssen in gleichen Intervallen in einem Bereich von 0,20 m bis 0,30 m durchgeführt werden und überlagernd oberhalb des Bezugsprofils an den Bezugspunkten A und B liegen.

Die Differenzen zwischen den gemessenen Profilen und dem Bezugsprofil sind für die Punkte, benannt als „statistische Bezugspunkte“, berechnet.

Die Position für jeden statistischen Bezugspunkt ist auf dem Bezugsprofil entsprechend der Neigung oder einer Koordinate des Schienenkopfes festzulegen.

Für jeden statistischen Bezugspunkt muss die Durchschnittsdifferenz für jeden gemessenen Meter berechnet werden, und nur der größte Wert von allen Durchschnittswerten ist in der statistischen Tabelle enthalten. Das Prinzip ist in Bild B.4 gezeigt.

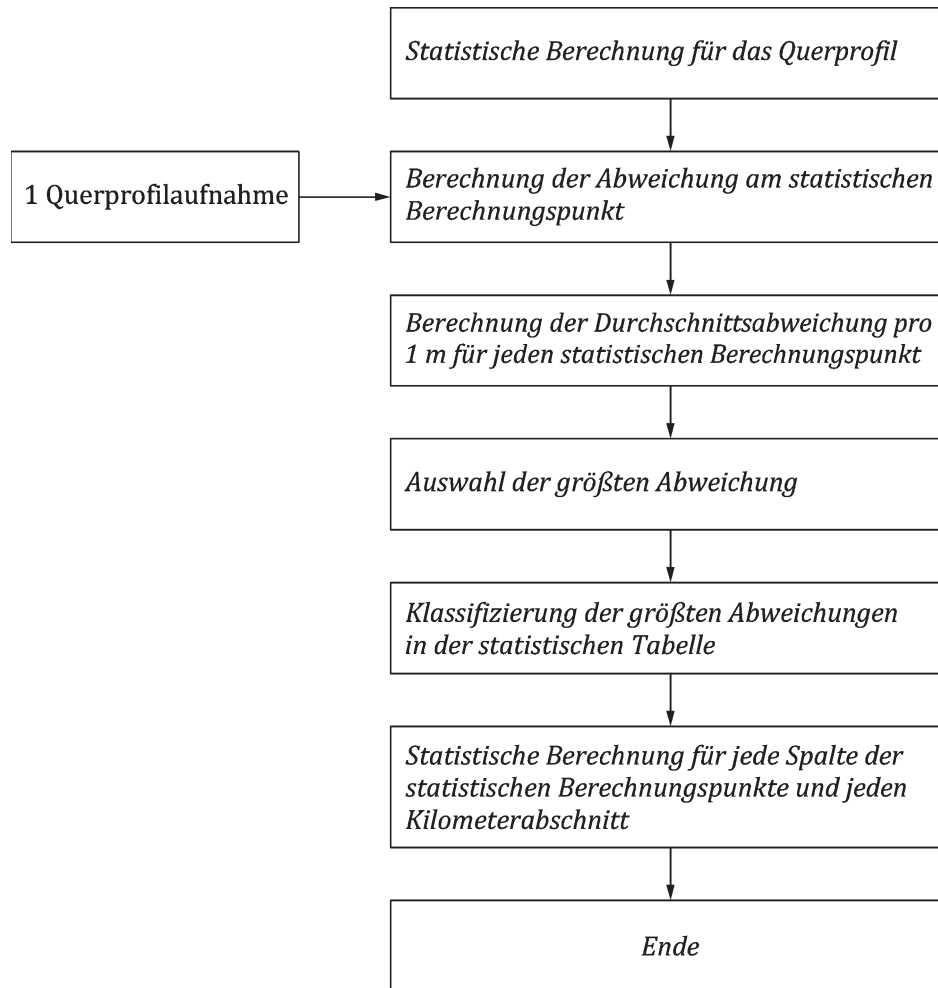


Bild B.4 — Prinzip der statistischen Überprüfung

B.3.4 Bericht

Ein Beispiel für einen Bericht mit klassifizierten Ergebnissen wird in Tabelle B.2 und Tabelle B.3 gezeigt.

Die berechneten Differenzen sind nach ihren Werten in der entsprechenden Spalte klassifiziert.

Die Ergebnisse werden in Form eines Histogramms grafisch dargestellt (siehe Bild B.4 und Bild B.5).

Tabelle B.2 — Anzahl der Überschreitungen klassifiziert nach Lage und Toleranz

Lage km	Toleranz mm											
	Linke Schiene						Rechte Schiene					
	$x < -0,5$	$-0,5 \leq x < -0,3$	$-0,3 \leq x < 0,0$	$0,0 \leq x \leq 0,3$	$0,3 < x \leq 0,5$	$x > 0,5$	$x < -0,5$	$-0,5 \leq x < -0,3$	$-0,3 \leq x < 0,0$	$0,0 \leq x \leq 0,3$	$0,3 < x \leq 0,5$	$x > 0,5$
$45,000 \leq x < 45,100$	0	4	24	68	4	0	0	10	78	12	0	0
$45,100 \leq x < 45,200$	0	0	40	58	2	0	0	2	74	24	0	0
$45,200 \leq x < 45,300$	0	7	50	31	10	2	3	24	63	10	0	0
$45,300 \leq x < 44,400$	1	1	5	50	14	29	1	12	51	24	4	8
$44,400 \leq x < 44,500$	1	0	23	56	5	15	0	2	30	31	8	29
$44,500 \leq x < 44,600$	2	3	11	30	16	38	0	0	0	6	6	88
$44,600 \leq x < 44,700$	0	8	54	36	2	0	0	8	2	32	22	36
$44,700 \leq x < 44,800$	0	3	52	45	0	0	0	0	100	0	0	0
$44,800 \leq x < 44,900$	0	2	51	38	0	9	0	4	49	37	10	0
$44,900 \leq x < 45,000$	0	0	54	36	0	10	0	4	30	36	16	14
$45,000 \leq x < 45,100$	0	0	64	17	9	10	0	16	54	23	5	2

Tabelle B.3 — Gesamter Prozentsatz für die betrachteten Toleranzen und für die gesamt gemessene Lage

	Toleranzen				Toleranzen			
	$-\infty \leq x \leq \infty$				$-\infty \leq x \leq \infty$			
		$-0,5 \leq x \leq 0,5$				$-0,5 \leq x \leq 0,5$		
		$-0,3 \leq x \leq 0,3$				$-0,3 \leq x \leq 0,3$		
	Gesamter Prozentsatz der linken Schiene				Gesamter Prozentsatz der rechten Schiene			
Gesamte Lage		81,2 %				69,70 %		
		89,3 %				83,70 %		
		100 %				100 %		

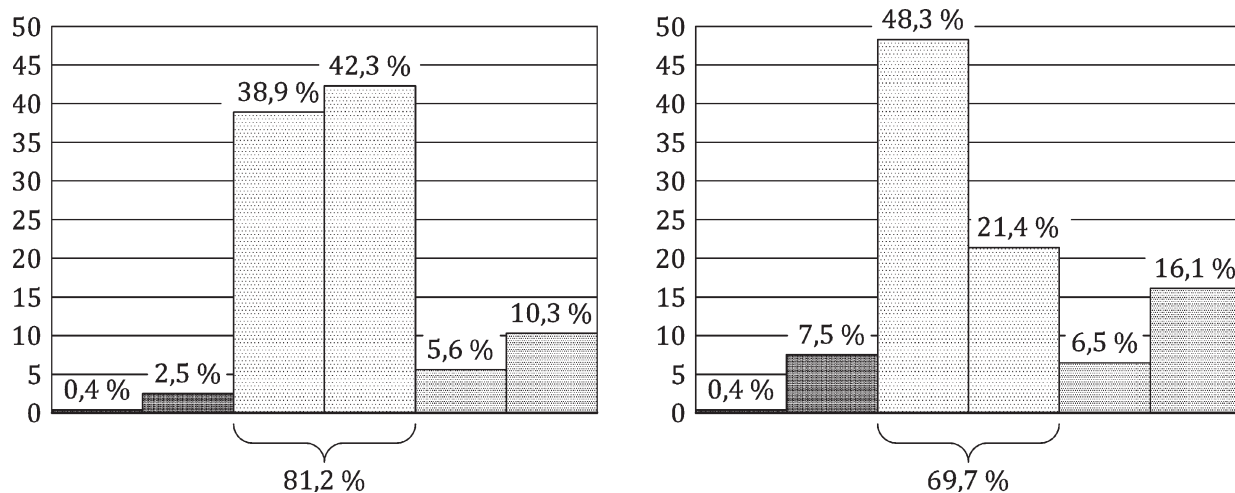


Bild B.5 — Histogramm der Ergebnisse aus Tabelle B.2

Anhang C (normativ)

Verfahren für die Überprüfung von Bezugsmessgeräten

C.1 Längsprofil

C.1.1 Kurzbeschreibung

Das Längsprofil einer Linie entlang eines mechanisch bearbeiteten Streifens auf einem zu diesem Zweck eigens gebauten Balken muss sowohl mit dem zu prüfenden Messgerät als auch mit einer Koordinatenmessmaschine (CMM) gemessen werden. Das zu prüfende Messgerät wird im Hinblick auf seine Fähigkeit, die Messungen des zu prüfenden Streifenprofils zu reproduzieren, geprüft.

Das zu prüfende Messgerät muss als Bezugsmessgerät für die Abnahme von Schienen auf der Basis von Werten anerkannt werden, wenn eine ausreichende Übereinstimmung zwischen den Werten des zu prüfenden Messgerätes und jenen der CMM nachgewiesen werden kann.

Ein zu prüfendes Messgerät, das auf der Basis von Werten zugelassen ist, wird auch für die Abnahme von Schienen auf der Basis der Prozentzahl von Überschreitungen einer spezifizierten Amplitude zugelassen.

Die Prüfprozedur erstreckt sich über die Prüfung des Messgerätes für alle Wellenlängenbereiche und alle Schienenabnahmekriterien. Die Zulassung des zu prüfenden Messgerätes als Bezugsmessgerät darf allerdings auf spezifizierte Wellenlängenbereiche eingeschränkt werden.

Die Überprüfung der zu prüfenden Messgeräte erfolgt bei Raumtemperatur. Benutzer von Bezugsmessgeräten wird empfohlen von den Instrumentenherstellern die Temperaturbereiche, innerhalb welcher gültige Messungen zu erwarten sind, zu erfragen.

Das Verfahren umfasst zudem die Wiederholbarkeits- und Reproduzierbarkeitsprüfung im Gleis. Zweck dieser Prüfungen ist es zudem zu prüfen, dass das Verhalten des Bezugsmessgerätes im Gleis die Messung nicht verfälscht.

C.1.2 Kalibrierbalken

Der mechanisch bearbeitete Kalibrierbalken muss mindestens 20 mm breit sein und zumindest so lang wie die maximale Wellenlänge, für die das zu prüfende Messinstrument zuzulassen ist.

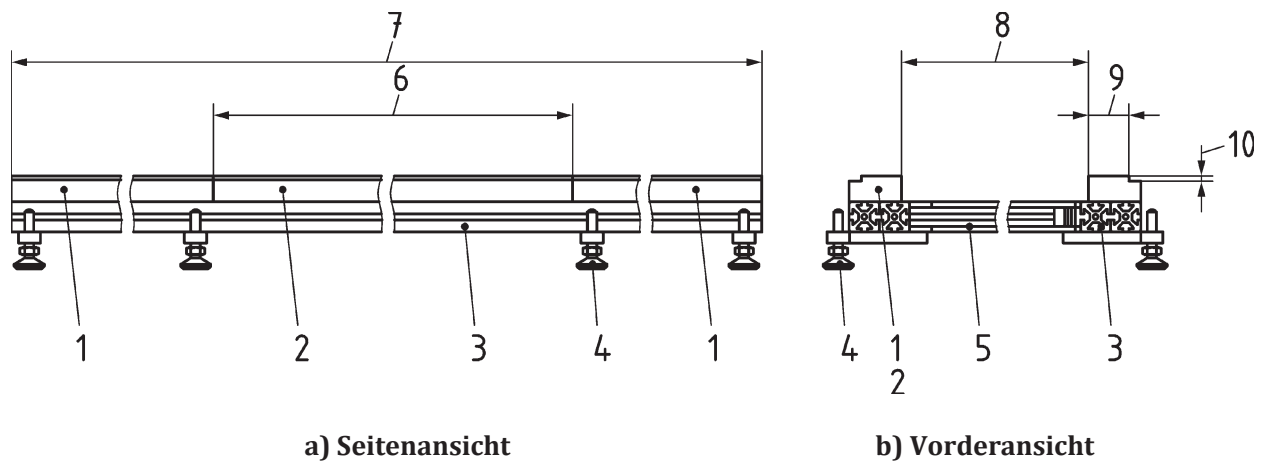
Unebenheiten der Wellenlänge und Spitze-Spitze-Grenzwerte nach Tabelle C.1 müssen auf dem mechanisch bearbeiteten Kalibrierbalken sichtbar sein.

ANMERKUNG Eine zusätzliche Einlauflänge beidseits des zu bearbeitenden Kalibrierbalkens kann wünschenswert sein, um mögliche Unregelmäßigkeiten am Beginn der Messstrecke auszuschließen.

Tabelle C.1 — Kalibrierbalken — erforderliche Unebenheiten

Wellenlängenbereich (mm)	10 bis 30	30 bis 100	100 bis 300	300 bis 1 000
Akzeptierte Abweichung des Kalibrierbalkens (mm)	0,005 bis 0,015	0,005 bis 0,05	0,020 bis 0,8	0,080 bis 2,0

Beispiel eines Kalibrierbalkens, der für die Verifizierung für Wellenlängen bis 1 000 mm geeignet ist, siehe Bild C.1. Für das Längsprofil entlang der Mittellinie des bearbeiteten Kalibrierbalkens, siehe Bild C.2. Zur Herstellung langwelligere Unebenheiten kann der Kalibrierbalken in der Länge und Höhe unter einem Schleifstein verschoben werden. Kurzwelligere Unebenheiten können durch Honen produziert werden. Die genaue Form der Unebenheiten ist irrelevant.

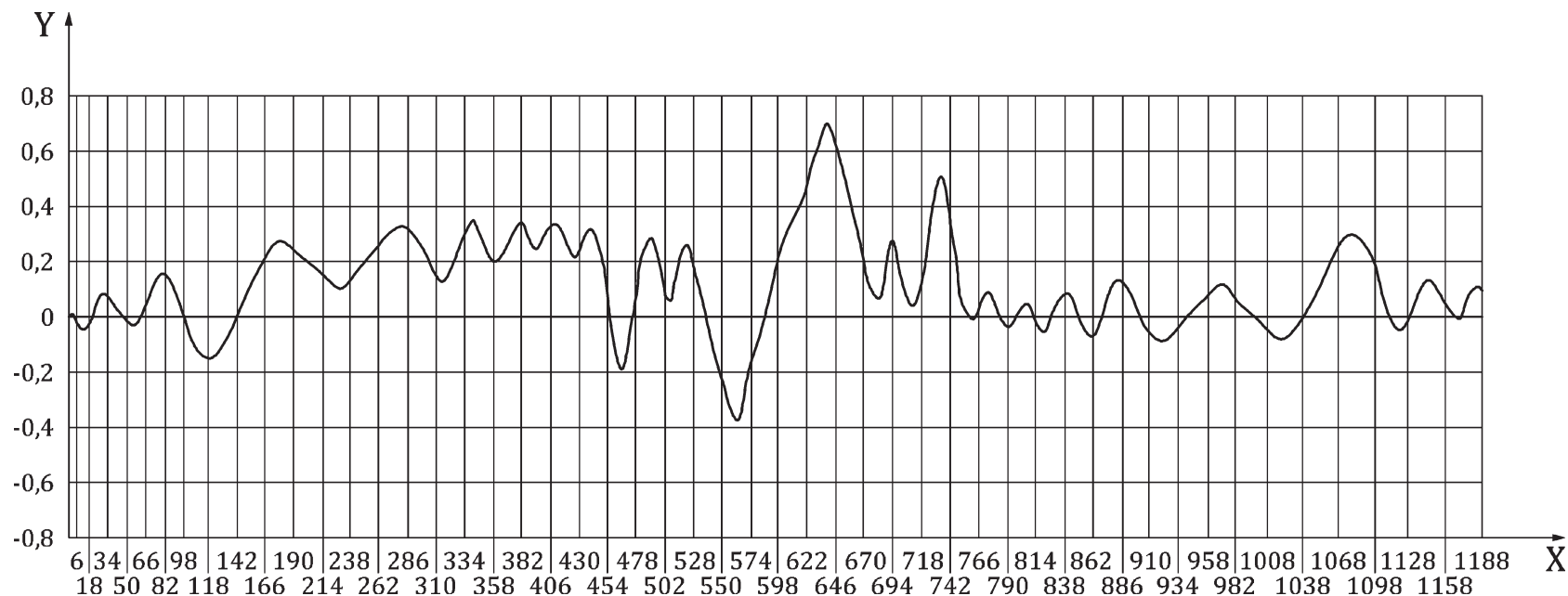


Legende

- | | | | |
|---|-------------------|----|------------------------------|
| 1 | Betriebsschiene | 6 | Länge des Kalibrierbalkens |
| 2 | Kalibrierbalken | 7 | Gesamtlänge des Zusammenbaus |
| 3 | Hilfsvorrichtung | 8 | Spurweite |
| 4 | Stufeneinstellung | 9 | Messstreifen |
| 5 | Querverbindung | 10 | Ebene Fahroberfläche |

Bild C.1 — Schematische Darstellung einer Kalibriervorrichtung für die Messung von Längsprofilen

Maße in Millimeter



Legende

X [m] Messposition entlang der Schiene
Y [mm] Oberflächenprofil

Bild C.2 — Längsprofil der Kalibriervorrichtung

C.1.3 Koordinatenmessmaschine (en: Coordinate Measuring Machine - CMM)

Die CMM muss nach der Bedienungsanleitung des Herstellers verwendet werden. Der maximale Fehler E nach EN ISO 10360-2 darf den Wert 1 μm nicht überschreiten.

C.1.4 Messungen des Kalibrierbalkens mittels der CMM

Der Kalibrierbalken muss in der CMM befestigt werden, wobei Unregelmäßigkeiten im Balken aufgrund der Halterung minimiert werden müssen.

Ein Messkopf mit einem Kopfdurchmesser im Bereich von 3 mm bis 6 mm muss verwendet werden.

Vor den Messungen muss ausreichend Zeit vorhanden sein, um die elektronischen Systeme zu stabilisieren und einen Temperatúrausgleich mit der Umgebung zu schaffen.

Drei Messungen des Kalibrierbalkens auf derselben Messlinie und in jeder Richtung müssen durchgeführt werden.

C.1.5 Analyse der Messdaten

Für jedes der abgetasteten Profile muss ein Primärprofil erzeugt werden. Die Abtastrate entlang dem Kalibrierstrahl und der Digitalisierungsschritt für dieses Primärprofil müssen aufgezeichnet werden. Die Abtastrate darf nicht größer als 1 mm und der Digitalisierungsschritt nicht größer als 1 μm sein.

C.1.6 Messung des Kalibrierbalkens mit dem zu prüfenden Messgerät

Direkt nach der Messung des Kalibrierbalkens mittels der CMM muss der Kalibrierbalken unter den gleichen Installations- und Temperaturbedingungen mit dem zu prüfenden Messgerät gemessen werden. Drei Messungen der abgetasteten Profile auf derselben Messlinie und in derselben Richtung müssen durchgeführt werden. Vor den Messungen muss ausreichend Zeit vorgehalten werden, um die elektronischen Systeme zu stabilisieren. Die Messgeschwindigkeit muss konstant sein, damit kinematische Fehlfunktionen vermieden werden.

C.1.7 Datenanalyse des zu prüfenden Messgerätes

Für jedes der abgetasteten Profile muss ein Primärprofil erzeugt werden und die Ergebnisse von jedem abgetasteten Profil mit den Ergebnissen der CMM verglichen werden.

C.1.8 Abnahmekriterien für Bezugsmessgeräte

Für Messgeräte für die Messung des Unregelmäßigkeitswertes und für die Gleisabnahme auf prozentuale Überschreitungen der Spitze-Spitze-Grenzen bezogen, darf die maximale Differenz zwischen den Messungen der CMM und des zu prüfenden Messgerätes nicht größer als $\pm 2 \mu\text{m}$ sein. Die Gesamtanzahl der Überschreitungen darf nicht größer als 2 % der Gesamtanzahl der Messpunkte je Messlinie sein.

C.1.9 Merkmal des Prüfabschnittes

Es wird ein Abschnitt mit zwei Segmenten, wie folgt, benötigt:

- Ein Segment im geraden Gleis;
- Ein Segment mit einfachem Links- oder Rechtsbogen mit einem Nennradius nicht größer als 800 m.

Jedes Segment darf nicht kürzer als 200 m sein.

Falls die Segmente (nur durch einen Übergangsbereich getrennt) aufeinander folgen, muss die Länge jedes Segmentes über 100 m und die des Gesamtabschnittes mindestens 250 m betragen.

Zweck dieser Prüfung ist es, zu zeigen, dass die starke Riffelung an einer Schiene nicht die Messung an der schwach geriffelten Schiene auf der anderen Seite beeinträchtigt. Um dies zu bestätigen, sind Wellenbänder zwischen 30 mm – 100 mm und 100 mm – 300 mm bei Schrittgeschwindigkeit am besten geeignet.

An diesem Abschnitt muss mindestens eines der beiden Segmente vorhanden sein:

- 1) Eine vorhandene geriffelte Schiene, die die folgenden Merkmale aufweist (siehe Tabelle C.2);

Tabelle C.2 — Merkmale der vorhandenen geriffelten Schiene

Wellenlängenbereich (mm)	10 bis 30	30 bis 100	100 bis 300	300 bis 1 000
Messproportionen innerhalb der Spitze- Spitze-Grenze	< 90 %	< 90 %	< 90 %	< 90 %
Spitze-Spitze- Grenzwert (mm)	±0,01	±0,03	±0,15	±0,05

- 2) An der gegenüberliegenden Schiene eine kleine oder korrigierte Riffelung (siehe Tabelle C.3).

Tabelle C.3 — maximale Stufe der Unregelmäßigkeit an der ungeriffelten Schiene

Wellenlängenbereich (mm)	10 bis 30	30 bis 100	100 bis 300	300 bis 1 000
Messproportionen innerhalb der Spitze- Spitze-Grenze	> 95 %	> 95 %	> 95 %	> 95 %
Spitze-Spitze- Grenzwert (mm)	±0,01	±0,01	±0,015	±0,075

Es gibt keine Anforderung an die Riffelung des zweiten Segmentes.

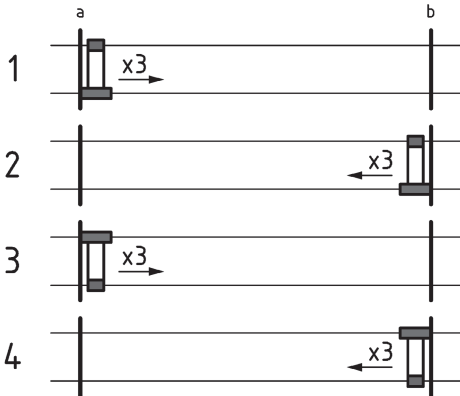
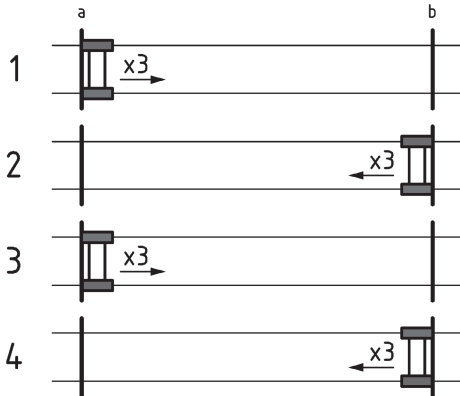
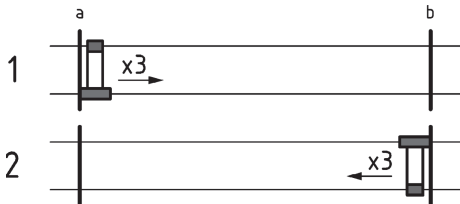
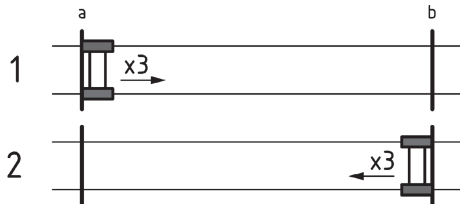
C.1.10 Prüfverfahren

Hinsichtlich der Konfiguration des Bezugsmessgerätes müssen an jedem Segment die folgenden Prüfungen durchgeführt werden. Bei aufeinander folgenden Segmenten kann die Messung an beiden Segmenten in einem Durchgang erfolgen.

Jede Schiene muss mit dem Bezugsmessgerät drei Mal für jede mögliche Konfiguration (seitliche Messung, vorwärts und rückwärts) gemessen werden.

Tabelle C.4 zeigt die erforderlichen Aufbauten für kontinuierliche Messsysteme am Prüfgleis.

Tabelle C.4 — Schema zu Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit

Das Bezugsmessgerät kann folgendes messen:		
	Eine Schiene pro Durchgang	Beide Schienen pro Durchgang
Vorwärts und rückwärts	Das Bezugsmessgerät kann 1 Schiene in jede Richtung messen  3 Mal in jede Richtung und an jeder Schiene ($3 \times 2 \times 2 = 12$ Durchgänge)	Das Bezugsmessgerät kann 1 Schiene in jede Richtung messen  3 Mal in jede Richtung und an jeder Seite ($3 \times 2 \times 2 = 12$ Durchgänge)
	Le- gende	
	a Start	
	b Ende	
	1 Erstes Prüfverfahren	
2 Zweites Prüfverfahren		
3 Drittes Prüfverfahren		
4 Viertes Prüfverfahren		
Das Bezugsmessgerät vor Beginn der Prüfverfahren 3 und 4 drehen (180°).		
Nur vorwärts	Das Bezugsmessgerät kann 1 Schiene in eine Richtung messen  3 Mal an jeder Schiene ($3 \times 2 = 6$ Durchgänge)	Das Bezugsmessgerät kann 1 Schiene in eine Richtung messen  3 Mal an jeder Seite ($3 \times 2 = 6$ Durchgänge)
	Le- gende	
	a Start	
	b Ende	
	1 Erstes Prüfverfahren	
2 Zweites Prüfverfahren		
ANMERKUNG Das Bezugsmessgerät vor Beginn des Prüfverfahrens 2 drehen (180°).		

Die Rohdaten (Riffeltiefe entlang der Gleisposition) müssen für jeden Durchgang mit mindestens einem Punkt alle 2 mm aufgezeichnet werden.

C.1.11 Kilometerzählerabnahme

Bei jedem Durchgang muss die vom Bezugsmessgerät gemessene Entfernung entweder durch das Prüfverfahren (Start und Stopp am genau gleichen Punkt) oder durch Signalerkennung (Bestimmung eines bestimmten Punktes an jeder Segmentextremität mithilfe von Rohsignalen) bestimmt werden.

Die vom Bezugsmessgerät gemessene Entfernung muss mit einer Genauigkeit von 4 ‰ reproduzierbar sein (d. h. für 200 m weniger als 80 cm Abweichung zwischen den verschiedenen Durchgängen).

C.1.12 Messwertabnahme

Die Messwert-Abnahme für Prüfungen im Gleis erfordert zwei Vergleiche; beim ersten wird die Wiederholbarkeit/Reproduzierbarkeit der Amplitudenverteilung entlang des Raumes, beim zweiten eben dies entlang der Wellenlänge geprüft.

Für jedes Segment, jeden Durchgang und jedes Wellenband muss die kumulative Verteilungsfunktion (en: cumulative distribution function — CDF) der Amplitude berechnet werden. Für alle Durchgänge an der gleichen Schiene, am gleichen Segment und jedem Wellenband muss eine Referenz-CDF berechnet werden. Jede einzelne CDF muss in einem Intervall von $\pm 0,03$ (± 3 %) zur Referenz-CDF liegen.

Folgendes Verfahren dient (nach Anhang E) der Berechnung der kumulativen Verteilungsfunktion:

Ausgehend vom Rohsignal eines Durchgangs

Das Rohsignal im erforderlichen Wellenband filtern

Den absoluten Wert der Ergebnisse nehmen

Die Funktion $F_Z(a) = P(Z > a)$ bilden, wobei P die Wahrscheinlichkeitsfunktion für die Amplitude Z ist.

Die Referenz-CDF ist der Mittelwert aller einzelnen am gleichen Segment, der gleichen Schiene und im gleichen Wellenband (siehe z. B. Bild C.3) gefilterten CDF.