

Bahnanwendungen — Oberbau
Schienen
Teil 1: Vignolschienen ab 46 kg/m
Deutsche Fassung EN 13674-1:2003

DIN
EN 13674-1

ICS 45.080

Ersatz für
DIN 5901:1995-11

Railway applications — Track — Rail —
Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above;
German version EN 13674-1:2003

Applications ferroviaires — Voie — Rail —
Partie 1: Rails vignoles de masse supérieure ou égale à 46 kg/m;
Version allemande EN 13674-1:2003

Die Europäische Norm EN 13674-1:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 13674-1 wurde von der Arbeitsgruppe WG4 im Unterkomitee CEN/TC 256/SC 1 „Bahnanwendungen — Oberbau“ des Europäischen Komitees für Normung ausgearbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss 12 „Gleisoberbauerzeugnisse“ des Normenausschusses Eisen und Stahl (FES).

Die vorliegende Norm enthält die technischen Anforderungen an Vignolschienen (frühere Bezeichnung: Breitfußschienen) mit einer längenbezogenen Masse ab 46 kg/m aus unlegierten und legierten Stählen. Sie berücksichtigt insbesondere die Anforderungen an die Schienen, die sich aus dem Einsatz von Hochgeschwindigkeitszügen ergeben. Daraus resultiert im Vergleich mit den bisher national und international gültigen Schienennormen ein erhöhtes Anforderungsniveau. Schienen mit einer längenbezogenen Masse < 46 kg/m sind in E DIN EN 13674-4 genormt.

Fortsetzung Seite 2
und 104 Seiten EN

Normenausschuss Eisen und Stahl (FES) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuss Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Änderungen

Gegenüber DIN 5901:1995-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Schienenbezeichnung von „Breitfußschienen“ in „Vignolschienen“ geändert.
- b) Es wurden nur Schienen ab 46 kg/m aufgenommen.
- c) Die Kurznamen wurden geändert, wobei als Bezugsgröße nicht mehr die Zugfestigkeit, sondern die Mindesthärte auf der Fahrfläche dient.
- d) Die Stahlsorte R0550 (1.0422) ist entfallen.
- e) In leicht veränderter chemischer Zusammensetzung beibehalten wurden die Stahlsorten R0700 (1.0521) — ersetzt durch die Sorte R200, R0900 (1.0623) — ersetzt durch die Sorte R260, R1100Cr (1.0915) — ersetzt durch die Sorte R320Cr, und R1200 (1.0631) — ersetzt durch die Sorten R350HT und R350LHT.
- f) Zusätzlich aufgenommen wurden die Stahlsorten R220 (Zugfestigkeit 770 MPa) und R260Mn (Variante der Sorte R260 mit höherem Mangananteil).
- g) Die Festlegungen für Wärmebehandlung, mechanische Eigenschaften, Maße, Grenzabmaße und Formtoleranzen, Probenahme, Prüfumfang, Prüfung und Kennzeichnung wurden überarbeitet.
- h) Qualifizierungsprüfungen für die Herstellerzulassung wurden festgelegt.
- i) Umfangreiche bildliche Darstellungen zur Probenahme und Prüfung, über Schienenprofile und Messlehren sowie Schwefelabdrücke wurden aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 5901-1: 1938-01, 1948-03, 1965-03, 1995-11
DIN 5902-1: 1942-12, 1948-03, 1965-06, 1968-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

E DIN EN 13674-4, *Bahnanwendungen — Schienen — Teil 4: Vignolschienen zwischen 27 kg/m und unter 46 kg/m; Deutsche Fassung prEN 13674-4:2003.*

Deutsche Fassung

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

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

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Februar 2003 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Bestellangaben	8
5 Stahlsorten	9
6 Profilzeichnungen/-eigenschaften/-masse	9
7 Herstellung	9
7.1 Erzeugnisintegrität	9
7.1.1 Werkseigene Produktionskontrolle	9
7.1.2 Herstellung nach bester Praxis	10
7.2 Vorblöcke	10
7.3 Schienen	10
7.4 Kennzeichnung	10
7.4.1 Walzzeichen	10
7.4.2 Warmstempeln	11
7.4.3 Kaltstempeln	11
7.4.4 Sonstige Kennzeichnung	11
8 Qualifizierungsprüfungen	11
8.1 Verfahren	11
8.2 Risszähigkeit (K_{Ic})	12
8.2.1 Proben und Prüfverfahren	12
8.2.2 Qualifizierungskriterien	12
8.3 Beurteilung der Risswachstumsgeschwindigkeit	13
8.3.1 Prüfverfahren	13
8.3.2 Proben	13
8.3.3 Anzahl der Prüfungen und Prüfbedingungen	13
8.3.4 Qualifizierungskriterium	13
8.4 Dauerschwingversuch	13
8.4.1 Prüfverfahren	13
8.4.2 Proben	13
8.4.3 Anzahl der Prüfungen und Prüfbedingungen	13
8.4.4 Qualifizierungskriterium	14
8.5 Eigenspannungen im Schienenfuß	14
8.5.1 Prüfverfahren	14
8.5.2 Proben	14
8.5.3 Messungen	14
8.5.4 Qualifizierungskriterium	14
8.6 Verlauf der Oberflächenhärte auf der Mittellinie der Fahrfläche wärmebehandelter Schienen	14
8.7 Zugfestigkeit und Bruchdehnung	14
8.8 Seigerungen	15
8.9 Sonstige Qualifizierungsanforderungen	15
9 Abnahmeprüfungen	15
9.1 Laborprüfungen	15
9.1.1 Allgemeines	15
9.1.2 Chemische Zusammensetzung	16
9.1.3 Mikrogefüge	19
9.1.4 Entkohlung	19
9.1.5 Oxidischer Reinheitsgrad	20
9.1.6 Schwefelabdrücke	20

	Seite
9.1.7 Härte	20
9.1.8 Zugversuche	21
9.1.9 Wiederholungsprüfungen	21
9.2 Grenzabmaße und Formtoleranzen	22
9.2.1 Profil	22
9.2.2 Geradheit, Ebenheit der Oberfläche und Verwindung	23
9.2.3 Trennschneiden und Bohren	27
9.3 Messlehren	27
9.4 Prüfanforderungen für die Beurteilung der inneren Beschaffenheit und der Oberflächenbeschaffenheit	27
9.4.1 Anforderung bei der Ultraschallprüfung	27
9.4.2 Oberflächenbeschaffenheit	29
Anhang A (normativ) Schienenprofile	43
Anhang B (normativ) Standardprüfverfahren für die Bestimmung der Gleichmaß-Risszähigkeit (K_{Ic}) von Schienen	67
Anhang C (normativ) Verfahren zur Bestimmung der Eigenspannung in Längsrichtung an der Oberfläche des Schienenfußes	72
Anhang D (normativ) Schwefelabdrücke	75
Anhang E (normativ) Messlehren	89
Anhang F (informativ) Vergleich der Stahlbezeichnungen, die in dieser Norm verwendet werden, mit jenen in EN 10027-1 und EN 10027-2	102
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	103
Literaturhinweise	104

Vorwort

Dieses Dokument EN 13674-1:2003 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Gleisoberbauerzeugnisse“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2004 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen von EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Diese Europäische Norm EN 13674 umfasst die folgenden Teile:

Bahnanwendungen — Oberbau — Schienen

- *Teil 1: Vignolschienen ab 46 kg/m*
- *Teil 2: Schienen für Weichen und Kreuzungen, die in Verbindung mit Vignolschienen ab 46 kg/m verwendet werden*
- *Teil 3: Radlenkerschienen*
- *Teil 4: Vignolschienen mit einer längenbezogenen Masse zwischen 27 kg/m und unter 46 kg/m*

Weitere Normen, deren Veröffentlichung geplant ist, sind u.a.:

- *Spezialschienen — Teil 1: Rillenschienen und zugehörige Konstruktionsprofile*
- *Abbrennstumpfschweißen neuer Schienen der Stahlsorten R220 und R260 in einem Schweißwerk*
- *Abbrennstumpfschweißen neuer Schienen der Stahlsorten R260Mn und R350HT in einem Schweißwerk*
- *Abbrennstumpfschweißen neuer Schienen der Stahlsorten R220 und R260 mit mobilen Schweißmaschinen außerhalb eines Schweißwerks*
- *Schweißen von Schienen mit mobilen Schweißmaschinen außerhalb eines Schweißwerks*
- *Schweißen wieder verwendbarer Schienen der Stahlsorten R220 und R260*
- *Schweißen im Kreuzungsbau*
- *Freigabe von aluminothermischen Schweißprozessen*
- *Prüfungen zur Qualifizierung aluminothermischer Schweißer, Bestätigung von Auftragnehmern und Zulassung von Schweißverbindungen*
- *Aufarbeitung von Schienen mittels Lichtbogenschweißen*

Die Anhänge A, B, C, D und E sind normativ, Anhang F ist informativ.

Diese Norm enthält einen Abschnitt Literaturhinweise.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn und Vereinigtes Königreich.

Einleitung

Diese Einleitung gibt eine Erläuterung des Konzepts und der Überlegungen, die der Erstellung dieser Norm zugrunde lagen. Ihre Beschreibung sichert auch, dass bei künftigen Revisionen Einschränkungen unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts eliminiert oder beibehalten werden. Auf diese Weise wird gleich bleibende Sicherheit bei Einführung neuer Hersteller, Erzeugnisse und Technologien gewährleistet.

Die am häufigsten verwendeten Normen der Welt für die Lieferung von Eisenbahnschienen wurden bei der Erstellung dieser Norm durchgesehen. Die moderne Schienenherstellungstechnologie und die Anforderungen, die sich aus dem Einsatz von Hochgeschwindigkeitszügen innerhalb der Europäischen Union ergeben, machten es jedoch erforderlich, Philosophie und Inhalt dieses Teils der EN 13674 völlig neu zu überdenken.

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, die bisher in keiner nationalen oder internationalen Norm enthalten sind. Sie beinhalten auch typische Ergebnisse entsprechender Abnahmeprüfungen.

Die Einteilung der Schienen basiert auf der Härte, und nicht auf der Zugfestigkeit.

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.

Die in diesem Teil der EN 13674 festgelegten Stahlsorten berücksichtigen die Trends bei der Anwendung im Eisenbahnwesen und auch wärmebehandelte Schienen. Diese Norm enthält Schienenprofile für Vignolschienen mit einer längenbezogenen Masse ab 46 kg/m.

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. Juni 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.

Diese Norm spiegelt diese Änderung der Philosophie wider, wenn von dem traditionellen Inhalt von Schienennormen ausgegangen wird. Die am häufigsten verwendeten Schienennormen der Welt wurden durchgesehen. Alle für den Anwender und den Hersteller gleichermaßen wichtigen Aspekte wurden mit dem Ziel analysiert, für die gesamte Norm spezifische Anwendbarkeit und Relevanz zu sichern. Beispielsweise basieren die Einteilung der Schienen und viele andere Gesichtspunkte der Norm auf der Härte, und nicht auf der Zugfestigkeit. Während beide Parameter in direktem Zusammenhang stehen, zeichnet sich die Härte dadurch aus, dass sie sehr schnell und preisgünstig ermittelt werden kann und dem Anwender zutreffende Informationen liefert — besonders dann, wenn die Eigenschaften in unterschiedlichen Profilbereichen voneinander abweichen.

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 „normalen“ 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.

Ein Gesichtspunkt der Norm, bei dem vollständig mit der Tradition gebrochen wird, ist die Einbeziehung eines Abschnittes für Qualitätsmanagement und Prüfung für die Sicherung der Erzeugnisintegrität.

Damit die Qualitätsmanagementsysteme aller Hersteller übereinstimmen und dem Anwender beste Sicherheit für gleich bleibende Qualität der geforderten Erzeugnisparameter für diese sicherheitskritische Komponente des Gleisbaus geben, empfiehlt die Gütenorm, dass der Hersteller ein Qualitätsmanagementsystem betreibt, das zumindest Gleichwertigkeit mit den Anforderungen der EN ISO 9001 bietet. Die Einfügung dieser Empfehlung vermindert auch die Notwendigkeit, detaillierte Angaben über Verfahren und Eichung, beispielsweise für die normale Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und die Prüfung, umfassender zu beschreiben.

Auf Herstellverfahren sollte eigentlich in Erzeugnisnormen kein Bezug genommen werden. Einige Schieneneigenschaften sind jedoch entweder nicht exakt bekannt oder mit hinreichender statistischer Signifikanz nicht messbar. In derartigen Fällen wird als letzte Möglichkeit auf Herstellungstechnologien Bezug genommen, die bester Praxis entsprechen. Festgelegt sind Anlagen, die die höchste Wahrscheinlichkeit bieten, das erforderliche Erzeugnis für die Anwendung im Gleisbau zu erhalten. Zukünftige neue technische Lösungen können die Liste dieser Angaben vergrößern, werden sie aber vorzugsweise vermindern.

Beispiele für Bereiche, deren Stand der Technik die Norm berührt, ohne ihn vollständig einzubeziehen:

- Beziehungen Oxid — Sauerstoff;
- Verfahren der Wasserstoffbestimmung;
- Einfluss des Richtens mit Rollenrichtmaschinen auf die Restspannungen;
- Einfluss des Richtens mit Rollenrichtmaschinen auf den Kontaktverschleiß;
- Messung des Einflusses der Eigenspannungen auf die gesamte Schiene.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm enthält Festlegungen für Vignolschienen mit einer längenbezogenen Masse ab 46 kg/m für normale und Hochgeschwindigkeitsstrecken im Eisenbahnwesen.

Sieben perlitische Stahlsorten in einem Härtebereich zwischen 200 HBW und 390 HBW sind festgelegt. Die Schienen sind entweder nicht wärmebehandelt und bestehen aus Kohlenstoff-Mangan-Stahl bzw. legiertem Stahl oder sind wärmebehandelt und bestehen aus Kohlenstoff-Mangan-Stahl bzw. niedrig legiertem Stahl.

In dieser Norm sind 21 Schienenprofile festgelegt.

Zwei Schienenklassen 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

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur dann zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur.*

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

EN 10276-1, *Chemische Analyse von Eisenwerkstoffen – Bestimmung von Sauerstoff in Stahl und Eisen — Teil 1: Entnahme und Vorbereitung von Probenabschnitten aus Stahl für die Bestimmung von Sauerstoff.*

EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:1999).*

ISO 1099:1975, *Metals — Axial load fatigue testing.*

ISO 4968:1979, *Steel — Macrographic examination by sulfur print (Baumann method).*

ASTM E399, *Standard test method for plane strain fracture toughness of metallic materials (Standardprüfverfahren zur Beurteilung der Bruchzähigkeit metallischer Werkstoffe).*

BS 6835-1:1998, *Method for determination of the rate of fatigue crack growth in metallic materials (Verfahren zur Bestimmung der Risswachstumsgeschwindigkeit in metallischen Werkstoffen).*

DIN 50602:1985, *Metallographische Prüfverfahren — Mikroskopische Prüfung von Edelmetallen auf nichtmetallische Einschlüsse mit Bildreihen.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1

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; beim Sequenzgießen sollten die Blöcke, die aus der Mischzone stammen, klar definiert sein

3.2

Sequenz

Anzahl von Schmelzen derselben Stahlsorte, die mit einem neuen oder reparierten Verteiler im Strang vergossen werden; Verteiler können im Parallelbetrieb verwendet werden, wenn der Verteiler mehrere Stränge hat

3.3

wärmebehandelte Schiene

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

3.4

wieder erwärmte Schiene

Schiene, die zum Zwecke der Wärmebehandlung erneut austenitisiert wurde

3.5

aus der Walzhitze wärmebehandelte Schiene

wärmebehandelte Schiene, die nach dem Walzen nicht erneut austenitisiert wurde

3.6

Walzprozess

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

3.7

isothermisches Glühverfahren

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

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

ANMERKUNG 2 Dieses Verfahren wird manchmal als subkritisches Diffusionsglühen bezeichnet.

3.8

Qualifizierungsprüfungen

spezielle Prüfungen und Kriterien, die für einige Aspekte des Schieneneinsatzes von Bedeutung sind; Abnahmeprüfungen bilden ebenfalls einen Teil der Qualifizierungsprüfungen

3.9

Abnahmeprüfungen

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

4 Bestellangaben

Der Besteller muss dem Hersteller 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 9.2.3 und Tabelle 10);
- 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, die die Bolzenbohrungen zu unterziehen sind;
- h) Grenzabmaße der Bolzenbohrungen, die auf besondere Weise zu prüfen sind;
- i) Angaben zur Farbkennzeichnung (siehe 7.4.4).

5 Stahlsorten

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

Zu den Stahlbezeichnungen nach dieser Norm werden in Anhang F die entsprechenden Stahlbezeichnungen nach EN 10027-1 und EN 10027-2 angegeben.

Tabelle 1 — Stahlsorten

Stahlsorte ^a	Härtebereich HBW	Beschreibung	Art der Walzzeichen
R200	200 bis 240	Kohlenstoff-Mangan (C-Mn)-Stahl	ohne Walzzeichen
R220	220 bis 260	Kohlenstoff-Mangan (C-Mn)-Stahl	_____
R260	260 bis 300	Kohlenstoff-Mangan (C-Mn)-Stahl	_____ _____
R260Mn	260 bis 300	Kohlenstoff-Mangan (C-Mn)-Stahl	_____ _____
R320Cr	320 bis 360	legierter Stahl (1% Cr)	_____ _____ _____
R350HT	350 bis 390 ^b	Kohlenstoff-Mangan (C-Mn)-Stahl, wärmebehandelt	_____ _____ _____
R350LHT	350 bis 390 ^b	Niedrig legierter Stahl, wärmebehandelt	_____ _____ _____

^a Siehe Tabelle 5 zur chemischen Zusammensetzung bzw. zu den mechanischen Eigenschaften.

^b Siehe Tabelle 7 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 8 einzuhalten. Alle anderen Angaben dienen nur der Information.

ANMERKUNG Die Werte der längenbezogenen Masse basieren auf einer Dichte des Stahls von 7 850 kg/m³.

7 Herstellung

7.1 Erzeugnisintegrität

7.1.1 Werkseigene Produktionskontrolle

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 zu gewährleisten.

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

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.

7.1.2 Herstellung nach bester Praxis

Das Erzeugnis muss nach bester Praxis nach den Festlegungen in 7.1 produziert werden.

ANMERKUNG Damit soll sichergestellt werden, dass jene in der Einleitung beschriebenen Schieneneigenschaften, die nicht genau bekannt oder praktisch nicht messbar sind, das erforderliche hohe Niveau der Erzeugnisintegrität für die Anwendung im Gleisbau erreichen.

7.2 Vorblöcke

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

7.3 Schienen

7.3.1 Der Hersteller muss ein Verfahren anwenden, das während der Walz- und Richtprozesse 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 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 _____ 96 60 E 1

(Profil 60 E 1, gewalzt 1996, Kohlenstoff-Mangan-Stahl mit einer Härte von 260 HBW)

Walzwerk _____ 96 60 E 1

(Profil 60 E 1, gewalzt 1996, wärmebehandelter Kohlenstoff-Mangan-Stahl mit einer Härte von 350 HBW)

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 5 m einzuprägen ist, identifizierbar sein.

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

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 Radius) 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 0,5 mm bis 1,5 mm tief eingeprägt sein. Das Schriftbild muss das in Bild 1 dargestellte Aussehen haben.

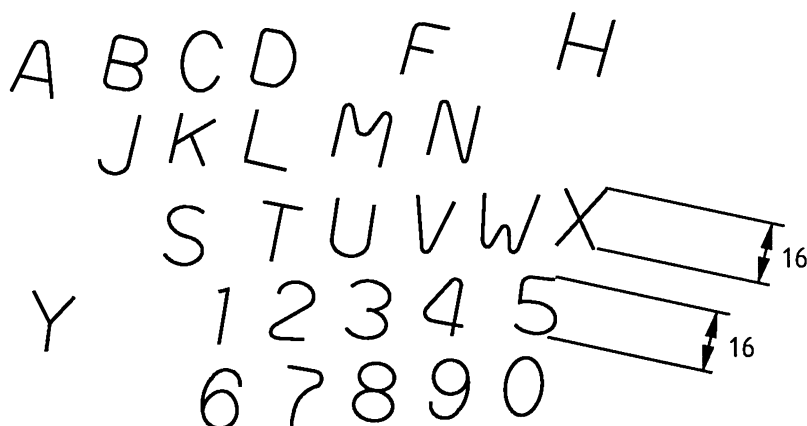


Bild 1 — Form und Größe der Buchstaben und Zahlen mit 10°-Neigung für die Schienenstempelung

Das angewendete Identifizierungssystem muss im Prägezeichen folgende Angaben erkennen lassen:

- a) die der Schiene zuzuordnende Schmelzenummer;
- 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 einzuschleifen.

7.4.3 Kaltstempeln

Kaltstempeln darf nur im Querschnitt von Schnittflächen im zentralen Teil des Schienenkopfes auf Verlangen des Bestellers erfolgen.

7.4.4 Sonstige Kennzeichnung

Die Schienen der Klasse A sind durch eine grüne Markierung zu kennzeichnen, deren Position durch den Besteller festzulegen ist. Zusätzlich kann die Stahlsorte durch Verwendung eines Anstriches gekennzeichnet werden. Der Besteller muss Farbe und Position des Anstriches 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 9.1.2.2 nachweisen.

8.1.2 Alle Qualifizierungsprüfungen nach den Festlegungen in 8.2 bis 8.9 müssen mindestens einmal in fünf Jahren sowie bei bedeutenden Änderungen des Herstellverfahrens für alle Stahlsorten durchgeführt werden. Zusätzlich sind Eigenspannungsuntersuchungen für alle verfügbaren Stahlsorten einmal in zwei Jahren durchzuführen, mit der Ausnahme nach 8.7.1, wonach eine Voraussage-Gleichung auf der Grundlage fortlaufender Eingaben anzuwenden ist. Zusätzlich ist die Prüfung auf Eigenspannungen für alle verfügbaren Stahlsorten einmal in zwei Jahren durchzuführen.

Der Hersteller muss die Prüfung nur am Profil 60 E 1 oder an dem schwersten von ihm hergestellten Profil durchführen.

Die gelieferten Schienenstähle und -profile müssen die Qualifizierungskriterien nach 8.2 bis 8.9 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 9.1.8.3, unterzogen werden.

8.1.4 Die Proben zur Ermittlung der Risszähigkeit, der Risswachstumsgeschwindigkeit und für Dauerschwingversuche (siehe 8.2, 8.3 bzw. 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.

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 Ergebnisse 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	K_{Ic} -Einzelwert MPa m ^{1/2} min.	K_{Ic} -Mittelwert MPa m ^{1/2} min.
R200 und R220	30	35
R260 und R260Mn	26	29
R320Cr	24	26
R350HT	30	32
R350LHT	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 BS 6835-1 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, mit Ausnahme der Sorten R200 und R320Cr	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 durchzuführen.

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 °C und +25 °C liegen.
- Als steuernde Variable ist die axiale Spannungsamplitude zu verwenden.
- Der Versuch ist bei Biegewechselbeanspruchung mit einer Mittelspannung von 0 durchzuführen.

8.4.4 Qualifizierungskriterium

Für eine Gesamtspannungsamplitude 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 sechs Proben muss 1 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 betragen.

8.6 Verlauf der Oberflächenhärte auf der Mittellinie der Fahrfläche wärmebehandelter Schienen

Dieser Abschnitt gilt nur für wärmebehandelte Schienen.

Der längsten vom Hersteller 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 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 Zugfestigkeit und Bruchdehnung

8.7.1 Unter Anwendung der multiplen Regressionsanalyse sind Gleichungen abzuleiten, mit denen aus der chemischen Analyse die Zugfestigkeit bzw. Bruchdehnung für alle produzierten naturharten 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.

8.7.2 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 und höchstens 200 Schmelzen bestimmt werden.

Zur Bestimmung der Gleichungen ist ein gültiger Zugversuch je Schmelze durchzuführen. Die Zugversuche sind in Übereinstimmung mit 9.1.8.2 und 9.1.8.3 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).

8.7.3 Die mithilfe der Voraussage-Gleichungen ermittelten Werte müssen mit den experimentell nach 9.1.8 bestimmten Werten der Zugfestigkeit und Bruchdehnung verglichen werden. Für diesen Vergleich ist ein gültiger Zugversuch je 2 000 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.

8.7.4 Die experimentell bestimmten Werte der Zugfestigkeit und Bruchdehnung (siehe 8.7.3) 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 200 Versuchsergebnissen basieren.

8.7.5 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 folgende Festlegungen:

- 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 nicht zur Zufriedenheit des Bestellers gelöst werden, so ist der Hersteller nicht länger nach 8.1.1 qualifiziert. Wenn die Ergebnisse der physikalischen Prüfungen den Anforderungen nach Tabelle 5a) entsprechen, gilt das Erzeugnis als anforderungsgerecht.

8.8 Seigerungen

Von Proben des gesamten Schienenquerschnitts sind Schwefelabdrücke nach ISO 4968 anzufertigen. Bei mindestens fünf 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.

8.9 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 9.1.2 bis 9.1.8 erfüllen. Alle Schienen müssen den Anforderungen nach den Abschnitten 8 und 9 entsprechen.

Tabelle 4 — Prüfumfang

Prüfung (auf)	Entsprechender Unterabschnitt	Stahlsorten	
		R200, R220, R260, R260Mn, R320Cr	R350HT, R350LHT
Schmelzenanalyse	9.1.2	eine Prüfung je Schmelze	
Wasserstoff	9.1.2.2	eine Prüfung je Schmelze (2/Schmelze von der ersten Schmelze einer Sequenz)	
Gesamtsauerstoff	9.1.2.3	eine Prüfung je Sequenz ^a	
Mikrogefüge	9.1.3	nicht erforderlich für die Sorten R200, R220 und R260; eine Prüfung je 1 000 t oder Teile davon für die Sorten R260Mn und R320Cr	eine Prüfung je 50 t bei Wiedererwärmung für die Wärmebehandlung ^{a, c} ; eine Prüfung je 100 t bei Wärmebehandlung aus der Walzhitze ^{a, c}
Entkohlung	9.1.4	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)	9.1.5	eine Prüfung je Sequenz ^{a, b}	eine Prüfung je Sequenz ^{a, b oder c}
Schwefelabdruck	9.1.6	eine Prüfung je 500 t oder Teile davon ^{a, b}	eine Prüfung je 500 t oder Teile davon ^{a, b oder c}
Härte	9.1.7	eine Prüfung je Schmelze ^{a, b}	eine Prüfung je 50 t bei Wiedererwärmung für die Wärmebehandlung ^{a, c} ; eine Prüfung je 100 t bei Wärmebehandlung aus der Walzhitze ^{a, c}
Zugversuch	8.7 und 9.1.8	eine Berechnung je Schmelze; eine Prüfung je 2 000 t ^{a, b}	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.			

9.1.2 Chemische Zusammensetzung

9.1.2.1 Allgemeines

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

Tabelle 5a) — Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften

Stahlsorte/Probe		Massenanteile in %									Massen- anteile in 10 ⁻⁴ %		Zugfestig- keit <i>R_m</i> MPa min.	Bruch- deh- nung <i>A</i> % min.	Härte auf der Fahrfläche (Mittellinie) ^c HBW
											(ppm) max.				
		C	Si	Mn	P max.	S	Cr	Al max.	V max.	N max.	O ^a	H ^b			
R200	Schmelze	0,40 bis 0,60	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,035	0,008 bis 0,035	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	20	3,0	680	14	200 bis 240
	Stück	0,38 bis 0,62	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,040	0,008 bis 0,040	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	20	3,0			
R220	Schmelze	0,50 bis 0,60	0,20 bis 0,60	1,00 bis 1,25	0,025	0,008 bis 0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,008	20	3,0	770	12	220 bis 260
	Stück	0,50 bis 0,60	0,20 bis 0,60	1,00 bis 1,25	0,025	0,008 bis 0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,008	20	3,0			
R260	Schmelze	0,62 bis 0,80	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,025	0,008 bis 0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	20	2,5	880	10	260 bis 300
	Stück	0,60 bis 0,82	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,030	0,008 bis 0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	20	2,5			
R260Mn	Schmelze	0,55 bis 0,75	0,15 bis 0,60	1,30 bis 1,70	0,025	0,008 bis 0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	20	2,5	880	10	260 bis 300
	Stück	0,53 bis 0,77	0,13 bis 0,62	1,25 bis 1,75	0,030	0,008 bis 0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	20	2,5			
R320Cr	Schmelze	0,60 bis 0,80	0,50 bis 1,10	0,80 bis 1,20	0,020	0,008 bis 0,025	0,80 bis 1,20	0,004	0,18	0,009	20	2,5	1 080	9	320 bis 360
	Stück	0,58 bis 0,82	0,48 bis 1,12	0,75 bis 1,25	0,025	0,008 bis 0,030	0,75 bis 1,25	0,004	0,20	0,010	20	2,5			
R350HT	Schmelze	0,72 bis 0,80	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,020	0,008 bis 0,025	≤ 0,15	0,004	0,030	0,009	20	2,5	1 175	9	350 bis 390
	Stück	0,70 bis 0,82	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,025	0,008 bis 0,030	≤ 0,15	0,004	0,030	0,010	20	2,5			
R350LHT	Schmelze	0,72 bis 0,80	0,15 bis 0,58	0,70 bis 1,20	0,020	0,008 bis 0,025	≤ 0,30	0,004	0,030	0,009	20	2,5	1 175	9	350 bis 390
	Stück	0,70 bis 0,82	0,13 bis 0,60	0,65 bis 1,25	0,025	0,008 bis 0,030	≤ 0,30	0,004	0,030	0,010	20	2,5			
^a Siehe 9.1.2.3.															
^b Siehe 9.1.2.2.															
^c Siehe Bild 10.															

Tabelle 5b) — Maximale Massenanteile an Begleitelementen in %

Stahlsorte	Mo	Ni	Cu	Sn	Sb	Ti	Nb	Cu +10 Sn	Sonstige
R200, R220, R260, 260Mn	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,01	0,35	Cr+Mo+Ni+Cu+V: 0,35
R320Cr	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,01	0,35	Ni+Cu: 0,16
R350HT	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,04	0,35	Cr+Mo+Ni+Cu+V: 0,25
R350LHT	0,02	0,10	0,15	0,030	0,020	0,025	0,04	0,35	Mo+Ni+Cu+V: 0,20

9.1.2.2 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 Schmelzen sind nach Tabelle 6 anhand der ermittelten Wasserstoffanteile in Gruppen einzuteilen.

Die Vorblöcke der in Gruppe 1 eingestuften Schmelzen gelten als bedingungsgemäß.

Vorblöcke aus Schmelzen, die in Gruppe 2 eingestuft sind, müssen einer langsamen Abkühlung oder einer isothermischen Behandlung unterzogen werden. Die Prüfung ist bei allen Schmelzen an der fertigen Schiene vorzunehmen.

Tabelle 6 — Wasserstoffanteil in der Schmelze

Schmelzengruppe	Wasserstoffanteil in der Schmelze in 10 ⁻⁴ % (ppm)	
	Stahlsorten R200 und R220	Sonstige Stahlsorten
1	≤ 3,0	≤ 2,5
2	> 3,0	> 2,5

Entsprechen die Werte des Wasserstoffanteils der ersten Proben einer Schmelze oder der Probe einer zweiten oder weiteren Schmelze nicht den Anforderungen nach Tabelle 5a), 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 5a) entspricht, langsam abgekühlt oder isothermisch behandelt 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 5a) festgelegten Anforderungen, ist die gesamte Schmelze zurückzuweisen.

9.1.2.3 Sauerstoffgesamtanteil

9.1.2.3.1 Allgemeines

Der Sauerstoffgesamtanteil im flüssigen Stahl ist an einer aus dem flüssigen Stahl entnommenen Probe nach Erstarrung oder an einer Probe aus dem Schienenkopf an der in Bild 4 angegebenen Stelle zu bestimmen. Den Prüfumfang gibt Tabelle 4 an.

Bei Aufträgen in einem Umfang von mehr als 5 000 t müssen mindestens 95 % der Schmelzen einen Sauerstoffanteil von weniger als 0,002 0 % aufweisen. Maximal 5 % der Schmelzen dürfen einen Sauerstoffanteil von bis zu 0,003 0 % aufweisen. Schmelzen mit einem Sauerstoffanteil von mehr als 0,003 0 % sind zurückzuweisen.

Bei Aufträgen mit einem Umfang von weniger als 5 000 t ist nur eine Probe mit einem Sauerstoffgesamtanteil größer als 0,002 0 %, aber kleiner als 0,003 0 % zugelassen. Schmelzen mit einem Sauerstoffgesamtanteil größer als 0,003 0 % sind zurückzuweisen. Nach jeder Schmelze mit einem Sauerstoffgesamtanteil größer als 0,002 0 % müssen alle nachfolgenden Schmelzen geprüft werden, bis Werte kleiner als 0,002 0 % erreicht sind.

9.1.2.3.2 Probenvorbereitung

Die Dicke der Schienen-Querprobe muss 4 mm betragen.

Die Proben sind nach EN 10276-1 vorzubereiten.

9.1.2.3.3 Sauerstoffbestimmung

Die Sauerstoffbestimmung ist mit einem Analysierautomaten durchzuführen.

9.1.3 Mikrogefüge

9.1.3.1 Allgemeines

Das Mikrogefüge ist bei 500facher Vergrößerung zu prüfen.

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

Für die Prüfposition im Schienenkopf gelten die Festlegungen in Bild 5.

9.1.3.2 Stahlsorten R200 und R220

Es muss ein Mikrogefüge, bestehend aus Perlit und Korngrenzenferrit, vorliegen. Martensit, Bainit oder Korngrenzenzementit sind nicht zugelassen.

9.1.3.3 Stahlsorten R260 und R260Mn

Es muss ein perlitisches Mikrogefüge vorliegen. Korngrenzenferrit darf jedoch bei diesen Stahlsorten auftreten. Die maximalen Anteile von Korngrenzenferrit sind aus Bild 6 ersichtlich. Martensit, Bainit oder Korngrenzenzementit sind nicht zugelassen.

9.1.3.4 Stahlsorte R320Cr

Das Mikrogefüge muss vollständig perlitisch sein und darf keine Anteile an Martensit, Bainit oder Korngrenzenzementit enthalten.

9.1.3.5 Stahlsorten R350HT und R350LHT

Das Mikrogefüge muss perlitisch sein und darf keine Anteile an Martensit, Bainit oder Korngrenzenzementit enthalten. Die maximal zulässigen Anteile an Korngrenzenferrit sind aus Bild 6 ersichtlich.

9.1.4 Entkohlung

Ein geschlossenes Ferritnetzwerk ist im Schienenkopf ab 0,5 mm Abstand von der Oberfläche an keiner Stelle zulässig. Die Entkohlungstiefe wird mittels Härteprüfung mit dem in Tabelle 4 angegebenen Prüfumfang bestimmt. Nach einer Mindestvorbereitung der Schienenoberfläche (durch Polieren) wird eine Härteprüfung nach dem in 9.1.7 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).

Mikrogefügeaufnahmen, aus denen die zugelassene Entkohlungstiefe ersichtlich ist, zeigt Bild 7. Bild 8 zeigt die Oberfläche des Schienenkopfes für die Prüfung auf Entkohlung definiert.

9.1.5 Oxidischer Reinheitsgrad

Proben sind in Übereinstimmung mit DIN 50602 vorzubereiten und zu untersuchen. Bei Aufträgen im Umfang bis zu 5 000 t ist nur ein K3-Wert größer als 10, aber kleiner als 20 zugelassen. Probenabschnitte sind jeweils vom letzten Vorblock eines Stranges der letzten Schmelze einer Sequenz zu entnehmen und von jedem Probeabschnitt sind zwei Proben zu prüfen.

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 9 ersichtlich.

9.1.6 Schwefelabdrücke

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

Alle Probenabschnitte, auch jene, die für Wiederholungsprüfungen vorgesehen sind, sind aus einem Bereich außerhalb der Mischzone zwischen aufeinander folgenden Schmelzen 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.

9.1.7 Härte

Brinell-Härteprüfungen sind in Übereinstimmung mit EN ISO 6506-1 in dem in Tabelle 4 angegebenen Umfang durchzuführen. Folgende Prüfbedingungen sind einzuhalten:

- Wolframkarbidkugel;
- Kugeldurchmesser von 2,5 mm;
- Prüflast von 1,839 kN;
- Haltezeit von 15 s.

Andere Prüfverfahren, z. B. Rockwell- oder Vickers-Härteprüfung, dürfen angewendet werden; in strittigen Fällen ist jedoch die Brinell-Härteprüfung in Übereinstimmung mit EN ISO 6506-1 anzuwenden.

Die ermittelten Härtewerte müssen die Anforderungen nach Tabelle 7 für die entsprechende Stahlsorte erfüllen.

Bei den wärmebehandelten Stahlsorten muss der Mittelwert für die Position 2 größer sein als der Wert für die Position 3 + 0,4 [(Mittelwert für die Position 1) minus (Wert für die Position 3)]. Außerdem darf die Differenz zwischen einer der drei Positionen 1 nicht mehr als 30 HBW betragen. Die Lage der Prüfeindrücke wird in Bild 10 angegeben.

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

Für die Stahlsorten R200, R220, R260, R260Mn und R320Cr ist die Härte nur für die Position RS zu bestimmen. An wärmebehandelten Schienen ist die Härte an den in Bild 10 angegebenen Stellen zu prüfen.

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

Tabelle 7 — Härteprüfung — Prüfpositionen und Anforderungen

Prüfposition	Härte <i>HBW</i> für die Stahlsorten				
	R200	R220	R260, R260Mn	R320Cr	R350HT, R350LHT
RS ^a	200 bis 240	220 bis 260	260 bis 300	320 bis 360	350 bis 390 ^b
1					≥ 340
2					≥ 331
3					≥ 321
4					≥ 340

^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.

9.1.8 Zugversuche

9.1.8.1 Stahlsorten R200, R220, R260, R260Mn und R320Cr

Für die Stahlsorten R200, R220, R260, R260Mn und R320Cr sind Zugfestigkeit und Bruchdehnung mithilfe der in 8.7.2 beschriebenen Voraussage-Gleichung zu bestimmen.

Ist ein Hersteller zeitweise nicht qualifiziert oder hindern ihn begrenzte Produktionsmengen an der Qualifizierung, so ist der Zugversuch schmelzenweise durchzuführen.

Die nach der Voraussage-Gleichung bestimmten Werte dürfen nicht geringer sein als in Tabelle 5a) angegeben.

9.1.8.1 Stahlsorten R350HT und R350LHT

Für die Stahlsorten R350HT und R350LHT sind Zugversuche 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 5a) erfüllen.

9.1.8.2 Prüfverfahren

Der Hersteller muss die im Zugversuch zu bestimmenden Eigenschaften in Übereinstimmung mit EN 10002-1 unter Einsatz von Rundproben folgender Abmessungen ermitteln:

- Durchmesser von 10 mm;
- Anfangsquerschnitt von 78,5 mm²;
- Anfangsmesslänge von 50 mm;
- Versuchslänge von mindestens 55 mm.

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

9.1.9 Wiederholungsprüfungen

Werden die Anforderungen für eine der Prüfungen nach 9.1.2 bis 9.1.8 (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 siehe 9.1.2.2 bzw. 9.1.2.3.

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 5a).

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 8 angegebenen Grenzabmaße voneinander abweichen.

Tabelle 8 — Profilvergrenzabmaße

* Bezugspunkte (siehe Bild E.1)	Profilklasse (Maße in mm)		Bildnummer der Messlehre (siehe Anhang E)
	X	Y	
Schienenhöhe ^a *H			E.3
< 165 mm	± 0,5	+ 0,5 – 1,0	
≥ 165 mm	± 0,6	+ 0,6 – 1,1	
Fahrkantenprofil *C			E.4
Geradheit, Klasse A	+ 0,6 – 0,3	+ 0,6 – 0,3	
Geradheit, Klasse B	± 0,6	± 0,6	
Breite des Schienenkopfes *WH	± 0,5	+ 0,6 – 0,5	E.5
Schienenasymmetrie *As	± 1,2	± 1,2	E.6, E.7
Laschenkammerneigung ^b *IF (14 mm parallel zur Neigung der theoretischen Laschenoberfläche zu bestimmen)	± 0,35	± 0,35	E.8
Höhe der Laschen- anlagefläche *HF			E.8
< 165 mm	± 0,5	± 0,5	
≥ 165 mm	± 0,6	± 0,6	
Stegdickte *WT	+ 1,0 – 0,5	+ 1,0 – 0,5	E.9
Schienenfußbreite *WF	± 1,0	+ 1,5 – 1,0	E.10
Schienenfußdicke *TF	+ 0,75 – 0,5	+ 0,75 – 0,5	E.11
Konkavität am Schienenfuß	max. 0,3	max. 0,3	
^a Das Grenzmaß 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. ^b Die Grenzabmaße für die Laschenanlagekante am Schienenkopf und am Schienenfuß betragen jeweils 0,35 mm; das zulässige Gesamtgrenzabmaß beträgt aber ebenfalls 0,35 mm.			

9.2.2 Geradheit, Ebenheit der Oberfläche und Verwindung

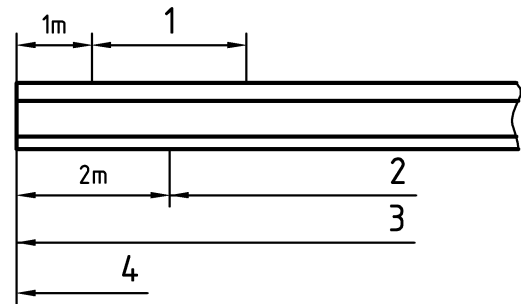
Die Prüfung der Schienen auf Ebenheit ist automatisch durchzuführen.

Die Formtoleranzen für die Geradheit, die Fahrflächenebenheit und die Verwindung müssen die Anforderungen nach Tabelle 9 erfüllen. 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 9 nachzuweisen.

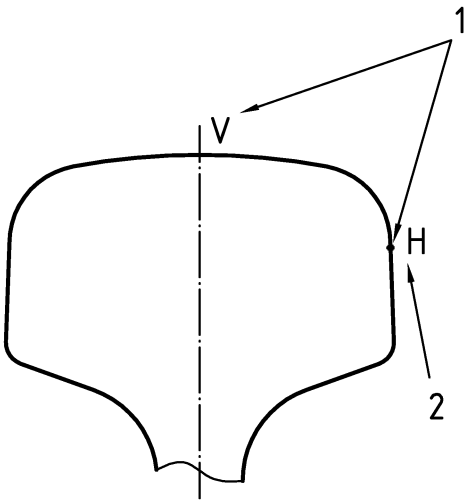
Zur Messung der seitlichen Geradheitsabweichung muss die Schiene senkrecht auf eine geeignete Unterlage gestellt werden, die es zulässt, dass die Schiene frei steht. Andere Messverfahren dürfen angewendet werden; in strittigen Fällen ist jedoch nur das angegebene Verfahren zugelassen.

Tabelle 9 — Grenzabmaße für Geradheit, Ebenheit und Verwindung



Legende

- 1 Übergang
- 2 Schienenkörper
- 3 gesamte Schiene
- 4 Ende „E“



Legende

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

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

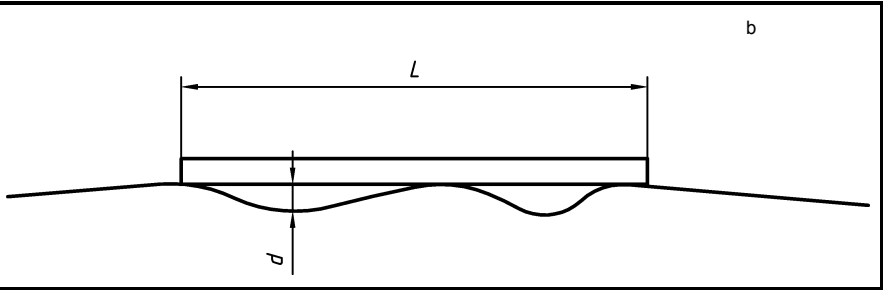


Tabelle 9 (fortgesetzt)

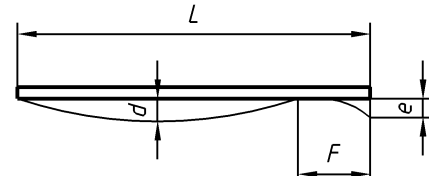
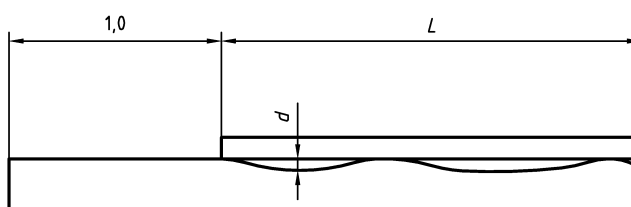
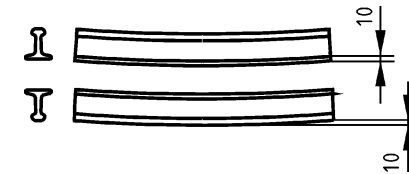
		Klasse B		Klasse A		
		d	L	d	L	
Schienen- enden ^a	Ende „E“	1,5 m		2 m		 für $e > 0$ $F \geq 0,6$ m
	vertikale Ebenheit	$\leq 0,5$ mm	1,5 m	$\leq 0,4$ mm und $\leq 0,3$ mm und $e \leq 0,2$ mm	2 m 1 m ^d $e \leq 0,2$ mm	
	horizontale Ebenheit	$\leq 0,7$ mm	1,5 m	$\leq 0,6$ mm und $\leq 0,4$ mm	2 m 1 m ^d	
Übergänge ^a	Länge des Übergangs	1,5 m		2 m		
	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	

Tabelle 9 (fortgesetzt)

		Klasse B		Klasse A	
		d	L	d	L

gesamte Schiene	Krümmung nach oben und unten	10 mm ^e	10 mm ^e
	Seitliche Krümmung	Kurvenradius $R > 1\,500\text{ m}$	Kurvenradius $R > 1\,500\text{ m}$
	Verwindung	siehe Bilder 11 und 12	siehe Bilder 11 und 12



ANMERKUNG Es ist unwahrscheinlich, dass der Hersteller Schienen mit einer längenbezogenen Masse $< 54\text{ kg/m}$ mit Grenzabmaßen nach Klasse A liefern kann.

- ^a Die Messungen müssen soweit wie möglich — zumindest aber für den Schienenkörper — automatisch erfolgen. Erfüllt die gesamte Schiene die für den Schienenkörper festgelegten Anforderungen, 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 Prüflineal 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.

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 10 erfüllen.

Gebohrte Löcher und die Schienenenden müssen entgratet sein. Bei Löchern, für die eine besondere Bearbeitung vorgesehen ist, muss für Grenzabmaße 4h) beachtet werden.

9.3 Messlehren

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

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

9.4 Prüfanforderungen für die Beurteilung der inneren Beschaffenheit und der Oberflächenbeschaffenheit

9.4.1 Anforderung bei der Ultraschallprüfung

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.

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 16 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 Lauffläche aus zu prüfen.

9.4.1.3 Die Prüfeempfindlichkeit der verwendeten automatischen Anlage muss mindestens um 4 dB höher sein als zum Nachweis der in 9.4.1.4 beschriebenen künstlichen Fehler notwendig. Wird ein Echo ermittelt, das Hinweis auf einen möglichen Fehler gibt, so ist diese Anzeige unter Anwendung einer um 6 dB anstelle von 4 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.

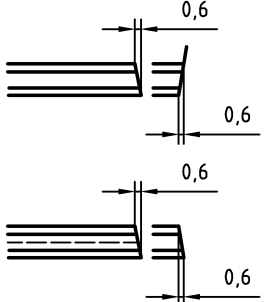
Das System muss die kontinuierliche Aufzeichnung von Zwischen- und Rückwandechos vorsehen.

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 60 E 1 enthalten sein müssen, zeigen die Bilder 13, 14 und 15. Schienen zum Justieren für andere Profile müssen jener für das Profil 60 E 1 entsprechen und detaillierte Zeichnungen müssen für den jeweiligen Besteller verfügbar sein.

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

Die Testschienen zum Justieren müssen bei der betriebsüblichen Prüfgeschwindigkeit bei Prüfbeginn sowie jeweils nach 8 h Prüfung eines bestimmten Profils zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Prüfanlage verwendet werden.

Tabelle 10 — Grenzabmaße für das Bohren und für Trennschnitte

Nummer	Maß	Grenzabmaße
1	Bohrungsdurchmesser ≤ 30 mm > 30 mm	± 0,5 mm ± 0,7 mm
	vertikale und horizontale Zentrierung und Positionierung der Bohrungen	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 Schienen-ende. 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 
3	Länge ^a — an beiden Seiten gebohrt ≤ 24 m > 24 m ≤ 40 m — sonstige (ohne Bohrung) oder mit Bohrungen an einem Ende	± 3 mm ± 4 mm ± 1 mm/m Schiene (max. ± 30 mm über die Schienenlänge) 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.		

9.4.2 Oberflächenbeschaffenheit

9.4.2.1 Allgemeines

Alle Schienen müssen visuell oder automatisch auf allen Oberflächen auf Oberflächenfehler geprüft werden. Zusätzlich muss die Unterseite des Schienenfußes automatisch nach 9.4.2.6 geprüft werden. Alle Schienen müssen die in 9.4.2.2 und 9.4.2.3 definierten Kriterien erfüllen. Bestimmung und Nachbearbeitung von Unregelmäßigkeiten müssen nach 9.4.2.5 erfolgen.

9.4.2.2 Erhabene Stellen, Warmbeschädigungen und überwalzungsartige Unregelmäßigkeiten

Erhabene Stellen auf der Lauffläche oder der Unterseite des Schienenfußes müssen abgearbeitet werden. Alle erhabenen Stellen, die vom Schienenende weniger als 1 m entfernt sind und damit die Passfähigkeit der Schienenlaschen beeinträchtigen, sind glatt abzuarbeiten.

Die Tiefe 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 und
- 0,5 mm auf der übrigen Schienenoberfläche.

Bei in Längsrichtung verlaufenden Riefen ist eine Höchstzahl von 2 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. Sie können, mit Ausnahme der Riefen auf dem Schienenkopf, von denen nur drei je 40 m Länge zugelassen sind, durch Nachbehandlung entfernt werden.

9.4.2.3 Kaltbeschädigungen

Kaltbeschädigungen sind Schrammen in Längs- oder Querrichtung, die in die kalte Schiene eingebracht wurden. Die Tiefe der Unregelmäßigkeiten darf nicht größer sein als

- 0,3 mm auf der Fahrfläche der Schiene und der Unterseite des Schienenfußes und
- 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.

9.4.2.4 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.

9.4.2.5 Nachweis und Beseitigung von Oberflächenunregelmäßigkeiten

Kann die Tiefe der Unregelmäßigkeiten nicht gemessen werden, ist diese durch eine entsprechende Untersuchung zu bestimmen und nachfolgend auf die unten genannten Grenzwerte abzuarbeiten. 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 und
- 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 abgearbeitet oder nachgewiesen werden. Nach dem Schleifen müssen die Formtoleranzen für Profil und Ebenheit die Anforderungen von Tabelle 8 bzw. Tabelle 9 erfüllen.

9.4.2.6 Automatische Prüfung des Schienenfußes

Die Schienen müssen auf der Unterseite des Schienenfußes über ihre gesamte Länge automatisch geprüft werden.

Die Prüfanlage muss mindestens künstliche Unregelmäßigkeiten der Größe nach Tabelle 11 ermitteln können. Für die künstlichen Unregelmäßigkeiten gelten Grenzabmaße von $\pm 0,1$ mm.

Tabelle 11 — Nachzuweisende Test-Unregelmäßigkeiten

Tiefe mm	Länge mm	Breite mm
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.

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