

DIN EN 13674-1



ICS 93.100

Entwurf

Einsprüche bis 2023-06-14
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13674-1:2017-07

**Bahnanwendungen –
Schienen –****Teil 1: Vignolschienen ab 46 kg/m;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13674-1:2023**

Railway applications –

Rail –

Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above;

German and English version prEN 13674-1:2023

Applications ferroviaires –

Rails –

Partie 1: Rails vignoles de masse supérieure ou égale à 46 kg/m;

Version allemande et anglaise prEN 13674-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-04-14 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 fes@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 Eisen und Stahl (FES), 40042 Düsseldorf, Postfach 10 51 45 oder Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf.

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 228 Seiten

DIN-Normenausschuss Eisen und Stahl (FES)
DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13674-1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Gleisoberbauerzeugnisse“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 021-00-12 AA „Gleisoberbauerzeugnisse“ des DIN-Normenausschusses Eisen und Stahl (FES).

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 13674-1:2017-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Anzahl der Schienenprofile wurde geändert: 24 anstelle von 23;
- b) Einführung einer neuen Stahlsorte: R335V;
- c) die Mindestprägetiefe wird von 0,5 mm auf 0,4 mm reduziert;
- d) 60E2 kann ebenso wie 60E1 für die Eignungsprüfungen verwendet werden;
- e) die Vorhersagegleichung wird von den Eignungsprüfungen auf die Abnahmeprüfungen übertragen;
- f) Unterdrückung von 02 als ein zu kontrollierendes und zu messendes Element;
- g) die Prüfbedingungen für die Brinell-Härte wurden geändert;
- h) neuer Wert für die Fußspitzendicke;
- i) die Verweisungen auf den Schienenübergang wurden entfernt;
- j) ein neuer normativer Anhang „Mindestanforderungen für die Einführung einer neuen Schienenstahlsorte in EN 13674-1“ wurde eingeführt.

Bahnanwendungen — Schienen — Teil 1: Vignolschienen ab 46 kg/m

Applications ferroviaires — Rails — Partie 1: Rails vignoles de masse supérieure ou égale à 46 kg/m

Railway applications — Rail — Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above

ICS: 93.100

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: Annahme
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Bestellangaben	9
5 Stahlsorten.....	10
6 Profilzeichnungen/-eigenschaften/-masse	11
7 Herstellung.....	11
7.1 Erzeugnisintegrität	11
7.2 Vorblöcke.....	11
7.3 Schienen.....	11
7.4 Kennzeichnung.....	11
7.4.1 Walzzeichen.....	11
7.4.2 Warmstempeln.....	12
7.4.3 Kaltstempeln	13
7.4.4 Sonstige Kennzeichnung.....	13
8 Qualifizierungsprüfungen	13
8.1 Verfahren.....	13
8.2 Risszähigkeit (K_{IC})	14
8.2.1 Proben und Prüfverfahren.....	14
8.2.2 Qualifizierungskriterien	14
8.3 Beurteilung der Risswachstumsgeschwindigkeit	14
8.3.1 Prüfverfahren	14
8.3.2 Proben	14
8.3.3 Anzahl der Prüfungen und Prüfbedingungen	14
8.3.4 Qualifizierungskriterium	15
8.4 Dauerschwingversuch	15
8.4.1 Prüfverfahren	15
8.4.2 Proben	15
8.4.3 Anzahl der Prüfungen und Prüfbedingungen	15
8.4.4 Qualifizierungskriterium	15
8.5 Eigenspannungen im Schienenfuß.....	15
8.5.1 Prüfverfahren	15
8.5.2 Proben	15
8.5.3 Messungen.....	16
8.5.4 Qualifizierungskriterium	16
8.6 Wärmebehandelte Schienen.....	16
8.7 Seigerungen	16
8.8 Sonstige Qualifizierungsanforderungen	16
9 Abnahmeprüfungen.....	16
9.1 Laborprüfungen	16
9.1.1 Allgemeines	16
9.1.2 Proben und Vorbereitung der Proben.....	16

9.1.3	Chemische Zusammensetzung.....	17
9.1.4	Mikrogefüge.....	21
9.1.5	Entkohlung.....	21
9.1.6	Oxidischer Reinheitsgrad.....	22
9.1.7	Schwefelabdrücke	22
9.1.8	Härte.....	22
9.1.9	Zugversuche	23
9.1.10	Zugfestigkeit und Bruchdehnung.....	23
9.1.11	Wiederholungsprüfungen	24
9.2	Grenzabmaße und Formtoleranzen	25
9.2.1	Profil.....	25
9.2.2	Geradheit, Ebenheit der Oberfläche und Verwindung	25
9.2.3	Trennschneiden und Bohren	29
9.3	Messlehren.....	29
9.4	Prüfanforderungen für die Beurteilung der inneren Beschaffenheit und der Oberflächenbeschaffenheit.....	29
9.4.1	Innere Beschaffenheit.....	29
9.4.2	Oberflächenbeschaffenheit.....	32
9.4.3	Überprüfung von automatischen Prüfausrichtungen.....	34
Anhang A (normativ) Schienenprofile.....		46
Anhang B (normativ) Standardprüfverfahren für die Bestimmung der Gleichmaß-Risszähigkeit (K_{Ic}) von Schienen		71
B.1	Prüfverfahren	71
B.2	Proben	71
B.3	Anzahl der Prüfungen.....	71
B.4	Prüfbedingungen.....	71
B.5	Auswertung der Prüfdaten	72
B.6	Prüfbericht.....	72
Anhang C (normativ) Verfahren zur Bestimmung der Eigenspannung in Längsrichtung an der Oberfläche des Schienenfußes		77
C.1	Verfahren	77
C.2	Dehnmessstreifen und seine Anbringung.....	77
Anhang D (normativ) Schwefelabdrücke		80
Anhang E (normativ) Messlehren.....		86
Anhang F (normativ) Mikroskopische Untersuchungen von Schienenstählen unter Anwendung von Bildreihentafeln zur Bestimmung nichtmetallischer Einschlüsse		99
F.1	Allgemeines	99
F.1.1	Reinheitsgrad.....	99
F.1.2	Bildreihentafel	99
F.2	Vorbereitung der Proben	99
F.3	Aufbau und Anwendung der Bildreihentafel Nr. 1.....	99
F.3.1	Verwendung der Bildreihentafel Nr. 1	99
F.3.2	Bewertung eines einzelnen Einschlusses.....	100
F.3.3	Bewertung von sehr kleinen Einschlüssen	100
F.4	Durchführung der Prüfung	100
F.4.1	Vergrößerung	100
F.4.2	Auswahl der Einschlüsse	100
F.5	Auswertung.....	101
F.5.1	Allgemeines	101
F.5.2	Bewertungsmethode.....	101
F.5.3	Rechenschema zur Auswertung mit dem Verfahren K.....	102
Anhang G (normativ) Mindestanforderungen zur Einführung einer neuen Schienen-Stahlsorte in die EN 13674-1		105

G.1	Mechanische und metallurgische Eigenschaften	105
G.2	Schweißseigenschaften	105
G.3	Gleisversuche	106
G.4	Dokumentation und Anfrage an das CEN zur Einführung der neuen Schienenstahlsorte.....	106
Anhang H (informativ) Auflistung der wesentlichen technischen Änderungen dieser Europäischen Norm gegenüber der vorherigen Ausgabe.....		107
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie (EU) 2016/797		111
Literaturhinweise.....		113

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13674-1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 Gleisoberbauerzeugnisse erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument liegt derzeit zur CEN-Umfrage vor.

Dieses Dokument wird die EN 13674-1:2011+A1:2017 ersetzen.

prEN 13674-1:2023 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen im Vergleich zu EN 13674-1:2011+A1:2017:

- die Anzahl der Schienenprofile wurde geändert: 24 anstelle von 23;
- Einführung einer neuen Stahlsorte: R335V;
- die Mindestprägetiefe wird von 0,5 mm auf 0,4 mm reduziert;
- 60E2 kann ebenso wie 60E1 für die Eignungsprüfungen verwendet werden;
- die Vorhersagegleichung wird von den Eignungsprüfungen auf die Abnahmeprüfungen übertragen;
- Unterdrückung von 02 als ein zu kontrollierendes und zu messendes Element;
- die Prüfbedingungen für die Brinell-Härte wurden geändert;
- neuer Wert für die Fußspitzendicke;
- die Verweisungen auf den Schienenübergang wurden entfernt;
- ein neuer normativer Anhang „Mindestanforderungen für die Einführung einer neuen Schienenstahlsorte in EN 13674-1“ wurde eingeführt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone an CEN ausgearbeitet und von der Europäischen Freihandelsassoziation an CEN vergeben und unterstützt wesentliche Anforderungen der EU-Richtlinie(n) / Verordnung(en).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n)/Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Diese Einleitung gibt eine Erläuterung des Konzepts und der Überlegungen, die der Erstellung dieser Norm zugrunde lagen.

Dieser Teil der EN 13674 ist — wo immer möglich — anwendungsbezogen. Er nimmt Bezug auf die Europäische Qualitätsmanagement-Norm EN ISO 9001 und fordert die Hersteller auf, den neuesten Stand der Technik anzubieten, um beständig den wachsenden Qualitätsansprüchen an das verlangte Erzeugnis zu entsprechen.

Dieser Teil der EN 13674 gliedert sich in zwei Hauptabschnitte:

- 1) Qualifizierungsprüfungen;
- 2) Abnahmeprüfungen.

Mit den Qualifizierungsprüfungen werden Leistungsanforderungen in die Norm aufgenommen. Sie beinhalten auch typische Ergebnisse entsprechender Abnahmeprüfungen.

Die Abnahmeprüfungen wurden entwickelt, um jene Eigenschaften der Schienenstähle und Schienen zu überwachen, die für die Herstellung von Schienen hoher Qualität von Bedeutung sind und die den Anforderungen der Eisenbahnbetreiber entsprechen.

Um die Lieferung von Schienen hoher Qualität zu sichern, wurden für die Produktionsverfahren einige Einschränkungen festgelegt.

Diese Norm ersetzt andere durch den Anwendungsbereich betroffene Normen und gilt für alle Beschaffungen, die unter die Europäische Beschaffungsrichtlinie (93/38/EWG vom 14. Juli 1993) fallen. Zusätzlich wurde von CEN verlangt, dass eine anwendungsbezogene Norm — soweit möglich — Sicherheitsaspekte berücksichtigt und gleichzeitig moderne Produktionstechnik und die Anforderungen von Hochgeschwindigkeitszügen in Betracht zieht. Im Hinblick auf die Richtlinie wird anerkannt, dass es einige Möglichkeiten gibt (und aufgrund von Sicherheitserwägungen geben muss), in Abstimmung zwischen Anwender und Hersteller von der Norm abzuweichen.

Da viele Schienenhersteller bisher noch keine Abnahmeprüfungen durchgeführt haben, bietet diese Norm für alle Hersteller eine Möglichkeit, ihre Konformität mit der Norm anhand einer Reihe qualifizierender Prüfkriterien zum Zeitpunkt der Anfrage nachzuweisen. Die Qualifizierungsprüfungen umfassen alle üblichen Abnahmeprüfungen und zusätzlich neue typbezogene Sonderprüfungen, z. B. auf Bruchzähigkeit, Dauerschwingfestigkeit und Eigenspannung. Um dem Anwender die erforderliche Vertrauensbasis zu liefern, basieren die Grenzwerte für die Abnahme auf Ergebnissen von Schienenprüfungen, die erfolgreich für anspruchsvolle Anwendungsfälle des Gleisbaus durchgeführt werden.

Die Norm beinhaltet Qualitätsmanagements- und Inspektionsabstimmungen als Teil der Qualitätssicherung (Erzeugnisintegrität).

Damit die Qualitätsmanagementsysteme aller Hersteller übereinstimmen und dem Anwender eine Übereinstimmung der erforderlichen Produktqualität dieser sicherheitsrelevanten Gleiskomponente am besten sichergestellt werden kann, wird mit dieser Schienennorm ein Qualitätsmanagementsystem mindestens nach EN ISO 9001 empfohlen. Die Einfügung dieser Empfehlung vermindert auch die Notwendigkeit, detaillierte Angaben über Verfahren und Kalibrierung, beispielsweise für die übliche Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und das Erfordernis, umfangreichere Prüfungen zu definieren.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Festlegungen für Vignolschienen mit einer längenbezogenen Masse ab 46 kg/m für konventionelle und Hochgeschwindigkeitsstrecken im Eisenbahnwesen.

Es sind perlitische Stahlsorten in einem Härtebereich zwischen 200 HBW und 440 HBW festgelegt. Die Schienen sind entweder nicht wärmebehandelt und bestehen aus unlegiertem Stahl bzw. legiertem Stahl oder sind wärmebehandelt und bestehen aus unlegiertem Stahl bzw. legiertem Stahl.

In dieser Norm sind 24 Schienenprofile festgelegt.

Zwei Geradheitsklassen sind festgelegt, die sich hinsichtlich der Anforderungen an die Geradheit, die Fahrflächenebenheit und das Kopfprofil unterscheiden. Für die Profiltoleranzen sind zwei Klassen festgelegt.

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 10163-1:2004, *Lieferbedingungen für die Oberflächenbeschaffenheit von warmgewalzten Stahlerzeugnissen (Blech, Breitflachstahl und Profile) — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

CEN/TR 10261:2018, *Eisen und Stahl — Übersicht über verfügbare Verfahren der chemischen Analyse*

EN ISO 6506-1:2014, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2014)*

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2009)*

EN ISO 14284:2022, *Stahl und Eisen — Entnahme und Vorbereitung von Proben für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung (ISO 14284:2022)*

EN ISO 80000-1:2022, *Größen und Einheiten - Teil 1: Allgemeines (ISO 80000-1:2022)*

ISO 1099:2017, *Metallic materials — Fatigue testing — Axial force-controlled method*

ISO 4968:2022, *Steel — Macrographic examination by sulfur print (Baumann method)*

ISO 12108:2018, *Metallic materials — Fatigue testing — Fatigue crack growth method*

ASTM E399-22, *Standard test method for linear-elastic plane-strain fracture toughness K_{Ic} of metallic materials*

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 Vorblick

bezieht sich auf ein durch eine Stranggussanlage hergestelltes Halbzeug mit quadratischem, rechteckigem oder rundem Querschnitt

3.2 Schmelze

flüssige Stahlschmelze, die aus einem Konverter oder Lichtbogenofen abgestochen wurde und nach dem Stranggießen eine der Schmelzenmasse und der Ausdehnung der Mischzone entsprechende gegebene Anzahl von Blöcken umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Beim Sequenzgießen sollten die Blöcke, die aus der Mischzone stammen, klar definiert sein.

3.3 Sequenz

Beliebige Anzahl von Schmelzen derselben Stahlsorte, die mit einem neuen oder reparierten Verteiler im Strang vergossen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist zulässig, im Parallelbetrieb zu vergießen.

3.4 wärmebehandelte Schiene

Schiene, die die Gefügeumwandlung mit beschleunigter Abkühlung von Austenitisierungstemperatur durchlaufen hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wärmebehandlung kann direkt nach dem Walzen oder nach einem weiteren Erwärmungsprozess durchgeführt werden, um die Austenitisierungstemperatur zu erreichen.

3.5 Walzprozess

Prozess, der mit der Entnahme der Vorblöcke aus dem Anwärmofen beginnt und mit dem letzten Stich endet

3.6 isothermisches Glühverfahren

Verfahren, bei dem Vorblöcke für einen Zeitraum bei einer erhöhten Temperatur gehalten werden, um den Wasserstoffanteil zu vermindern

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Erzielung maximaler Effizienz sollte die Temperatur so nah wie möglich bei (doch unterhalb) der Austenit- Perlit-Umwandlungstemperatur liegen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieses Verfahren wird manchmal als subkritisches Diffusionsglühen bezeichnet.

3.7 Qualifizierungsprüfungen

spezielle Prüfungen und Kriterien, die für einige Aspekte des Schieneneinsatzes von Bedeutung sind.

Anmerkung 1 zum Begriff: Abnahmeprüfungen bilden ebenfalls einen Teil der Qualifizierungsprüfungen.

3.8

Abnahmeprüfungen

Prüfungen, die als Teil des Prozess- und Produktüberwachungssystems — normalerweise auf Schmelz-, Sequenz- oder Tonnagebasis — durchgeführt werden

3.9

Schienenlauffläche

gekrümmte Oberfläche des Schienenkopfes. Fläche zwischen beiden Fahrkanten (Übergangspunkt von der Schienenkopfflanke zum 1. Kopfradius)

3.10

Maßeinheiten

zur Feststellung der Konformität mit der Spezifikation werden die Zahlenwerte nach den in EN ISO 80000-1:2022 festgelegten Regeln gerundet

4 Bestellangaben

Der Besteller muss dem Lieferer bei der Anfrage und der Bestellung die folgenden Angaben machen:

- a) Schienenprofil (siehe Anhang A);
- b) Stahlsorte (siehe Abschnitt 5);
- c) Profilkategorie X oder Y (siehe 9.2.1);
- d) Geradheitsklasse A oder B von Schienen nach den Festlegungen in 9.2.2;
- e) Schienenlänge (siehe Tabelle 9);
- f) Ausführung der Schienenenden mit oder ohne Bohrungen zur Aufnahme der Laschenbolzen und, soweit erforderlich, Lage und Maße der Bohrungen (siehe 9.2.3);
- g) besondere Behandlungen, der die Bolzenbohrungen zu unterziehen sind und die entsprechenden Grenzabmaße (siehe 9.2.3);
- h) Kaltstempeln auf der Schnittfläche (siehe 7.4.3);
- i) Angaben zur Farbkennzeichnung (siehe 7.4.4).

5 Stahlsorten

Die Stahlsorten sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Härtebereiche für die Stahlsorten müssen den Anforderungen in Tabelle 1 entsprechen.

Die Stahlbezeichnungen und Werkstoffnummern nach Tabelle 1 wurden nach EN 10027-1 und EN 10027-2 angegeben.

Für die Aufnahme einer neuen Stahlsorte in dieses Dokument muss der Lieferant die Anforderungen von Anhang G Mindestanforderungen für die Einführung einer neuen Schienenstahlsorte in EN 13674-1 erfüllen.

Tabelle 1 — Stahlsorten

Stahlsorte ^a		Härtebereich (HBW)	Beschreibung	Art der Walzzeichen
Bezeichnung	Werkstoff- nummer			
R200	1.0521	200 bis 240	Unlegiert Nicht wärmebehandelt	Ohne Walzzeichen
R220	1.0524	220 bis 260	Unlegiert Nicht wärmebehandelt	-----
R260	1.0623	260 bis 300	Unlegiert Nicht wärmebehandelt	--- -----
R260Mn	1.0624	260 bis 300	Unlegiert Mn Nicht wärmebehandelt	----- -----
R320Cr	1.0915	320 bis 360	Legiert (Cr, Si) Nicht wärmebehandelt	----- ----- -----
R335V	1.0639	335-375	Legiert (V, Si) Nicht wärmebehandelt	----- ----- -----
R350HT	1.0631	350 bis 390 ^b	Unlegiert Wärmebehandelt	--- ----- -----
R350LHT	1.0632	350 bis 390 ^b	Unlegiert Wärmebehandelt	--- ----- ----- ---
R370CrHT	1.0992	370 bis 410	Legiert (Cr) Wärmebehandelt	--- ----- ----- -----
R400HT	1.1254	400 bis 440	Unlegiert Wärmebehandelt	----- ----- -----

^a Siehe Tabellen 5 a) und 5 b) zur chemischen Zusammensetzung bzw. zu den mechanischen Eigenschaften.
^b Siehe Tabelle 6 zu den Anforderungen an die Härte.

6 Profilzeichnungen/-eigenschaften/-masse

Die Profilzeichnungen, ihre Maße, Eigenschaften und längenbezogene Masse sind in Anhang A aufgeführt. Für die Grenzabmaße bestimmter Maße sind die Festlegungen in Tabelle 7 einzuhalten. Alle anderen Angaben dienen nur der Information.

ANMERKUNG Die Werte der längenbezogenen Masse basieren auf einer Dichte des Stahls von 7,85 kg/dm³.

7 Herstellung

7.1 Erzeugnisintegrität

Die Vignolschienen müssen unter Überwachung durch ein umfassendes System der werkseigenen Produktionskontrolle hergestellt werden, um Vertrauen in die Konformität des Fertigerzeugnisses sicherzustellen. Dieses System muss Bezug auf diese Europäische Norm nehmen, um zu sichern, dass die Fertigerzeugnisse dauerhaft den Anforderungen entsprechen und damit die Erzeugnisintegrität erreichen, die notwendig ist, um die Sicherheit der Erzeugnisse für den Gleisbau sicherzustellen.

Der Hersteller muss anhand dokumentierter Unterlagen die fortlaufende Übereinstimmung mit dem erforderlichen System der werkseigenen Produktionskontrolle nachweisen.

ANMERKUNG Hersteller, die über ein System der werkseigenen Produktionskontrolle verfügen, das die Anforderungen der EN ISO 9001 erfüllt, werden als in Übereinstimmung mit den Mindestanforderungen nach den Festlegungen dieses Abschnitts stehend betrachtet.

7.2 Vorblöcke

Für die Schienenherstellung sind Vorblöcke aus Sauerstoffkonverterstahl oder Lichtbogenstahl, der einer Sekundärbehandlung in einem Pfannen-Lichtbogenofen unterzogen, vakuumentgast und im Strang vergossen wurde, zu verwenden.

7.3 Schienen

7.3.1 Der Hersteller muss ein Verfahren anwenden, das während des Herstellungsprozesses eine effektive Entzunderung sicherstellt.

7.3.2 Der Schienenquerschnitt darf höchstens ein Neuntel des Querschnitts des Blockes betragen, aus dem die Schiene gewalzt wurde.

7.3.3 Das Richten der Schiene muss in einem zweistufigen Rollenrichtverfahren erfolgen, bei dem die Schiene über ihre x-x- und y-y-Achse, entsprechend der Definition in den Schienenprofilen in Anhang A, gerichtet wird. Abweichungen an den Schienenenden oder lokale Abweichungen dürfen unter einer Presse korrigiert werden.

ANMERKUNG Andere verbindliche Verfahren werden in den entsprechenden Abschnitten dieser Norm beschrieben.

7.4 Kennzeichnung

7.4.1 Walzzeichen

Die Walzzeichen sind erhaben auf einer Schienenseite in Stegmitte (siehe Anhang A) im Abstand von höchstens 4 m aufzuwalzen. Die Walzzeichen müssen auf den Schienen klar lesbar sein und eine Schrifthöhe von 20 mm bis 25 mm haben und 0,6 mm bis 1,3 mm erhaben sein.

Das für die Stahlsorte angegebene Walzzeichen muss eine Länge von 50 mm für die lange Kennzeichnungslinie und von 25 mm für die kurze Kennzeichnungslinie aufweisen.

Das Walzzeichen muss folgende Angaben enthalten:

- a) Kennzeichen des Herstellerwerkes;
- b) Stahlsorte nach Tabelle 1;
- c) die letzten beiden Ziffern des Herstellungsjahres;
- d) Bezeichnung des Schienenprofils nach Anhang A.

BEISPIELE

Walzwerk _____ 07 60 E 1
(Profil 60E1, gewalzt 2007, unlegierter Stahl R260)

Walzwerk _____ 07 60 E 1
(Profil 60E1, gewalzt 2007, wärmebehandelter unlegierter Stahl R350HT)

ANMERKUNG Die Reihenfolge der Walzzeichen wird dem Hersteller überlassen.

7.4.2 Warmstempeln

Zusätzlich zur Kennzeichnung mittels Walzzeichen nach 7.4.1 muss jede Schiene anhand eines numerischen und/oder alphabetischen Codes, der durch maschinelles Stempeln auf der dem Walzzeichen gegenüberliegenden Seite des Steges fortlaufend im Abstand von höchstens 10 m einzuprägen ist, identifizierbar sein.

Die verwendeten Zahlen und Buchstaben müssen klar lesbar und 16 mm hoch sein. Die eingestempelten Zeichen müssen flach oder abgerundet (1 mm bis 1,5 mm breit) und auf jeder Seite abgeschrägt sein. Die Zahlen und Buchstaben müssen eine Neigung von 10° zur Senkrechten und abgerundete Ecken haben. Die Kennzeichnung muss in Stegmitte 0,4 mm bis 1,5 mm tief eingeprägt sein. Das Schriftbild muss das in Bild 1 dargestellte Aussehen haben.

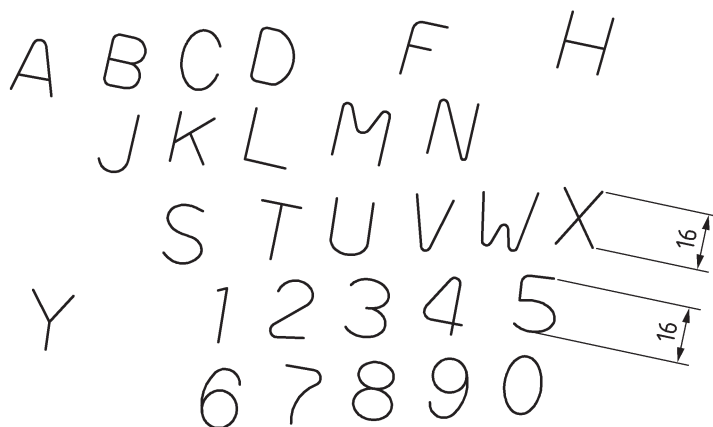


Bild 1 — Form und Größe der Buchstaben und Zahlen mit 10°-Neigung für die Schienenstempelung

Das angewendete Identifizierungssystem muss im Prägezeichen folgende Angaben erkennen lassen:

- a) die Schmelzenummer, aus der die Schiene gewalzt wurde;
- b) die Nummer des Stranges und die Lage des Vorblocks innerhalb des Stranges;
- c) die Lage der Schiene im jeweiligen Vorblock (A, B ... Y).

Wurde die identifizierende Kennzeichnung entfernt oder weggelassen oder ist sie änderungsbedürftig, ist zur Reidentifizierung eine entsprechende Kennzeichnung durch Einfräsen oder durch eine mit dem Kunden zu vereinbarende Methode anzubringen.

ANMERKUNG 1 Es ist möglich, dass an einer Schiene verschiedene Positionshinweise zum Vorblock (A, B,...Y) entlang seiner Längsrichtung aufgeprägt sind.

ANMERKUNG 2 Nachfolgendes Zerteilen der Schiene kann zur Folge haben, dass mehr als eine Schiene dieselbe Identität besitzt.

7.4.3 Kaltstempeln

Das Kaltstempeln darf nur auf der Schnittfläche der Schiene innerhalb des zentralen Teils des Kopfes angewendet werden. Eine Kaltstempelung an einer anderen Stelle muss mit dem Besteller vereinbart werden.

7.4.4 Sonstige Kennzeichnung

Der Besteller muss bei der Anfrage oder Bestellung, die Farbe bzw. andere Spezialanforderungen und die Position des Anstriches auf der Schiene festlegen.

8 Qualifizierungsprüfungen

8.1 Verfahren

8.1.1 Der Hersteller muss alle angewendeten Verfahren der langsamen Abkühlung oder isothermischen Behandlung beschreiben und Übereinstimmung mit den Anforderungen von 9.1.3.2 nachweisen.

8.1.2 Alle Qualifizierungsprüfungen nach den Festlegungen in 8.2 bis 8.8 sind mindestens einmal in fünf Jahre sowie nach jeder wesentlichen Änderung des Produktionsprozesses für alle Stahlsorten.

Der Hersteller hat die Prüfung nur am Profil 60E1/60E2 oder an dem schwersten von ihm hergestellten Profil durchzuführen.

Die gelieferten Schienenstähle und -profile müssen die Qualifizierungskriterien nach 8.2 bis 8.8 erfüllen.

Die Ergebnisse für die zu liefernden Sorten müssen zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe vorgelegt werden.

Hat ein Hersteller den in der Anfrage genannten Schienenstahl bisher nicht hergestellt, so darf er die entsprechenden Prüfungen an dem ersten verfügbaren Los durchführen. Die Erfüllung dieser Norm gilt als nachgewiesen, wenn die Qualifizierungskriterien erfüllt wurden. Der Hersteller gilt dann als qualifiziert.

8.1.3 Den fertig gerichteten Schienen sind Probenabschnitte nach 8.1.4 und 8.1.5 zu entnehmen. Diese Probenabschnitte dürfen keiner weiteren mechanischen oder thermischen Behandlung, mit Ausnahme der Alterungsbehandlung von Zugproben nach 9.1.9.2, unterzogen werden.

8.1.4 Die Proben zur Ermittlung der Risszähigkeit, der Risswachstumsgeschwindigkeit und für Dauerschwingversuche (siehe 8.2, 8.3 und 8.4) sind aus drei Probeschienen, im Abstand von mindestens 3 m vom Schienenende, zu entnehmen. Die Probeschienen müssen von unterschiedlichen Schmelzen und Strängen stammen.

8.1.5 Die Eigenspannungsuntersuchungen (siehe 8.5) sind an sechs Probeschienen durchzuführen. Die Proben sind mindestens 3 m vom jeweiligen Schienenende entfernt zu entnehmen. Die Probeschienen müssen von mindestens 3 unterschiedlichen Schmelzen stammen.

8.1.6 Alle Prüfungen sollten von einem Laboratorium durchgeführt werden, das ein bestätigtes und zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem betreibt, das mindestens Gleichwertigkeit mit den Anforderungen nach EN ISO 9001 erreicht.

8.1.7 Der Besteller muss Zugang zu allen die Prüfung betreffenden Aufzeichnungen, Einstellungen und Berechnungen erhalten, soweit diese für die Endergebnisse von Bedeutung sind.

8.1.8 Alle Prüfergebnisse sind dem Besteller mitzuteilen.

8.2 Risszähigkeit (K_{Ic})

8.2.1 Proben und Prüfverfahren

Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit Anhang B durchzuführen.

8.2.2 Qualifizierungskriterien

Die K_{Ic} -Werte müssen den Anforderungen in Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2 — Mindestanforderungen für K_{Ic} -Einzelwerte und -Mittelwerte

Stahlsorte	min. K_{Ic}-Einzelwert (MPa m^{1/2})	min. K_{Ic}-Mittelwert (MPa m^{1/2})
R200 und R220	30	35
R260 und R260Mn	26	29
R320Cr	24	26
R355V	26	29
R350HT	30	32
R350LHT, R370CrHT, R400HT	26	29

ANMERKUNG In bestimmten Fällen (siehe B.6) können für die Qualifizierung K_Q^* -Werte verwendet werden.

8.3 Beurteilung der Risswachstumsgeschwindigkeit

8.3.1 Prüfverfahren

Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit den allgemeinen Anforderungen von ISO 12108 durchzuführen.

8.3.2 Proben

Es sind gekerbte 3-Punkt-Biegeproben, deren Maße und Lage in der Schiene in Bild 2 dargestellt sind, zu verwenden.

8.3.3 Anzahl der Prüfungen und Prüfbedingungen

An jeder Probeschiene sind mindestens drei Prüfungen unter folgenden Bedingungen durchzuführen:

- die Prüftemperatur muss zwischen +15 °C und +25 °C liegen;
- $R = 0,5$ (R : Unterspannung/Oberspannung);
- die Spannweite der 3-Punkt-Biegeprobe muss 4 W betragen (siehe Bild 2);
- die Schwingfrequenz muss zwischen 15 Hz und 40 Hz liegen;
- Prüfatmosphäre: Laboratmosphäre.

8.3.4 Qualifizierungskriterium

Die Risswachstumsgeschwindigkeit ($\text{m}/10^9$ Lastspiele) darf die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 3 — Risswachstumsgeschwindigkeit

Stahlsorten	$\Delta K = 10 \text{ MPa m}^{1/2}$	$\Delta K = 13,5 \text{ MPa m}^{1/2}$
alle Sorten	17 $\text{m}/10^9$ Lastspiele	55 $\text{m}/10^9$ Lastspiele

8.4 Dauerschwingversuch

8.4.1 Prüfverfahren

Dauerschwingversuche mit konstanter Amplitude sind in Übereinstimmung mit ISO 1099:2017 oder ISO 12106 durchzuführen.

Bei Prüfungen nach ISO 1099:2017 sind mindestens 50 dehnungskontrollierte Ermüdungszyklen aufzubringen, um die zur Erzielung der geforderten Dehnung erforderliche Last zu bestimmen.

8.4.2 Proben

Die Proben sind der Probeschiene nach Bild 3 zu entnehmen.

8.4.3 Anzahl der Prüfungen und Prüfbedingungen

Je Probeschiene sind mindestens drei Proben unter folgenden Bedingungen zu prüfen:

- die Prüftemperatur muss zwischen $+15^\circ\text{C}$ und $+25^\circ\text{C}$ liegen;
- als steuernde Variable ist die axiale Spannungsamplitude zu verwenden;
- der Versuch ist bei Biegewechselbeanspruchung mit einer Mittelspannung von 0 durchzuführen.

Es ist ein Spannungsverhältnis von $R=-1$ anzuwenden.

8.4.4 Qualifizierungskriterium

Für eine Gesamtdehnamplitude von 0,001 35 muss die Lebensdauer jeder Probe mehr als 5×10^6 Lastspiele erreichen.

ANMERKUNG Als Lebensdauer ist die Lastspielzahl bis zum vollständigen Bruch der Probe definiert.

8.5 Eigenspannungen im Schienenfuß

8.5.1 Prüfverfahren

Die Eigenspannungen im Schienenfuß sind in Übereinstimmung mit Anhang C zu bestimmen.

8.5.2 Proben

Jede der 6 Proben muss 1,00 -0/+0,10 m lang und nach 8.1.3 und 8.1.5 aus der Schiene entnommen sein.

ANMERKUNG Bei der Messung der Eigenspannungen wird nur ein kleiner Teil der Probe zerstört; der Rest kann für die anderen qualifizierenden Abnahmeprüfungen verwendet werden.

8.5.3 Messungen

Eigenspannungsuntersuchungen in Längsrichtung sind am Schienenfuß an jeder der sechs in 8.5.2 beschriebenen Proben durchzuführen. Der Ort der Messungen ist in Bild C.1 angegeben.

Sind Werte für Schienen der Klasse A verfügbar, so brauchen Schienen der Klasse B des gleichen Profils nicht geprüft zu werden.

8.5.4 Qualifizierungskriterium

Die Eigenspannungen im Schienenfuß dürfen in Längsrichtung für alle Stahlsorten höchstens +250 MPa (Zugspannungen) betragen.

8.6 Wärmebehandelte Schienen

Dieser Abschnitt gilt nur für wärmebehandelte Schienen.

Der längsten vom Lieferer produzierten Schiene sind 1 m lange Abschnitte an beiden Schienenenden und in Intervallen von jeweils 20 m an einem Schienenende zu entnehmen. Diese Abschnitte sind dann einer Härteprüfung (HBW) nach EN ISO 6506-1:2014 über die Länge im Abstand von jeweils 25 mm auf der Mittellinie der Lauffläche zu unterziehen, nachdem 0,5 mm abgeschliffen wurden. Die Ergebnisse der Härteprüfung dürfen um nicht mehr als ± 15 HBW um den Mittelwert schwanken.

8.7 Seigerungen

Von Proben des gesamten Schienenquerschnitts sind Schwefelabdrücke nach ISO 4968:2022 anzufertigen. Bei mindestens drei Schmelzen muss je Strang eine Probe ab Gießbeginn dieser Schmelzen, aber mit Ausnahme der Mischzone genommen werden.

Die Probeschienen sind anhand der Bilder in Anhang D zu beurteilen und einzuteilen. Damit das Verfahren als qualifiziert betrachtet werden kann, müssen alle Proben als zulässig eingestuft werden.

8.8 Sonstige Qualifizierungsanforderungen

Zusätzlich zu den Prüfungen, die in 8.2 bis 8.8 beschrieben sind, muss der Hersteller einen vollständigen Satz von Ergebnissen für die in 9.1 beschriebenen Abnahmeprüfungen vorlegen. Die Probenabschnitte für diese Proben sind den Schienen zu entnehmen, die für die Qualifizierungsprüfungen nach 8.1.3 verwendet werden.

9 Abnahmeprüfungen

9.1 Laborprüfungen

9.1.1 Allgemeines

Laborprüfungen sind während der Produktion mit der in Tabelle 4 angegebenen Häufigkeit durchzuführen. Die Ergebnisse der Laborprüfungen müssen die in Tabelle 5 angegebenen Grenzwerte erfüllen. Zusätzliche Daten und andere Abnahmeprüfungen, die nicht in Tabelle 5 aufgeführt sind, müssen die Anforderungen in 9.1.3 bis 9.1.9 erfüllen. Alle Schienen müssen den Anforderungen nach Abschnitt 9 entsprechen.

9.1.2 Proben und Vorbereitung der Proben

Die Probenentnahme und Vorbereitung für die chemische Analyse muss in Übereinstimmung mit EN ISO 14284, mit der Ausnahme der nach 9.1.3 beschriebenen Festlegungen, durchgeführt werden.

Die Probenentnahme und Vorbereitungen für andere Prüfungen sind nach 9.1.4 bis 9.1.9 zu erfolgen.

9.1.3 Chemische Zusammensetzung

9.1.3.1 Allgemeines

Die Schmelzenanalyse ist für jede Schmelze zu bestimmen. Die Stückanalyse ist an der Stelle durchzuführen, an der die Proben für den Zugversuch entnommen werden. Für Schmelzenanalyse und Stückanalyse gelten die entsprechenden Anforderungen in den Tabellen 5 a) und 5 b).

Der Hersteller darf für die Stückanalyse das angemessene physikalische oder chemische Prüfverfahren bestimmen. Im Streitfall ist das Verfahren nach gültigen Europäischen Normen zu vereinbaren. Diese sind in CEN/TR 10261 angegeben.

Tabelle 4 — Prüfumfang

Prüfung (auf)	Entsprechender Unterabschnitt	Stahlsorten	
		R200, R220, R260, R260Mn, R320Cr, R335V	R350HT, R350LHT, R370CrHT, R400HT
Schmelzenanalyse	9.1.3	eine Prüfung je Schmelze	eine Prüfung je Schmelze
Wasserstoff	9.1.3.2	eine Prüfung je Schmelze (2/Schmelze von der ersten Schmelze einer Sequenz)	eine Prüfung je Schmelze (2/Schmelze von der ersten Schmelze einer Sequenz)
Mikrogefüge	9.1.4	nicht erforderlich für die Sorten R200, R220 und R260; eine Prüfung je 1 000 t oder Teile davon für die Sorten R260Mn, 320Cr und R335V	eine Prüfung je 100 t bei Wärmebehandlung aus der Walzhitze ^{a,c}
Entkohlung	9.1.5	eine Prüfung je 1 000 t oder Teile davon ^{a, b}	eine Prüfung je 500 t bei Wiedererwärmung für die Wärmebehandlung oder Wärmebehandlung aus der Walzhitze ^{a,c}
Reinheitsgrad (Oxide)	9.1.6	eine Prüfung je Sequenz ^b	eine Prüfung je Sequenz ^b oder ^c
Schwefelabdruck	9.1.7	eine Prüfung je 500 t oder Teile davon ^{a, b}	eine Prüfung je 500 t oder Teile davon ^{a,b} oder ^c
Härte	9.1.8	eine Prüfung je Schmelze ^{a,b}	eine Prüfung je 100 t bei Wärmebehandlung aus der Walzhitze ^{a,c}
Zugversuch	8.7 und 9.1.9	eine Berechnung je Schmelze und eine Prüfung je 2 000 t ^{a, b, d}	eine Prüfung je 1 000 t ^{a,c}
^a Statistische Probenahme, aber nur von Vorblöcken außerhalb der Mischzone zwischen aufeinander folgenden Schmelzen bei Sequenzguss. ^b Die Probenabschnitte sind nach dem Walzen abzutrennen. ^c Die Probenabschnitte sind von wärmebehandelten Schienen abzutrennen. ^d Eine Prüfung je Schmelze, sofern keine Gleichung zur Vorhersage entwickelt wurde.			

Tabelle 5a) — Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften

Stahlsorte		Massenanteile in %									max. Massenanteile in 10–4 % (ppm)	Zug- festig- keit R _m min.	Bruch- dehnung A min.	Härte auf der Fahrfläc- he (Mittel- linie) ^b
Bezeich- nung	Probe	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Al max.	V max.	N max.	H ^a	MPa	%	HBW
R200	Schmelze	0,40 bis 0,60	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,035	0,035	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	3,0			
	Stück	0,38 bis 0,62	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,040	0,040	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	3,0	680	14	200 bis 240
R220	Schmelze	0,50 bis 0,60	0,20 bis 0,60	1,00 bis 1,25	0,025	0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	3,0			
	Stück	0,48 bis 0,62	0,18 bis 0,62	0,95 bis 1,30	0,030	0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	3,0	770	12	220 bis 260
R260	Schmelze	0,62 bis 0,80	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,025	0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	2,5			
	Stück	0,60 bis 0,82	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,030	0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	2,5	880	10	260 bis 300
R260Mn	Schmelze	0,55 bis 0,75	0,15 bis 0,60	1,30 bis 1,70	0,025	0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	2,5			
	Stück	0,53 bis 0,77	0,13 bis 0,62	1,25 bis 1,75	0,030	0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	2,5	880	10	260 bis 300
R320Cr	Schmelze	0,60 bis 0,80	0,50 bis 1,10	0,80 bis 1,20	0,020	0,025	0,80 bis 1,20	0,004	0,18	0,009	2,5			
	Stück	0,58 bis 0,82	0,48 bis 1,12	0,75 bis 1,25	0,025	0,030	0,75 bis 1,25	0,004	0,20	0,010	2,5	1 080	9	320 bis 360
R335V	Schmelze	0,88 bis 0,95	0,77 bis 0,95	0,80 bis 0,95	0,025	0,020	< 0,10	0,004	0,05 bis 0,14	0,007	2,5			
	Stück	0,86 bis 0,97	0,75 bis 0,97	0,75 bis 1,00	0,030	0,025	< 0,10	0,004	0,05 bis 0,14	0,008	2,5	1150	8	335 bis 375
R350HT	Schmelze	0,72 bis 0,80	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,020	0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	2,5			

Stahlsorte		Massenanteile in %									max. Massenanteile in 10–4 % (ppm)	Zug- festig- keit R _m min.	Bruch- dehnung A min.	Härte auf der Fahrfläc- he (Mittel- linie) ^b
Bezeich- nung	Probe	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Al max.	V max.	N max.	H ^a	MPa	%	HBW
	Stück	0,70 bis 0,82	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,025	0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	2,5	1 175	9	350 bis 390
R350LHT	Schmelze	0,72 bis 0,80	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,020	0,025	0,15 bis 0,30	0,004	0,030	0,009	2,5			
	Stück	0,70 bis 0,82	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,025	0,030	≤ 0,30	0,004	0,030	0,010	2,5	1 175	9	350 bis 390
R370CrHT	Schmelze	0,70 bis 0,82	0,40 bis 1,00	0,70 bis 1,10	0,020	0,020	0,40 bis 0,60	0,004	0,030	0,009	1,5			
	Stück	0,68 bis 0,84	0,38 bis 1,02	0,65 bis 1,15	0,025	0,025	0,35 bis 0,65	0,004	0,030	0,010	1,5	1 280	9	370 bis 410
R400HT	Schmelze	0,90 bis 1,05	0,20 bis 0,60	1,00 bis 1,30	0,020	0,020	≤ 0,30	0,004	0,030	0,009	1,5			
	Stück	0,88 bis 1,07	0,18 bis 0,62	0,95 bis 1,35	0,025	0,025	≤ 0,30	0,004	0,030	0,010	1,5	1 280	9	400 bis 440
^a Siehe 9.1.3.2. ^b Siehe Bild 7.														

Tabelle 5b) — Maximale Massenanteile an Begleitelementen in %

	Mo	Ni	Cu	Sn	Sb	Ti	Nb	Cu + 10 Sn	Sonstige
R200, R220, R260, R260Mn	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,01	0,35	0,35 (Cr + Mo + Ni + Cu + V)
R320Cr, R335V	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,01	0,35	0,16 (Ni + Cu)
R350HT	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,04	0,35	0,25 (Cr + Mo + Ni + Cu + V)
R350LHT, R370CrHT, R400HT	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,04	0,35	0,20 (Mo + Ni + Cu + V)

9.1.3.2 Wasserstoff

Der Wasserstoffanteil im Flüssigstahl ist durch Bestimmung des Wasserstoffdrucks im Stahl unter Anwendung eines Online-Tauchsondensystems zu bestimmen.

Der ersten Schmelze einer Sequenz, die über einen neuen Verteiler vergossen wird, sind mindestens zwei Proben, den restlichen Schmelzen ist jeweils eine Probe für die Bestimmung des Wasserstoffanteils (siehe Tabelle 4) zu entnehmen. Die erste Probe von der ersten Schmelze einer Sequenz muss dem Verteiler zum Zeitpunkt der höchsten Wasserstoffkonzentration entnommen werden.

Die ermittelten Wasserstoffanteile der Schmelzen müssen den Werten nach Tabelle 5 a) entsprechen.

Entsprechen die Werte des Wasserstoffanteils der ersten Proben einer Schmelze oder der Probe einer zweiten oder weiteren Schmelze nicht den Anforderungen nach Tabelle 5 a), müssen alle vor dem Zeitpunkt der Probenahme vergossenen Vorblöcke langsam abgekühlt oder isothermisch behandelt werden. Außerdem müssen auch alle Blöcke, die vergossen wurden, bevor der Wasserstoffanteil wieder den Anforderungen nach Tabelle 5 a) entspricht, langsam abgekühlt oder isothermisch behandelt werden. Ebenso sind alle betroffenen Blöcke als Schienen zu überprüfen oder der Hersteller hat anhand eines gültigen Berechnungsmodells die Wasserstoffdiffusion in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur nachzuweisen. Im Streitfall muss der Wasserstoffanteil in der Schiene geprüft werden.

Wenn eine Prüfung der Schienen erforderlich ist, muss an der Warmsäge ein Probenabschnitt je Schmelze als Stichprobe genommen werden. Bei der ersten Schmelze einer Sequenz müssen aber die Probenabschnitte vom Ende des ersten Vorblocks der einzelnen Gießstränge stammen. Die Wasserstoffbestimmung ist an Proben durchzuführen, die aus der Mitte des Schienenkopfes stammen.

Erfüllt ein Ergebnis nicht die in Tabelle 5 a) festgelegten Anforderungen, ist die gesamte Schmelze zurückzuweisen.

9.1.4 Mikrogefüge

9.1.4.1 Allgemeines

Das Mikrogefüge ist bei 500facher Vergrößerung zu prüfen.

Die Einhaltung der Festlegungen für das Mikrogefüge ist für die Stahlsorten R260Mn, R320Cr, R335V und die wärmebehandelten Schienen in Übereinstimmung mit den Anforderungen von Tabelle 4 nachzuweisen.

Für die Prüfposition im Schienenkopf gelten die Festlegungen in Bild 4.

9.1.4.2 Stahlsorten R260Mn, R320Cr, R335V, R350HT, R350LHT, R370CrHT and R400HT

Es muss ein Mikrogefüge, bestehend aus Perlit, vorliegen. Martensit, Bainit oder Korngrenzenzementit sind nicht zugelassen. Bei der Stahlsorte R260Mn ist Korngrenzenferrit zugelassen. Das Ätzmittel Nital wird für die Bewertung von Ferrit, Martensit und Bainit verwendet, das Ätzmittel Pikrat für die Beurteilung von Korngrenzenzementit.

9.1.5 Entkohlung

Die Entkohlungstiefe wird mittels Härteprüfung mit dem in Tabelle 4 angegebenen Prüfumfang bestimmt. Nach einer Mindestvorbereitung der Schienenoberfläche, ohne mehr als 0,2 mm Material von der Oberfläche abzutragen, wird eine Härteprüfung nach dem in 9.1.8 angegebenen Verfahren an drei Stellen durchgeführt. Keines der Ergebnisse der Härteprüfung darf den für die Stahlsorte festgelegten Mindestwert um mehr als 7 HBW unterschreiten (Beispiel: 253 HBW für die Stahlsorte R260).

Alternativ zur Härteprüfung, oder wenn Zweifel an die Entkohlung entstehen, ist auf Initiative des Herstellers oder auf Anforderung des Abnehmers, eine metallographische Untersuchung durchzuführen.

Mikrogefügeaufnahmen, aus denen die zugelassene Entkohlungstiefe ersichtlich ist, zeigt Bild 5.

In Bild 6 ist die Oberfläche des Schienenkopfes für die Prüfung auf Entkohlung definiert.

Ein geschlossenes Ferritnetzwerk ist im Schienenkopf ab 0,5 mm Abstand von der Oberfläche an keiner Stelle zulässig.

9.1.6 Oxidischer Reinheitsgrad

Proben sind in Übereinstimmung mit Anhang F vorzubereiten und zu untersuchen. Probenabschnitte sind jeweils vom letzten Vorblock eines Stranges der letzten Schmelze einer Sequenz zu entnehmen und von jedem Probeabschnitt sind zwei Proben zu prüfen. Bei Aufträgen im Umfang bis zu 5 000 t ist nur ein K3-Wert größer als 10, aber kleiner als 20 zugelassen.

Es gelten die folgenden Grenzwerte.

Gesamtindex: $10 < K3 < 20$ für höchstens 5 % der Probenabschnitte;

$K3 < 10$ für mindestens 95 % der Probenabschnitte.

Die Lage der Proben im Schienenkopf ist aus Bild 7 ersichtlich.

9.1.7 Schwefelabdrücke

Schwefelabdrücke aus Schienenquerschliffen sind in Übereinstimmung mit ISO 4968:2022 in dem in Tabelle 4 angegebenen Umfang anzufertigen.

Alle Probenabschnitte, auch jene, die für Wiederholungsprüfungen vorgesehen sind, sind aus einem Bereich außerhalb der Mischzone zu entnehmen. Wenn aber eine vorlaufende oder nachfolgende Schmelze teilweise oder vollständig zurückgewiesen wurde, weil sie die Anforderungen nicht erfüllt, sind die Prüfungen für die Mischzone(n) durchzuführen, um die ersten anforderungsgerechten Vorblöcke zu ermitteln.

Die Schwefelabdrücke müssen die Anforderungen von Anhang D erfüllen.

9.1.8 Härte

Brinell-Härteprüfungen sind in Übereinstimmung mit EN ISO 6506-1:2014 in dem in Tabelle 4 angegebenen Umfang durchzuführen. Die Wahl des Kugeldurchmessers liegt im Ermessen des Schienenherstellers, sofern ein Kraft-Durchmesser-Index von 30 eingehalten wird.

Die ermittelten Härtewerte müssen die Anforderungen nach Tabelle 6 für die entsprechende Stahlsorte erfüllen. Die Lage der Prüfeindrücke ist in Bild 8 angegeben.

Für die Stahlsorten R200, R220, R260, R260Mn und R320Cr ist die Härte nur für die Position RS zu bestimmen.

An wärmebehandelten Schienen gilt folgende Gleichung:

$$HBW_2 > HBW_3 + 0,3 (HBW_1 - HBW_3),$$

wobei HBW_1 , HBW_2 und HBW_3 die Mittelwerte der drei Messpunkte sind. Außerdem darf die Differenz zwischen einer der drei Positionen nicht mehr als 30 HBW betragen.

Die Härtewerte für die Mittellinie des Schienenkopfes dürfen je Schiene um nicht mehr als 30 HBW schwanken.

Die Oberfläche ist vor dem Einbringen der Härteeindrücke 0,5 mm tief abzuschleifen.

Tabelle 6 — Härteprüfung — Prüfpositionen und Anforderungen

Prüfposition	Stahlsorte der Schiene							
	R200	R220	R260, R260Mn	R320Cr	R335V	R350HT, R350LHT	R370CrHT	R400HT
Härte								
RS ^a	200 bis 240	220 bis 260	260 bis 300	320 bis 360	335 bis 375	350 bis 390 ^b	370 bis 410 ^c	400 bis 440 ^d
1	e	e	e	e	e	≥ 340 min	≥ 360	≥ 390
2						≥ 331 min	≥ 350	≥ 380
3						≥ 321 min	≥ 340	≥ 370
4						≥ 340 min	≥ 360	≥ 390
a RS = Punkt auf der Mittellinie der Fahrfläche. b Überschreitet die Härte 390 HBW, ist die Schiene dann als zulässig einzustufen, wenn das Mikrogefüge nachgewiesenermaßen perlitisch ist und die Härte 405 HBW nicht überschreitet. c Überschreitet die Härte 410 HBW, ist die Schiene dann als zulässig einzustufen, wenn das Mikrogefüge nachgewiesenermaßen perlitisch ist und die Härte 425 HBW nicht überschreitet. d Überschreitet die Härte 440 HBW, ist die Schiene dann als zulässig einzustufen, wenn das Mikrogefüge nachgewiesenermaßen perlitisch ist und die Härte 455 HBW nicht überschreitet. e nicht relevant.								

9.1.9 Zugversuche

9.1.9.1 Allgemeines

Die Zugversuche sind in dem in Tabelle 4 angegebenen Umfang durchzuführen. Dafür sind Zugproben nach den Angaben in Bild 5 aus den Schienen zu entnehmen. Die erzielten Ergebnisse müssen die Anforderungen in Tabelle 5 a) erfüllen.

9.1.9.2 Prüfverfahren

Der Hersteller muss die im Zugversuch zu bestimmenden Eigenschaften in Übereinstimmung mit EN ISO 6892-1 unter Einsatz von Rundproben mit Durchmessern von 10 mm ermitteln.

Vor der Prüfung bei Raumtemperatur sollten die Zugproben für bis zu 6 h bei 200 °C gehalten werden. In strittigen Fällen müssen die Zugproben vor der Prüfung 6 h bei 200 °C gehalten werden.

9.1.10 Zugfestigkeit und Bruchdehnung

Unter Anwendung der multiplen Regressionsanalyse sind Gleichungen abzuleiten, mit denen aus der chemischen Analyse die Zugfestigkeit bzw. Bruchdehnung für alle produzierten nicht-wärmebehandelten Stahlsorten errechnet werden kann. Dies hat auf folgende Weise zu geschehen:

- Entwicklung einer Gleichung für die Voraussage;
- Bestätigung der Gleichung für die Voraussage;
- periodische Aktualisierung der Gleichung für die Voraussage;
- Korrekturen.

Der Hersteller muss unter Anwendung der multiplen Regressionsanalyse für alle produzierten naturharten Stahlsorten Voraussage-Gleichungen für die Abhängigkeit der Zugfestigkeit und Bruchdehnung von der chemischen Analyse ableiten. Jeder Hersteller muss seine eigenen Voraussage-Gleichungen ableiten.

Die Gleichungen für die Voraussage müssen auf der Grundlage von mindestens 100 Schmelzen bestimmt werden.

Zur Bestimmung der Gleichungen ist ein gültiger Zugversuch je Schmelze durchzuführen. Die Zugversuche sind in Übereinstimmung mit 9.1.9 durchzuführen.

Die Anwendung der Voraussage-Gleichungen muss zu Ergebnissen führen, die durch ein Streuband mit folgenden Grenzwerten gekennzeichnet sind:

- Zugfestigkeit: 12,5 MPa (einfache Standardabweichung);
- Bruchdehnung: 1,0 % (einfache Standardabweichung).

Die mithilfe der Voraussage-Gleichungen ermittelten Werte müssen mit den experimentell nach 9.1.9 bestimmten Werten der Zugfestigkeit und Bruchdehnung verglichen werden. Für diesen Vergleich ist ein gültiger Zugversuch je 2000 t, mindestens aber je 10 Schmelzen, durchzuführen.

Die Versuchsergebnisse dürfen um maximal ± 25 MPa für die Zugfestigkeit sowie um ± 2 % für die Bruchdehnung von den nach den Voraussage-Gleichungen bestimmten Werten abweichen.

Die experimentell nach 8.7.3 bestimmten Werte der Zugfestigkeit und Bruchdehnung sind zu verwenden, um die Voraussage-Gleichungen zu aktualisieren. Diese Werte sind zu sammeln, und die Gleichungen sind jährlich zu aktualisieren. Die aktualisierten Gleichungen müssen auf mindestens 100 Versuchsergebnissen basieren.

Liegen die mithilfe der Voraussage-Gleichungen oder im Versuch bestimmten Werte außerhalb der in 8.7.2 und 8.7.3 gesetzten Grenzen, dann gelten die Festlegungen a), b) und c) und falls notwendig d):

- a) der Hersteller muss eine Untersuchung durchführen;
- b) das Problem ist vom Hersteller durch geeignete Korrekturen zu lösen;
- c) der Hersteller muss den Besteller über die Ergebnisse von a) und b) unterrichten;
- d) kann das Problem nach Durchführung der Maßnahmen a) bis c) nicht zur Zufriedenheit des Bestellers gelöst werden, so ist der Hersteller nicht länger nach 8.7.1 qualifiziert. Wenn die Ergebnisse der physikalischen Prüfungen den Anforderungen nach Tabelle 5 a) entsprechen, gilt das Erzeugnis als anforderungsgerecht.

9.1.11 Wiederholungsprüfungen

Werden die Anforderungen für eine der Prüfungen nach 9.1.3 bis 9.1.9 (mit Ausnahme jener für Wasserstoff) nicht erfüllt, so sind zwei weitere Prüfungen an Proben von Schienen durchzuführen, die — bezogen auf die Lage im Gießstrang — in unmittelbarer Nachbarschaft zur ursprünglich geprüften Schiene liegen. Bei negativem Ergebnis der Wiederholungsprüfung sind fortschreitend weitere Schienen zu prüfen, bis Übereinstimmung mit den Anforderungen festgestellt wird. Nicht anforderungsgemäße Schienen sind zurückzuweisen oder — bei wärmebehandelten Schienen — erneut wärmezubehandeln und zu prüfen. Für die Prüfung auf Wasserstoff und Sauerstoff siehe 9.1.3.2 bzw. 9.1.3.3.

Wenn die Ergebnisse einer der Untersuchungen nach 8.7.5 oder das Qualifizierungsverfahren oder die Voraussage-Gleichung darauf hinweisen, dass bestimmte Schienen die Anforderungen nicht erfüllen, muss die Abnahme derartiger Schienen anhand der Ergebnisse von Zugversuchen erfolgen. In derartigen Fällen gelten die Mindestwerte in Tabelle 5 a).

9.2 Grenzabmaße und Formtoleranzen

9.2.1 Profil

Die Nennmaße des Schienenprofils (siehe Anhang A) und die tatsächlichen Maße an einem beliebigen Punkt der Schiene dürfen nicht um mehr als die in Tabelle 7 angegebenen Grenzabmaße voneinander abweichen.

Tabelle 7 — Profilhrenzabmaße

* Bezugspunkte (siehe Bild E.1)		Profilklasse (Grenzabmaße in mm)		Bildnummer der Messlehre (siehe Anhang E)
Bezugsort/Eigenschaft	Symbol	X	Y	
Schienen- höhe ^a	*H	± 0,5	+ 0,5 – 1,0	E.3
≥ 165 mm		± 0,6	+ 0,6 – 1,1	
Fahrkantenprofil	*C	+ 0,6 – 0,3	+ 0,6 – 0,3	E.4
— Geradheit, Klasse A		± 0,6	± 0,6	
— Geradheit, Klasse B				
Breite des Schienenkopfes	*WH	± 0,5	+ 0,6 – 0,5	E.5
Schienenasymmetrie	*As	± 1,2	± 1,2	E.6, E.7
Laschen- höhe	*HF	± 0,5	± 0,5	E.8
≥ 165 mm		± 0,6	± 0,6	
Stegdick	*WT	+ 1,0 – 0,5	+ 1,0 – 0,5	E.9
Schienenfußbreite	*WF	± 1,0	+ 1,5 – 1,0	E.10
Schienenfußdicke	*TF	+ 0,8 – 0,5	+ 0,8 – 0,5	E.11
Konkavität am Schienenfuß		0,3 max.	0,3 max.	
^a Das Grenzabmaß für die Änderung der Gesamthöhe über eine Schiene beträgt 1 mm für Schienen < 165 mm Höhe und 1,2 mm für Schienen ≥ 165 mm Höhe.				

9.2.2 Geradheit, Ebenheit der Oberfläche und Verwindung

Die Prüfung der Schienen auf Ebenheit ist automatisch durchzuführen.

Die Formtoleranzen für die Geradheit, die Fahrflächenebenheit und die Verwindung müssen die Anforderungen nach Tabelle 8 erfüllen. Falls nicht anders vereinbart sind die Schienen < 54 kg/m mit Grenzabmaße der Klasse B zu liefern.

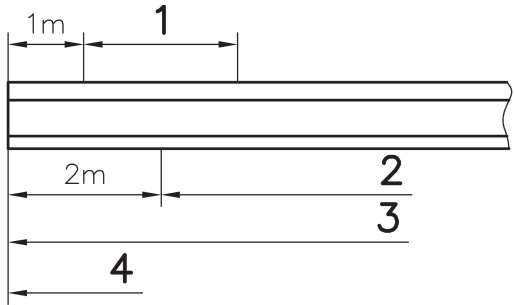
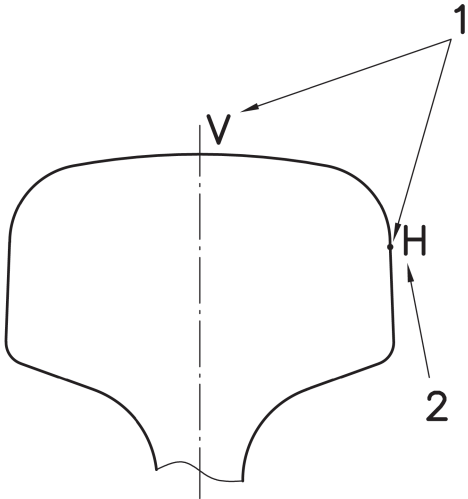
Wenn die Schiene, mit dem Kopf nach oben auf einem Prüfbett liegend, Anzeichen von Verwindung zeigt, wird diese, wie im Bild 9 angegeben, durch Einschieben von Fühllehren zwischen Schienenbasis und Unterlage, so nah wie möglich am Schienenende, geprüft. Übersteigt der ermittelte Spalt 2,5 mm wird die Schiene zurückgewiesen.

Die Verwindung bei der Messung mit der Lehre, wie im Bild 10 angegeben, darf 0,2° nicht überschreiten.

Zurückgewiesene Schienen dürfen lediglich noch einmal die Rollenrichtmaschine durchlaufen.

In strittigen Fällen hinsichtlich der automatischen Prüftechniken ist die Ebenheit unter Einsatz eines Abrichtlineals nach Tabelle 8 nachzuweisen.

Tabelle 8 — Grenzabmaße für Geradheit, Ebenheit und Verwindung

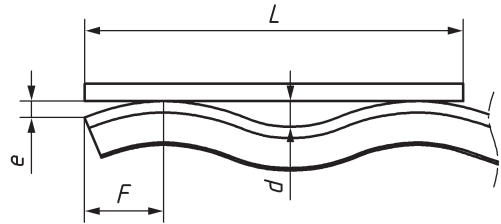
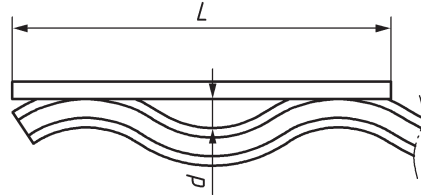
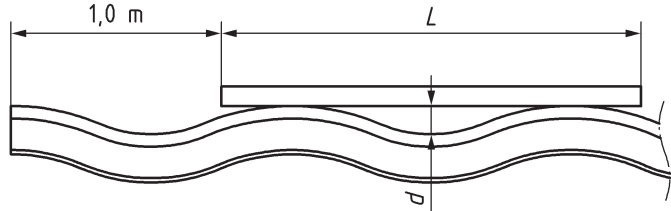


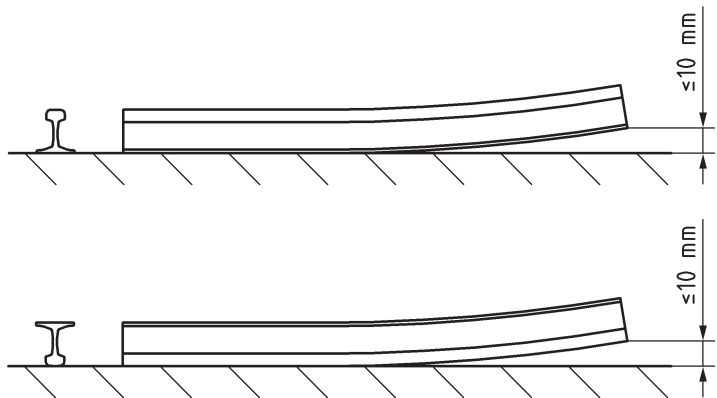
- Legende**
- 1 *V, H*: Positionen der Ebenheitsprüfungen
 - 2 *H* befindet sich nominell 5 mm bis 10 mm unterhalb der projizierten Ecke der Schienenkopfseite

- Legende**
- 1 Übergang
 - 2 Schienenkörper
 - 3 gesamte Schiene
 - 4 Ende E

Position/Maßangaben		Klasse B		Klasse A	
		<i>d</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>L</i>
Schienenkörper ^a	vertikale Ebenheit <i>V</i>	≤ 0,4 mm	3 m ^c	≤ 0,3 mm	3 m ^c
		und		und	
		≤ 0,3 mm	1 m ^c	≤ 0,2 mm	1 m ^c
	horizontale Ebenheit <i>H</i>	≤ 0,6 mm	1,5 m ^c	≤ 0,45 mm	1,5 m ^c

b

Schienenenden ^a	Ende E	1,5 m		2 m		 Falls $e > 0$ $F \geq 0,6$ m	b
	vertikale Geradheit	$\leq 0,5$ mm	1,5 m	$\leq 0,4$ mm	2 m und $\leq 0,3$ mm 1 m ^d und $e \leq 0,2$ mm ^f		
	horizontale Geradheit	$\leq 0,7$ mm	1,5 m	$\leq 0,6$ mm und $\leq 0,4$ mm	2 m 1 m ^d		b
Übergänge ^a	Länge des Übergangs	1,5 m		2 m			b
	vertikale Ebenheit V	$\leq 0,4$ mm	1,5 m ^c	$\leq 0,3$ mm	2 m ^c		
	horizontale Ebenheit H	$\leq 0,6$ mm	1,5 m ^c	$\leq 0,6$ mm	2 m ^c		

Krümmung (gesamte Schiene)	Krümmung nach oben und unten	10 mm ^e	10 mm ^e	
Verwindung	gesamte Schiene	max. Spalt 2,5 mm		(siehe auch 9.2.2 und Bild 9)
	Ende (1 m)	Max. Verwindung 0,2° und max. relative Verwindung 0,003 5 × c		(siehe auch 9.2.2 und Bild 10)

^a Die Messungen müssen soweit wie möglich — zumindest aber für den Schienenkörper — automatisch erfolgen. Falls die gesamte Schiene, die für den Schienenkörper festgelegten Anforderungen erfüllt, dann sind Messungen an den Enden und Übergängen nicht vorgeschrieben.

^b Automatische Messtechniken sind komplexer Natur und daher schwierig zu definieren. Die Ebenheit der fertigen Schiene muss aber, wie im obigen Bild gezeigt, mittels Prüflinial nachgewiesen werden können.

^c Bei 95 % der Schienen müssen die Grenzabmaße eingehalten werden; bei 5 % der Schienen dürfen die Grenzabmaße um 0,1 mm überschritten werden.

^d Der Bezugswert L reicht über das Ende E hinaus.

^e Die Schienenenden dürfen höchstens 10 mm hoch stehen, wenn die Schiene mit dem Fuß oder Kopf nach unten auf einem Prüfbett liegt.

^f Maß bzw. Abweichung ist unterhalb einer 2m langen, geraden Kante gemessen.

9.2.3 Trennschneiden und Bohren

Die Größe und die Lage von Bohrungen, die Rechtwinkligkeit der Schienenenden und die Schienenlänge müssen bezüglich der Grenzabmaße die Anforderungen von Tabelle 9 erfüllen.

Gebohrte Löcher und die Schienenenden müssen entgratet sein. Bei Löchern, die mit einem besonderen Verfahren bearbeitet werden sollen, muss dieses Verfahren und die entsprechenden Toleranzen genau beschrieben werden (siehe Abschnitt 4 g)).

9.3 Messlehren

Die für die Herstellung erforderlichen Messlehren werden in Anhang E gezeigt.

Von Anhang E abweichende Messverfahren dürfen angewendet werden allerdings sind in strittigen Fällen jene aus Anhang E anzuwenden.

9.4 Prüfanforderungen für die Beurteilung der inneren Beschaffenheit und der Oberflächenbeschaffenheit

9.4.1 Innere Beschaffenheit

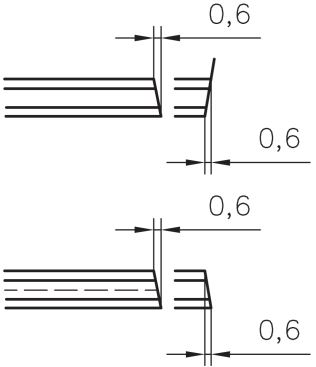
9.4.1.1 Die Schienen sind einer Ultraschallprüfung in einem Durchlaufverfahren zu unterziehen, wobei sicherzustellen ist, dass jeweils über die gesamte Schienenlänge in dem festgelegten Querschnittsbereich geprüft wird. Nicht geprüfte Enden sind einer vergleichbaren Prüfung zu unterziehen oder müssen abgeschnitten werden.

9.4.1.2 Für die bei der Ultraschallprüfung zu erfassende Mindestquerschnittsfläche gelten folgende Festlegungen:

- mindestens 70 % des Schienenkopfes;
- mindestens 60 % des Steges;
- der Querschnittsbereich im Schienenfuß, wie in Bild 14 dargestellt, ist zu prüfen.

Diese Bereiche ergeben sich üblicherweise durch Projektion der Nenn-Schwingergröße des Prüfkopfes. Der Schienenkopf ist von beiden Seiten und von der Laufläche aus zu prüfen.

Tabelle 9 — Grenzabmaße für das Bohren und für Trennschnitte

Nummer	Maß	Grenzabmaße
1	Bohrungsdurchmesser ≤ 30 mm > 30 mm	$\pm 0,5$ mm $\pm 0,7$ mm
	Zentrierung und Positionierung der Bohrungen, vertikal und horizontal	Die horizontale Lage der Bohrungen wurde unter Anwendung der in Bild E.12 gezeigten Lehre geprüft. Die Lehre ist so konstruiert, dass der Anschlag das Schienenende berührt und die Bolzen sich in die Bohrungen einführen lassen. Der Durchmesser der Bolzen für die Prüfung des horizontalen und vertikalen Spiels ist im Vergleich zum Bohrungsdurchmesser um – 1,0 mm kleiner für Bohrungen bis 30 mm Durchmesser; – 1,4 mm kleiner für Bohrungen größer als 30 mm Durchmesser. Der Abstand zwischen Bolzenachse und Anschlag ist jeweils gleich dem Abstand zwischen Bohrungsachse und Schienenende. Die Bolzenlehren müssen sich gleichzeitig in die Bohrungen einführen lassen, bis der Anschlag das Schienenende berührt. Die vertikale Zentrierung der Bohrungen kann unter Anwendung der in Bild E.13 gezeigten Messlehre geprüft werden. Bei der Bestimmung der Bohrungsseite, links oder rechts, wird von der Seite mit dem reliefartigen Walzzeichen ausgegangen.
2	Rechtwinkligkeit der Schienenenden	 0,6 mm in allen Richtungen

Nummer	Maß	Grenzabmaße
3	Länge ^{a, b} — an beiden Seiten gebohrt ≤ 24 m > 24 m ≤ 40 m > 40 m bis ≤ 60 m > 60 m — sonstige (ohne Bohrung oder mit Bohrungen an einem Ende)	 ± 3 mm ± 4 mm ± 10 mm ± 20 mm ± 1 mm/m Schiene Die Grenzabmaße betragen bei Schienen für besondere Anwendungen ohne Bohrung bis 24 m Länge ± 6 mm, bei Schienen > 24 m Länge ± 10 mm.
^a Die angegebenen Schienenlängen gelten für +15 °C. Werden Messungen bei anderen Temperaturen durchgeführt, sind Ausdehnungen bzw. Schrumpfungen durch Korrekturen zu berücksichtigen. ^b Die Grenzabmaße werden nur für Schienen mit Laschenlöchern angewendet, nicht für Schienen mit Löchern für die Handhabung/Manipulation.		

9.4.1.3 Die Prüfempfindlichkeit der verwendeten automatischen Anlage muss mindestens um 4 dB höher sein als zum Nachweis der in 9.4.1.4 beschriebenen künstlichen Fehler notwendig. Nach Justierung muss das Signal-Rausch-Verhältnis der verwendeten automatischen Anlage mindestens 10 dB betragen. Wird ein Echo ermittelt, das einen Hinweis auf einen möglichen Fehler gibt, so ist die Schiene mittels eines automatischen Alarmsignals kombiniert mit einem Markierungs- und/oder -Trennsystem, auszusortieren. Diese Anzeige ist unter Anwendung einer von 4 dB auf 6 dB erhöhten Empfindlichkeit nochmals zu prüfen.

Schienen mit Anzeigen, die den Schwellenwert bei der erhöhten Empfindlichkeit überschreiten, sind zurückzuweisen oder der fehlerhafte Abschnitt ist abzutrennen.

Das System muss die kontinuierliche Aufzeichnung von Zwischen- und, sofern vorhanden, Rückwandechos vorsehen. Diese Echos sollen alarmiert werden.

9.4.1.4 Für jedes mittels Ultraschall zu prüfende Profil muss eine Schiene zum Justieren verfügbar sein. Die Lage der künstlichen Fehler, die in dieser Schiene im Schienenkopf, -steg und -fuß für das Profil 60E1 enthalten sein müssen, zeigen die Bilder 11, 12 und 13. Schienen mit künstlichen Fehlern zum Justieren von anderen Profilen, ähnlich denen der Bilder 11, 12 und 13 für das Schienenprofil 60E1, müssen vorhanden sein.

Andere Justierverfahren dürfen angewendet werden. Sie müssen aber dem oben beschriebenen Verfahren gleichwertig sein.

9.4.2 Oberflächenbeschaffenheit

9.4.2.1 Anforderungen

a) Erhabene Stellen, Warmbeschädigungen und überwalzungsartige Unregelmäßigkeiten

Erhabene Stellen auf der Lauffläche oder der Unterseite des Schienenfußes sowie alle erhabenen Stellen, die vom Schienenende weniger als 1 m entfernt sind und damit die Passfähigkeit der Schienenlaschen beeinträchtigen, sind nicht erlaubt.

Die Fehlertiefe von Warmbeschädigungen und überwalzungsartigen Unregelmäßigkeiten, nach der Definition in EN 10163-1, darf nicht größer sein als

- 0,35 mm auf der Fahrfläche der Schiene;
- 0,5 mm auf der übrigen Schienenoberfläche.

Bei in Längsrichtung verlaufenden Riefen ist eine Höchstzahl von zwei über die gesamte Länge der Schiene zugelassen — mit den angegebenen Grenzwerten für deren Tiefe. Auf der Lauffläche ist nur eine dieser Riefen zugelassen. Mehrfach auf derselben Achse auftretende Riefen werden als eine Riefe betrachtet.

Die Breite der Riefen darf höchstens 4 mm betragen. Das Verhältnis Breite zu Tiefe zulässiger Riefen muss mindestens einen Wert von 3:1 erreichen.

Durch die Arbeitswalzen warm eingebrachte Riefen, die mehrfach auf derselben Achse in einem dem Walzenumfang entsprechenden Abstand auftreten, sind als Einzelriefen zu betrachten.

b) Kaltbeschädigungen

Kaltbeschädigungen sind Schrammen in Längs- oder Querrichtung, die in die kalte Schiene eingebracht wurden.

Die Fehlertiefe darf nicht größer sein als:

- 0,30 mm für die Schienenlaufläche und die Oberfläche des Fußes bis zum Verbindungsradius mit dem Schienenfuß.
- 0,5 mm auf der übrigen Schienenoberfläche.

ANMERKUNG Es ist schwierig oder unmöglich, im Gleis Dauerrisse zu entdecken, die von der Unterseite des Schienenfußes her entstehen und sich ausbreiten; daher sollten alle angemessenen Vorkehrungen getroffen werden, um Kaltquerriefen in diesem Bereich zu vermeiden.

c) Schädigung des Mikrogefüges an der Oberfläche

Alle Merkmale einer Schädigung des Mikrogefüges an der Oberfläche, die zu Martensit oder weißer Phase geführt haben, müssen abgearbeitet werden oder die entsprechende Schiene ist zurückzuweisen. Der abgearbeitete Bereich ist einer geeigneten Härteprüfung zu unterziehen. Die Härte darf nicht um mehr als 50 HBW über jener des umgebenden Materials liegen.

9.4.2.2 Nachweis und Beseitigung von Oberflächenunregelmäßigkeiten und Defekten

a) Allgemeines

Alle Schienen müssen visuell oder automatisch auf allen Oberflächen auf Oberflächenfehler geprüft werden. Alle Schienen müssen die in 9.4.2.1 definierten Kriterien erfüllen. Bestimmung und Nachbearbeitung von Unregelmäßigkeiten müssen nach 9.4.2.3 erfolgen.

b) Automatische Prüfung

Die Schienen müssen auf der Unterseite des Schienenfußes und auf dem Schienenkopf (Schienenlaufläche und Flanken) über ihre gesamte Länge automatisch geprüft werden.

Die Prüfanlage muss auf der Unterseite des Schienenfußes mindestens künstliche Unregelmäßigkeiten der Größe nach Tabelle 10 ermitteln können. Für die künstlichen Unregelmäßigkeiten gelten Grenzabmaße von $\pm 0,1$ mm.

Tabelle 10 — Nachzuweisende Prüf-Unregelmäßigkeiten, in Millimeter

Tiefe	Länge	Breite
1,0	20	0,5
1,5	10	0,5

Bei der automatischen Prüfung muss der Kantenbereich, eine Zone von jeweils 5 mm Breite an beiden Rändern, nicht erfasst werden.

9.4.2.3 Beseitigung von Oberflächenunregelmäßigkeiten und Defekten

Größere Unregelmäßigkeiten als die in 9.4.2.1 a) und 9.4.2.1 b) definierten Grenzwerte, müssen abgearbeitet werden. Alle erhabenen Stellen die die Passfähigkeiten der Schienenlaschen beeinträchtigen (siehe 9.4.2.1 a)), sind glatt abzarbeiten.

Kann die Tiefe der Unregelmäßigkeiten nicht gemessen werden, ist diese durch eine entsprechende Untersuchung zu bestimmen und nachfolgend auf die unten genannten Grenzwerte abzarbeiten. Dafür ist eine rotierende Schleifmaschine, ein Schwingschleifer oder eine Bandschleifmaschine zu verwenden, deren Einsatz das Mikrogefüge der Schiene aber nicht beeinträchtigen darf. Ein glatter Übergang in die Schienenkontur ist sicherzustellen.

Die Abschleiftiefe darf nicht größer sein als:

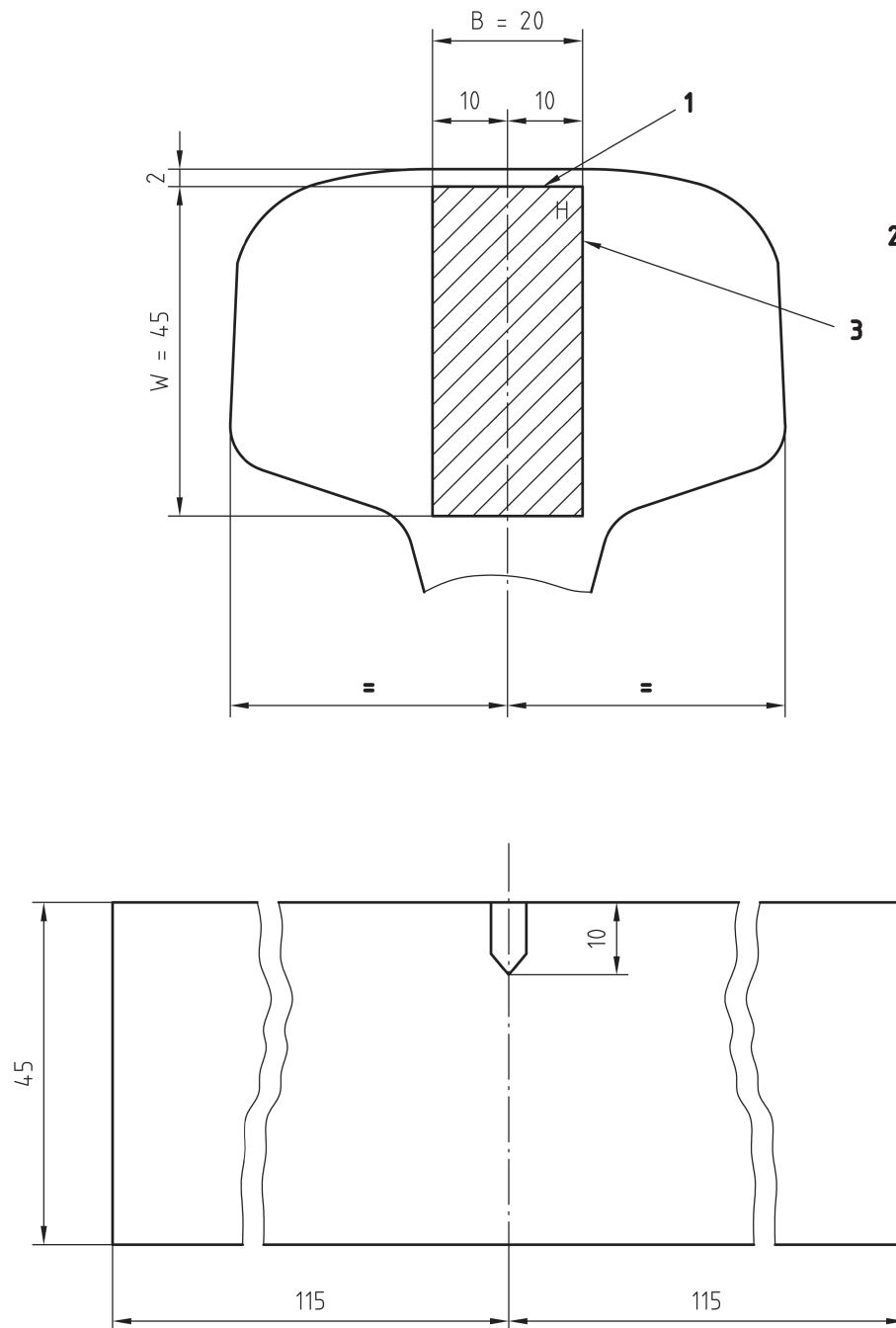
- 0,35 mm auf der Fahrfläche der Schiene;
- 0,5 mm auf der übrigen Schienenoberfläche.

Auf einem Schienenabschnitt von 10 m Länge dürfen höchstens drei Fehlstellen und über die gesamte Schienenlänge höchstens eine Fehlstelle je 10 m Schienenlänge nachgearbeitet werden. Warmverformungsspuren, die in der Nähe der Walzrollen entstehen, dürfen können durch Nachbearbeiten beseitigt werden, mit Ausnahme der Markierungen auf dem Schienenkopf, wo höchstens 3 pro 40 m nachgearbeitet werden dürfen. Nach der Nachbearbeitung müssen die Formtoleranzen für Profil und Ebenheit die Anforderungen nach Tabelle 7 bzw. Tabelle 8 erfüllen.

9.4.3 Überprüfung von automatischen Prüfausrichtungen

Eine geeignete Prüfschiene zum Justieren mit künstlichen Unregelmäßigkeiten muss alle 8 h die Anlage durchlaufen.

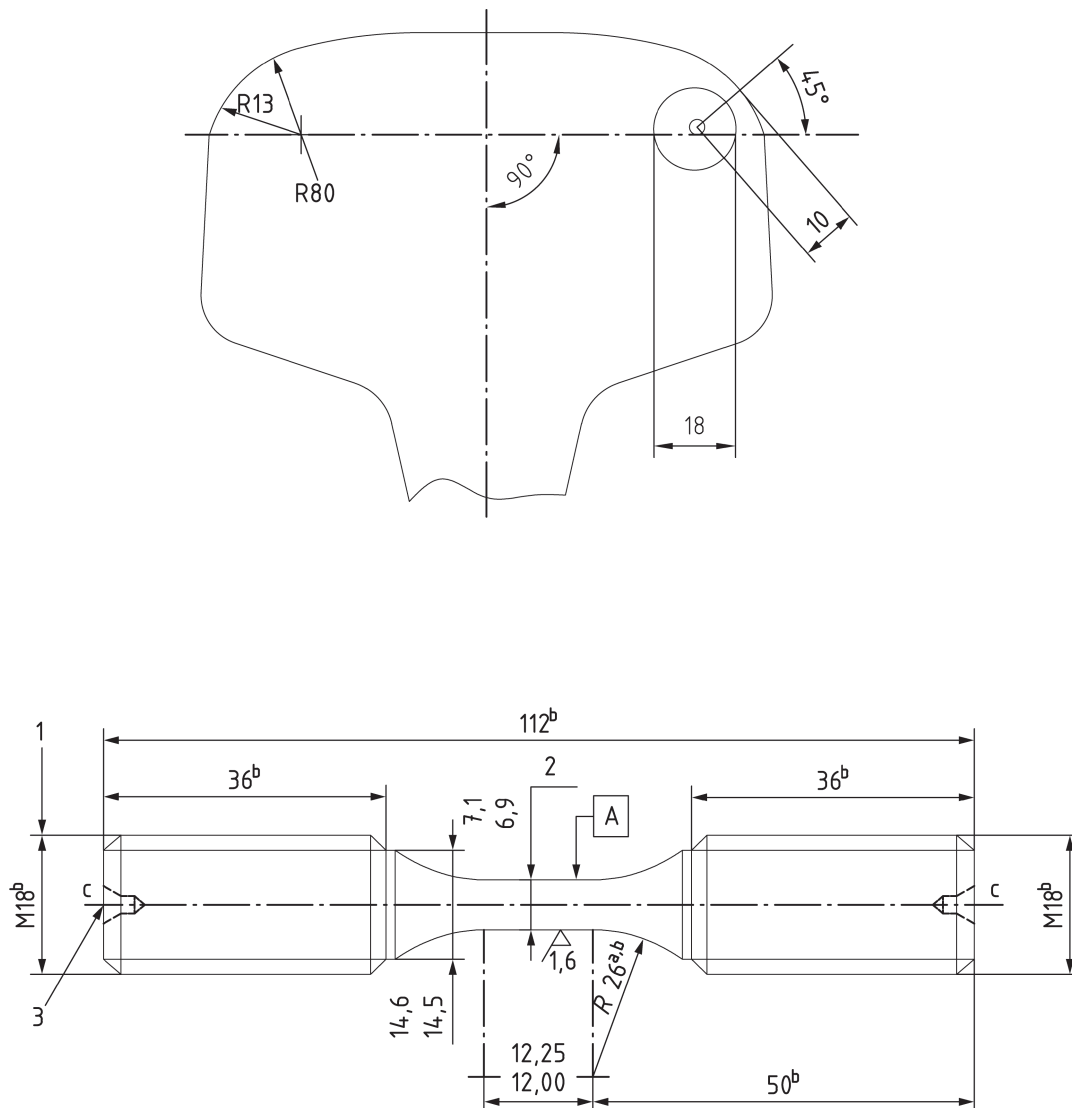
Maße in Millimeter



Legende

- 1 in diese Fläche eingebrachter Kerb
- 2 Schnitt durch den Schienenkopf
- 3 Buchstabe H — wie angegeben — auf diese Probenfläche aufzuprägen

Bild 2 — Lage und Maße der Proben für die Ermittlung des Risswachstums von Ermüdungsrissen



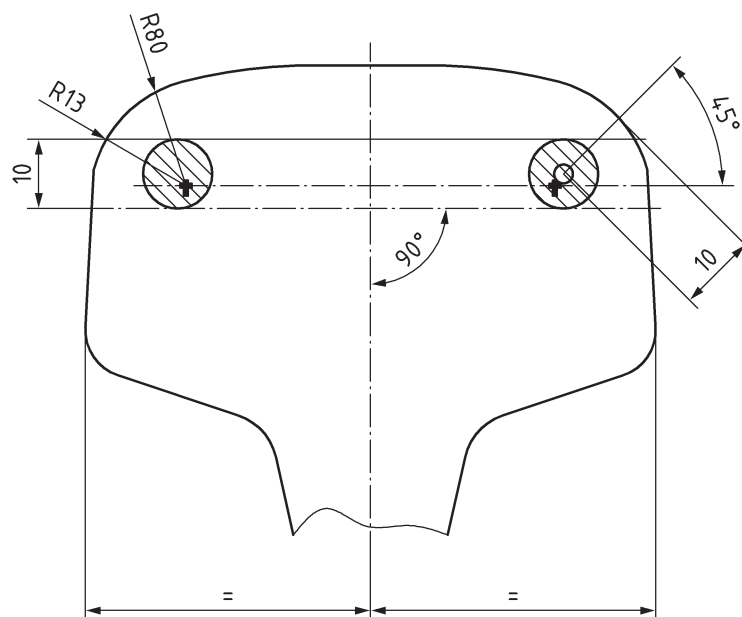
Legende

- ✦ Schnittpunkt der Radien $R13$ und $R80$ (Profil 60E1)
- Lage der Probenmitte
- 1 konzentrische Schraubengewinde (beide Enden) mit $\varnothing A$ auf 0,005 mm. Abweichende Formen (Probenköpfe ohne Gewinde) dürfen verwendet werden.
- 2 zylindrisch auf 0,005 mm
- 3 zentrale Bohrung
- ^a Der Radius von 26 mm muss mit dem Lehendurchmesser (dia A) tangential verlaufen, ohne Unterschneidung oder Absatz
- ^b Die Grenzabmaße betragen allgemein $\pm 0,2$ mm, soweit nichts anderes festgelegt wurde
- ^c Die Proben müssen an beiden Enden gekennzeichnet werden

Im Schiedsfall hinsichtlich der Ergebnisse aus Ermüdungsversuchen muss die Oberfläche A poliert werden, um alle Oberflächeneinflüsse zu unterbinden.

Bild 3 — Probe zur Bestimmung der Dauerschwingfestigkeit

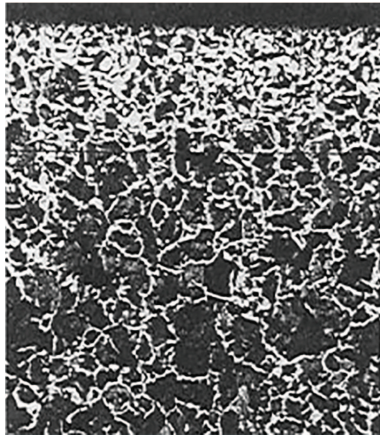
Maße in Millimeter



Legende

- ✚ Schnittpunkt der Radien $R13$ und $R80$ (Profil 60E1)
- Lage der Probenmitte der Zugprobe
- ⊘ Bereich, dessen Mikrogefüge zu prüfen ist

Bild 4 — Lage der Proben für den Zugversuch und die Mikrogefügeuntersuchung



← A

← B

← Schienenoberfläche

← Grenze des kontinuierlichen Ferritnetzwerkes. Dieses Beispiel zeigt die Entkohlung bis zu einer Tiefe von 0,28 mm.

Stahlsorten R200 und R220



← A

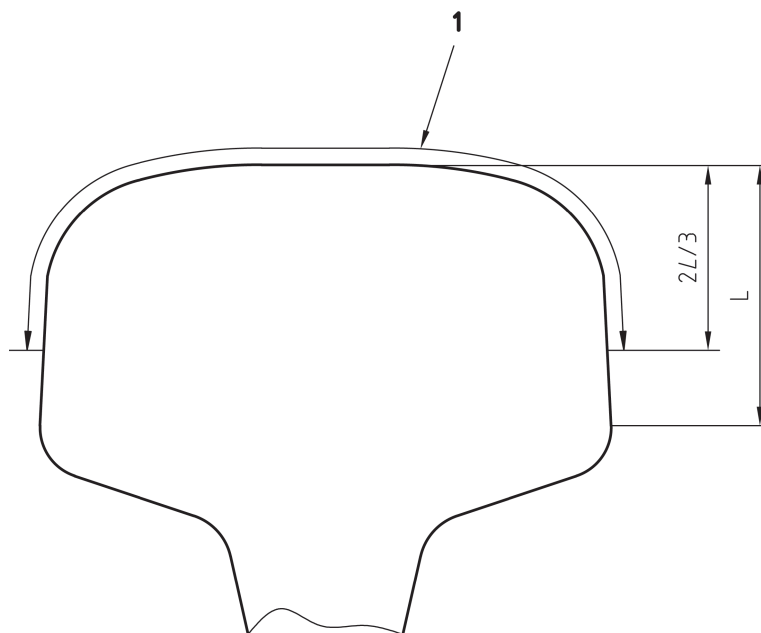
← C

← Schienenoberfläche

← Grenze des kontinuierlichen Ferritnetzwerkes. Dieses Beispiel zeigt die Entkohlung bis zu einer Tiefe von 0,25 mm.

alle Stahlsorten, mit Ausnahme der Sorten R200 und R220

Bild 5 — Mikrogefügeaufnahme (100fache Vergrößerung) mit der für die Schienen-Verschleißoberfläche zugelassenen Entkohlungstiefe

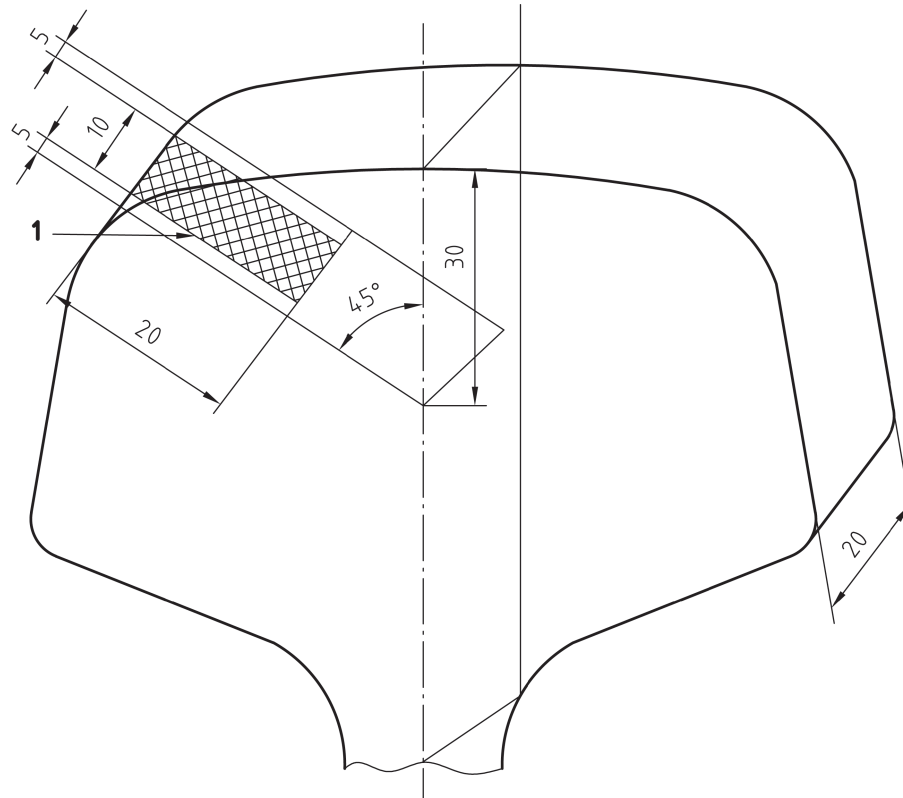


Legende

1 Grenzen der Entkohlung gelten für diesen Teil des Schienenkopfes

Bild 6 — Definition der Schienenkopfoberfläche für Prüfungen auf Entkohlung

Maße in Millimeter

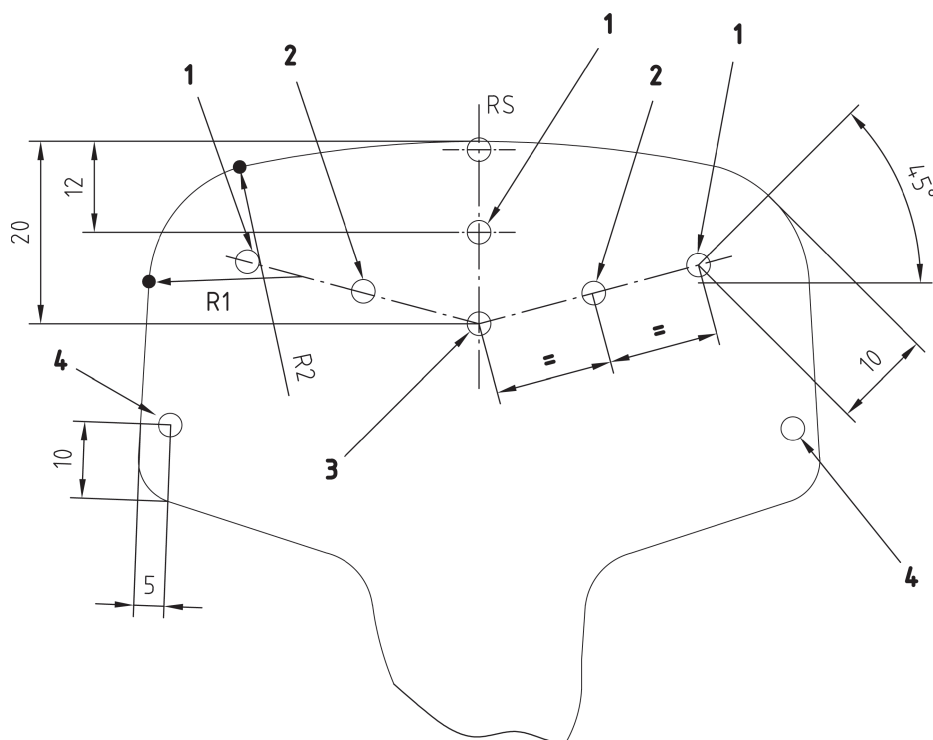


Legende

1 zu prüfende Fläche

Bild 7 — Lage der Proben zur Bestimmung des oxidischen Reinheitsgrades im Schienenkopf

Maße in Millimeter



Legende

- 1, 2, 3 und 4 Orte der Härteprüfung (siehe Tabelle 6)
- exakte Schnittpunkte der Radien

Bild 8 — Lage der Prüfeindrücke bei der Härteprüfung

Maße in Millimeter

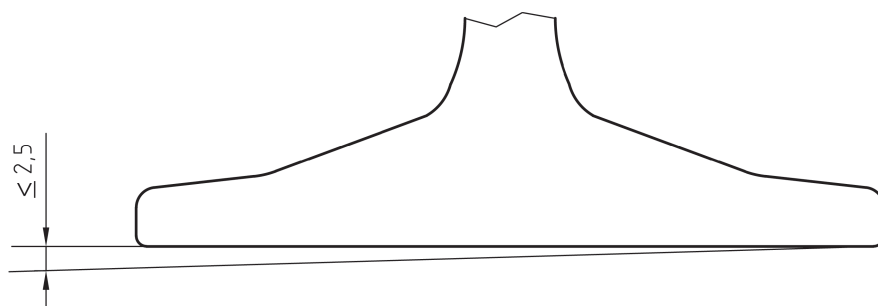
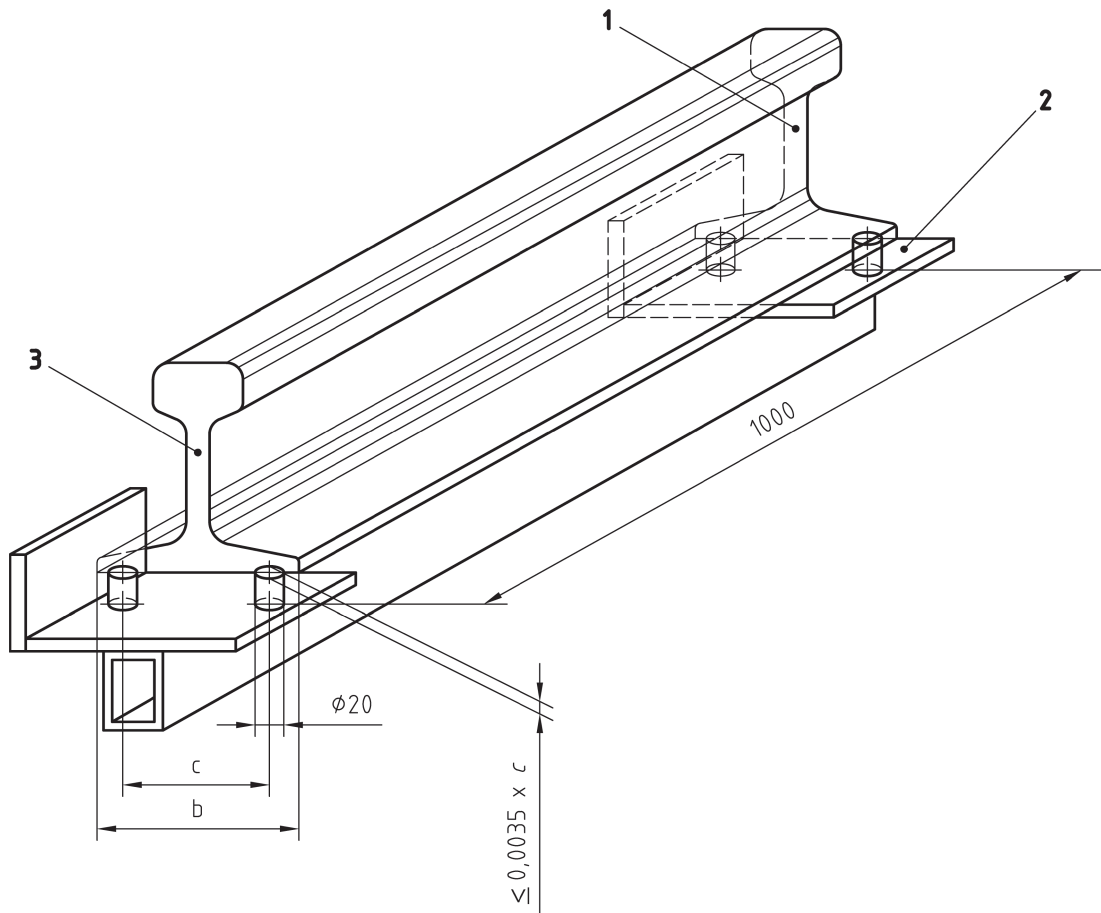


Bild 9 — Verwindung der gesamten Schiene

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Querschnitt im Abstand von 1 m vom Schienenende
- 2 Lehre
- 3 Querschnitt am Schienenende

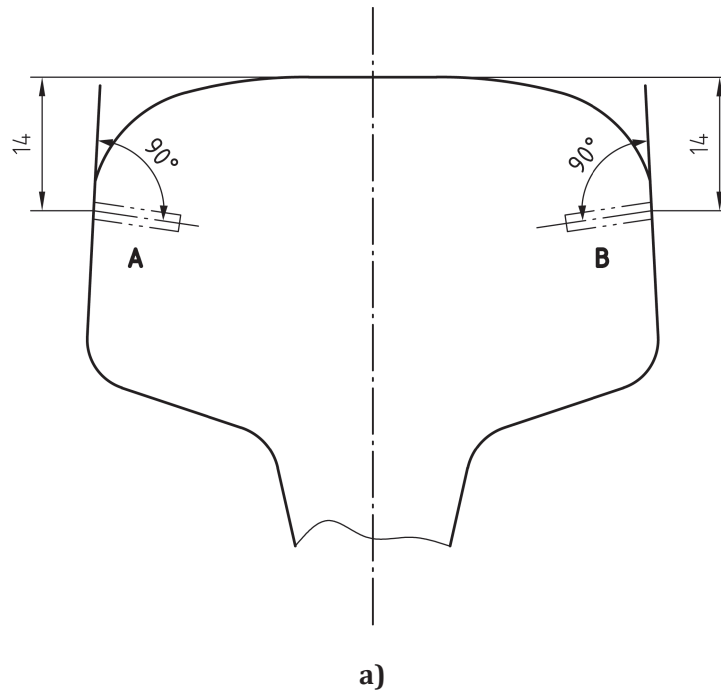
Die relative Verwindung des Querschnitts am Schienenende und der Querschnitt im Abstand von 1 m von jedem Schienenende sollte mit einer speziellen Messlehre (1 m lang) an beiden Schienenenden durchgeführt werden, wobei als Messpunkte die in der Tabelle angegebenen Punkte unter der Schienenfußfläche dienen sollten.

Maße in Millimeter

Fußbreite b	Abstand zwischen den Kontaktstellen ^a c
$b < 130$	90
$130 \leq b < 150$	110
$b \geq 150$	130

^a Durchmesser der Kontaktflächen: 20 mm.

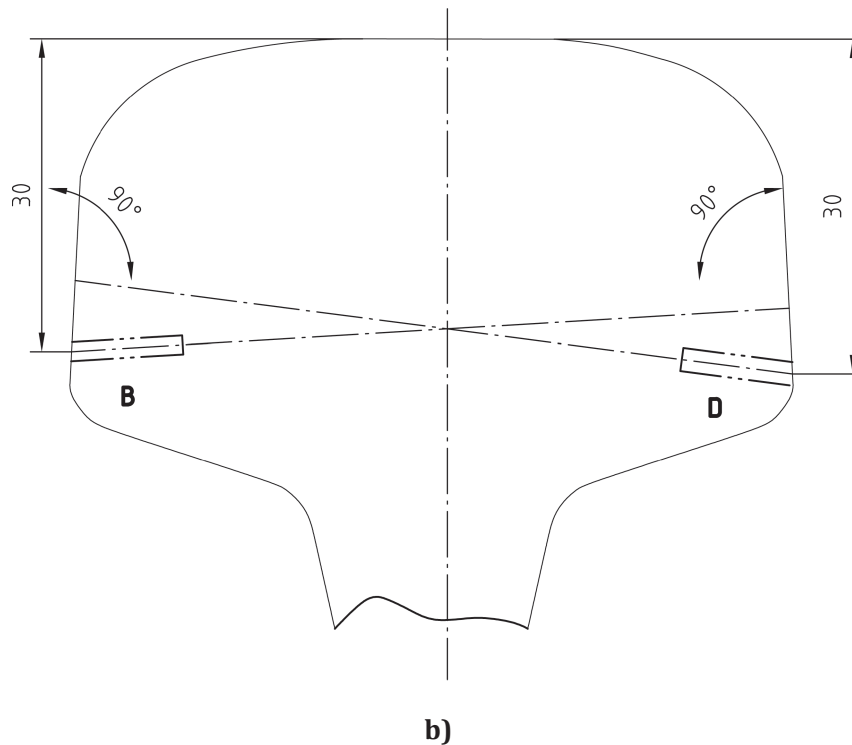
Bild 10 — Verwindung am Schienenende



Legende

A, C Flachbodenbohrungen

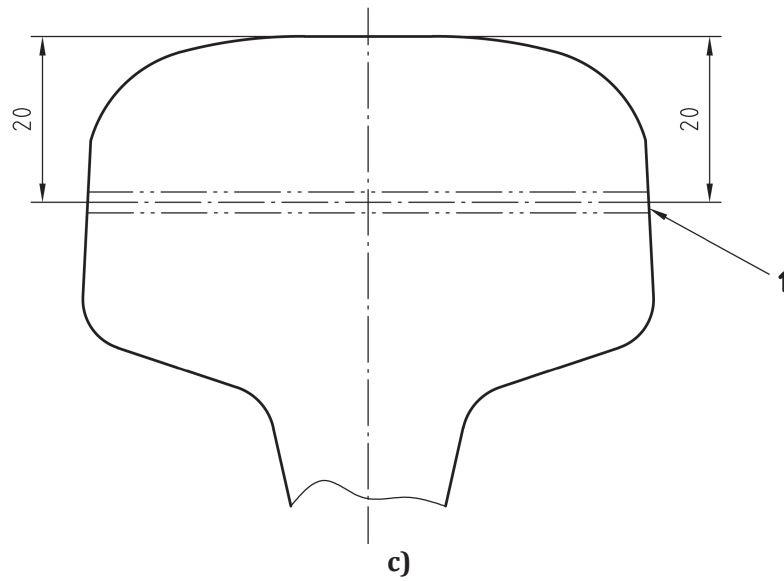
ANMERKUNG Beide Flachbodenbohrungen haben einen Durchmesser von $2 \pm 0,1$ mm und sind $15 \pm 0,5$ mm tief



Legende

B, D Flachbodenbohrungen

ANMERKUNG Beide Flachbodenbohrungen haben einen Durchmesser von $2 \pm 0,1$ mm und sind $15 \pm 0,5$ mm tief

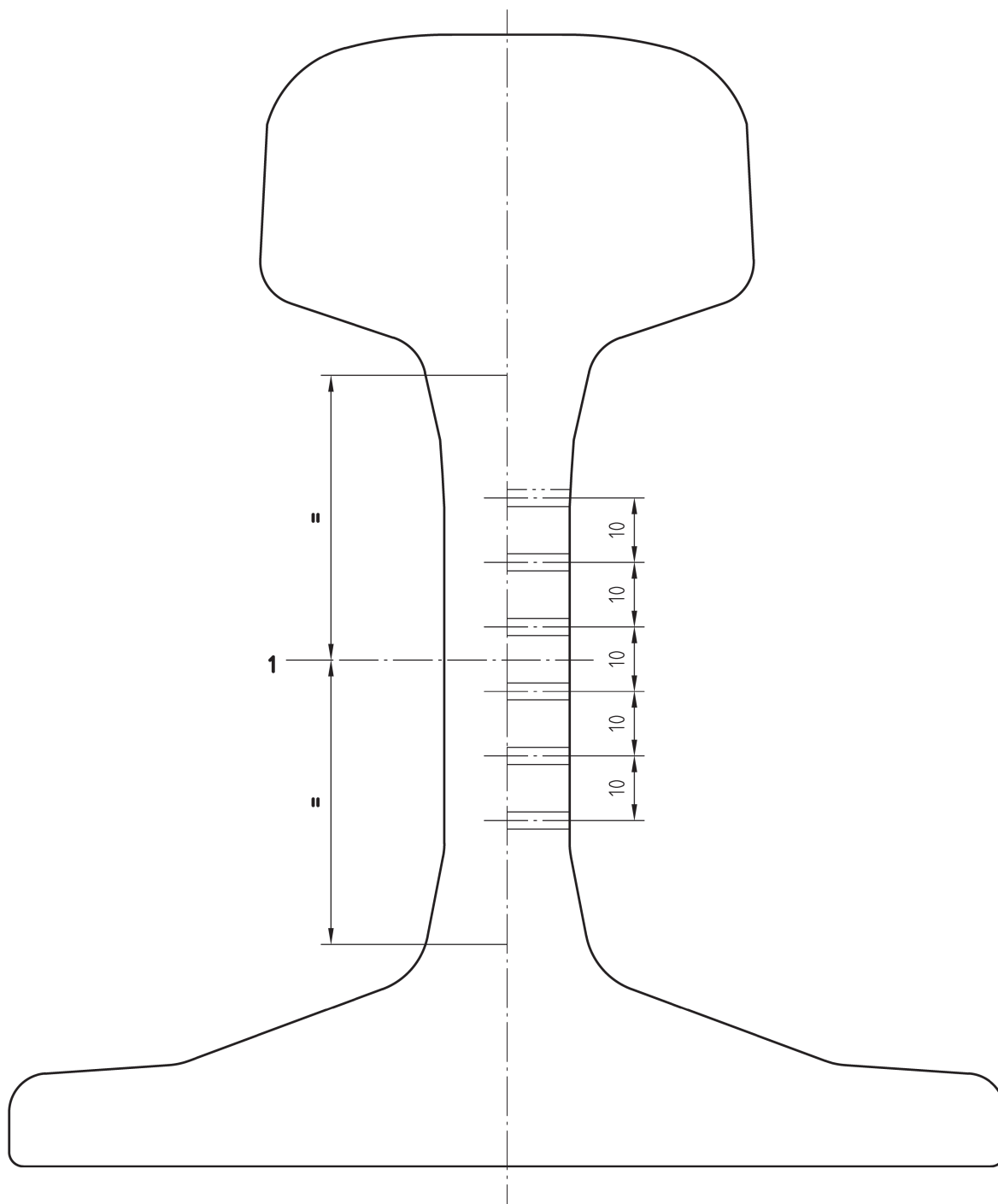


Legende

1 durchgehende $2 \pm 0,1$ mm Bohrung

Bild 11 — Lage der künstlichen Fehler im Schienenkopf beim Profil 60E1

Alle Maße gemessen in Millimeter von der Mittellinie aus



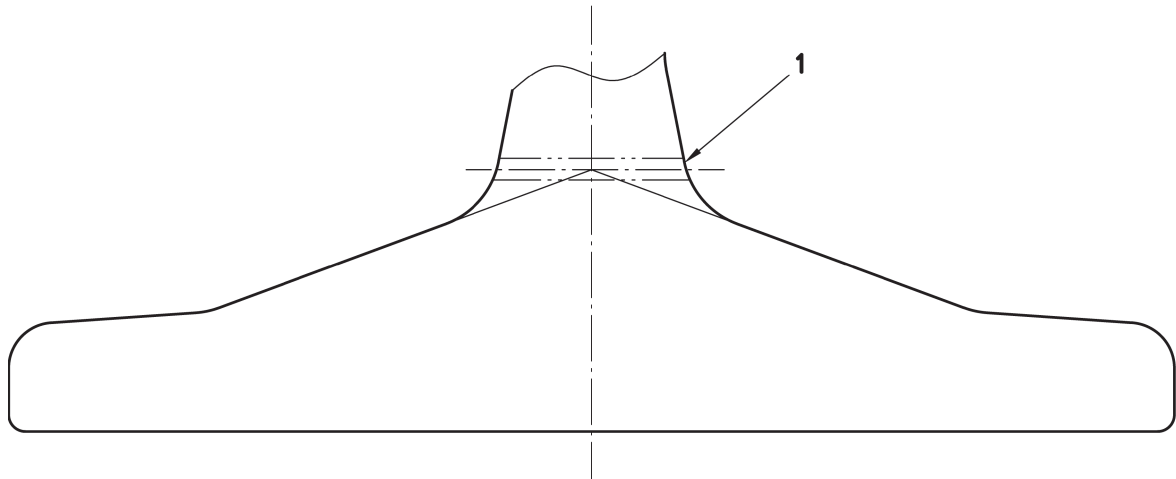
Legende

1 Mittellinie des Steges

ANMERKUNG 1 Die Flachbodenbohrungen haben einen Durchmesser von $2 \pm 0,1$ mm und sind bis zur Mittellinie des Steges gebohrt.

ANMERKUNG 2 Für die Flachbodenbohrungen ist eine Abweichung von $\pm 1^\circ$ von der Horizontalen zugelassen.

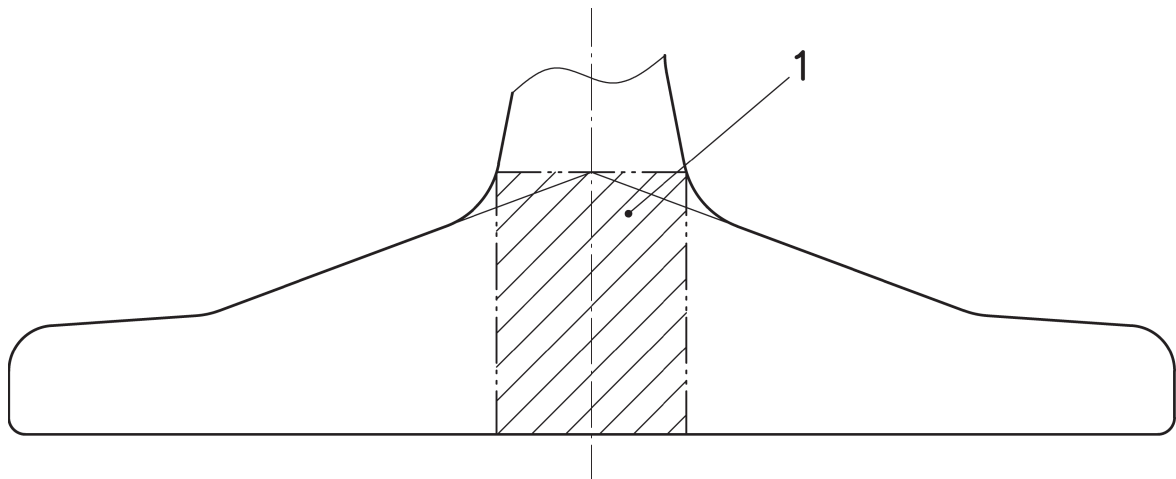
Bild 12 — Lage der künstlichen Fehler im Schienensteg beim Profil 60E1



Legende

1 durchgehende $2 \pm 0,1$ mm-Bohrung

Bild 13 — Lage der künstlichen Fehler im Schienenfuß beim Profil 60E1



Legende

1 zu prüfender Querschnittsbereich

Bild 14 — Zu prüfender Querschnittsbereich im Schienenfuß beim Profil 60E1

Anhang A (normativ)

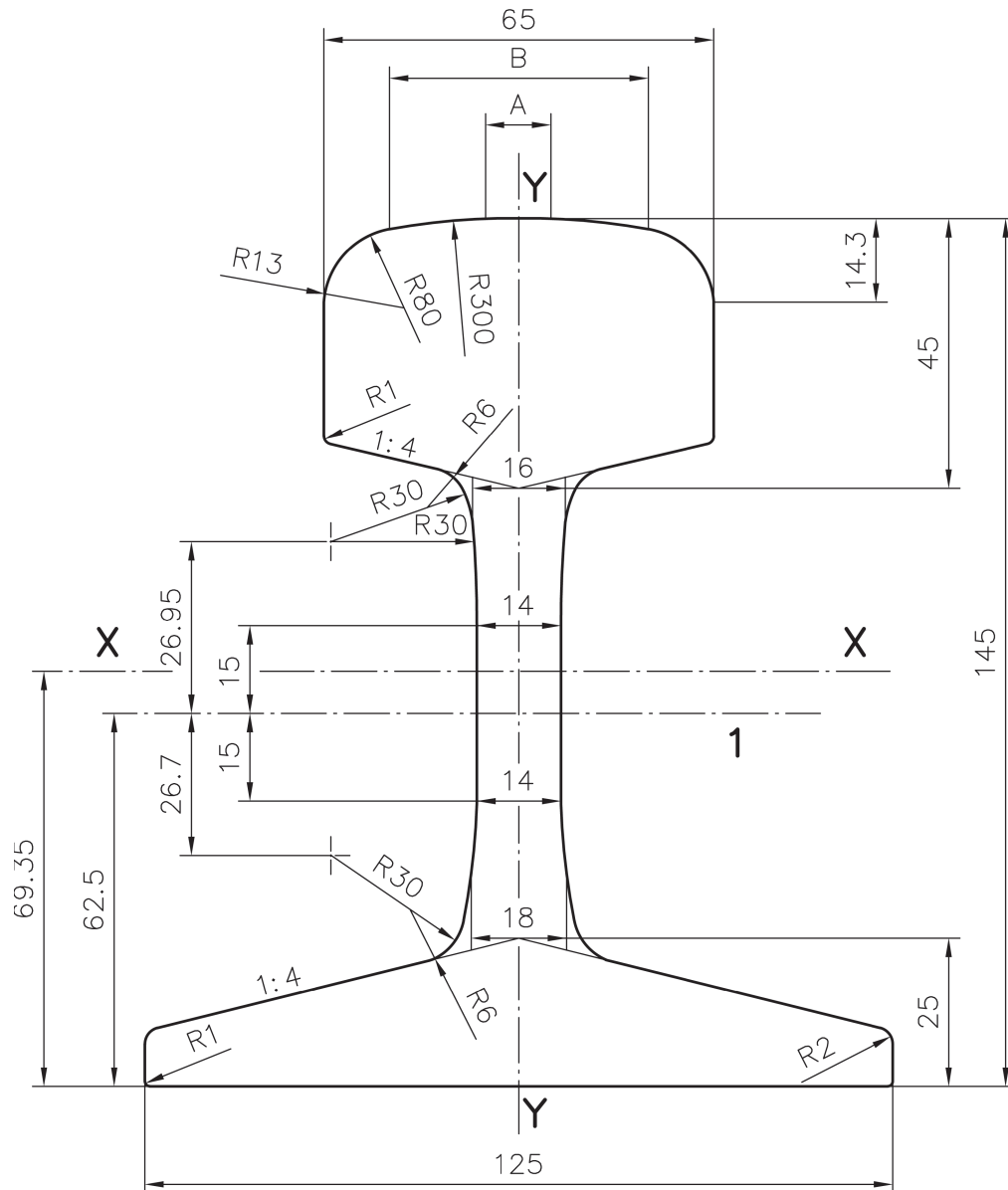
Schienenprofile

Die in Tabelle A.1 aufgeführten Schienenprofile sind neue, exakte Profile, die aus früheren Profilen entwickelt wurden. Tabelle A.2 und Bild A.25 definieren die Übergangspunkte.

Tabelle A.1 — Liste der Schienenprofile

Bild Nr.	Profil	Frühere Bezeichnung
A.1	46E1	SBB I
A.2	46E2	U33
A.3	46E3	NP 46
A.4	46E4	46 UNI
A.5	49E1	DIN S49
A.6	49E2	S49 T
A.7	49E5	—
A.8	50E1	U50E
A.9	50E2	50EB-T
A.10	50E3	BV 50
A.11	50E4	UIC 50
A.12	50E5	50 UNI
A.13	50E6	U 50
A.14	52E1	52 RATP
A.15	54E1	UIC 54
A.16	54E2	UIC 54 E
A.17	54E3	DIN S54
A.18	54E4	—
A.19	54E5	54E1AHC
A.20	54E6	
A.21	55E1	U55
A.22	56E1	BS 113lb BR Variant
A.23	60E1	UIC 60
A.24	60E2	—

Maße in Millimeter

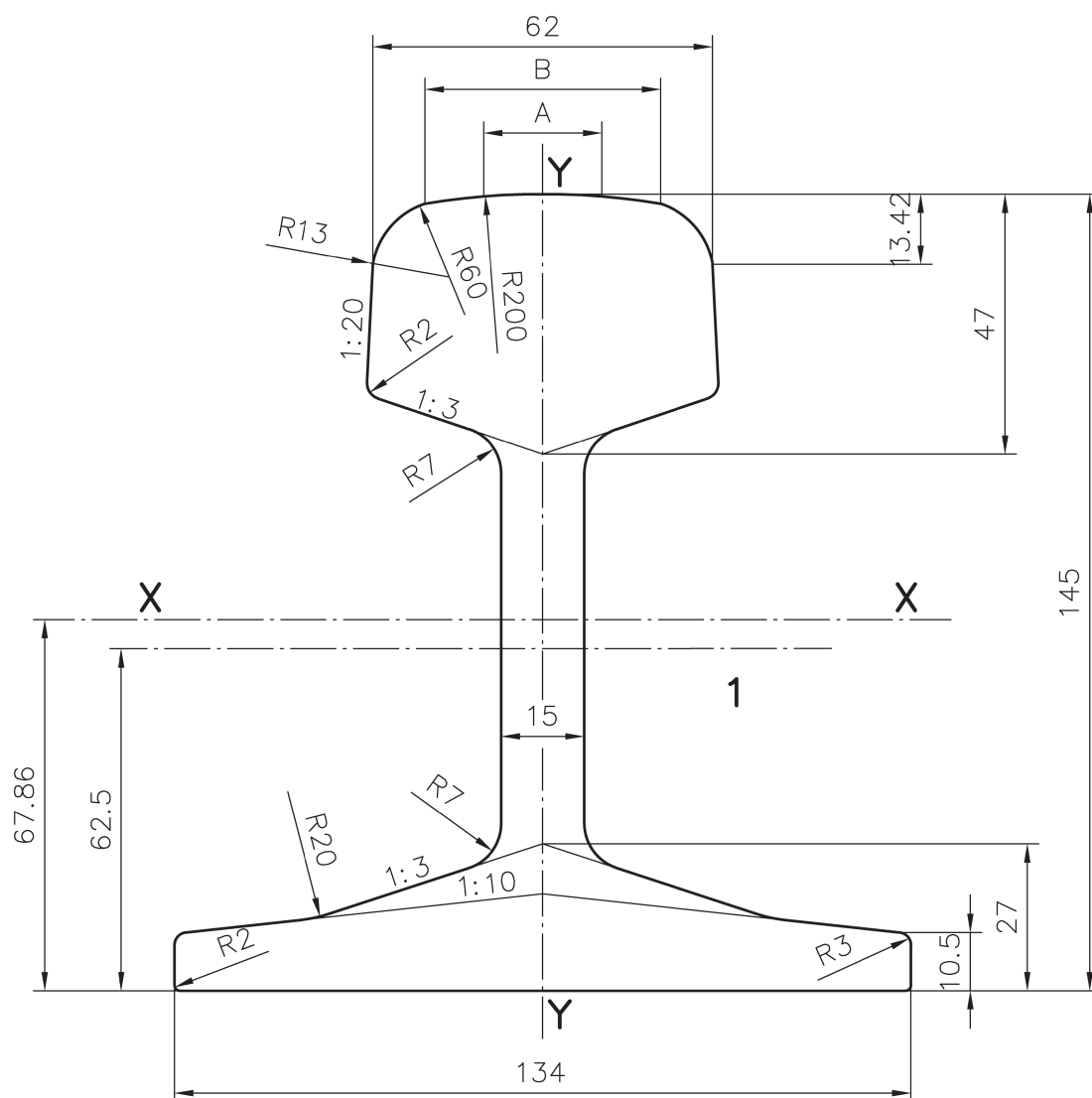


Legende

1 Mittellinie des Walzzeichens

Querschnittsfläche	:	58,82	cm ²
Masse je m Länge	:	46,17	kg/m
Trägheitsmoment, x-x-Achse	:	1 641,1	cm ⁴
Widerstandsmoment – Kopf	:	217	cm ³
Widerstandsmoment – Fuß	:	236,6	cm ³
Trägheitsmoment, y-y-Achse	:	298,2	cm ⁴
Widerstandsmoment, y-y-Achse	:	47,7	cm ³
kennzeichnende Maße	:	A = 18,881 mm	
	:	B = 43,881 mm	

Bild A.1 — Schienenprofil 46E1



Legende

1 Mittellinie des Walzzeichens

Querschnittsfläche	:	58,94	cm ²
Masse je m Länge	:	46,27	kg/m
Trägheitsmoment, x-x-Achse	:	1 642,7	cm ⁴
Widerstandsmoment – Kopf	:	213	cm ³
Widerstandsmoment – Fuß	:	242,1	cm ³
Trägheitsmoment, y-y-Achse	:	329,3	cm ⁴
Widerstandsmoment, y-y-Achse	:	49,1	cm ³

kennzeichnende Maße: $A = 27,946 \text{ mm}$
 $B = 40,588 \text{ mm}$

Bild A.2 — Schienenprofil 46E2