

Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen

Technische Lieferbedingungen

DIN
17175

Seamless steel tubes for elevated temperatures; technical terms of delivery
 Tubes sans soudure températures élevées; conditions techniques de livraison

Ersatz für DIN 17 175 Teil 1,
 DIN 17 175 Teil 2 und
 DIN 17 175 Teil 2 Beiblatt

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm **ISO 2604/II** siehe Erläuterungen.

Die mit einem Punkt (●) gekennzeichneten Abschnitte enthalten Angaben über Vereinbarungen, die bei der Bestellung zu treffen sind oder getroffen werden können.

1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt für nahtlose Rohre ¹⁾ einschließlich Rohre für Sammler aus warmfesten Stählen nach Tabelle 1, die im Dampfkesselbau, Rohrleitungsbau, Druckbehälter- und Apparatebau für Temperaturen bis zu 600 °C bei gleichzeitig hohen Drücken verwendet werden können, wobei die Gesamtbeanspruchung und die besonderen Zunderungsverhältnisse die angegebene Temperaturgrenze erniedrigen oder erhöhen können.

Stahl-Eisen-Prüfblatt 1805

Probenahme und Probenvorbereitung für die Stückanalyse bei Stählen (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

Stahl-Eisen-Prüfblatt 1915

Ultraschallprüfung auf Längsfehler von Rohren aus warmfesten Stählen (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

Stahl-Eisen-Prüfblatt 1918

Ultraschallprüfung auf Querfehler von Rohren aus warmfesten Stählen (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

Stahl-Eisen-Prüfblatt 1919

Ultraschallprüfung auf Dopplungen von Rohren aus warmfesten Stählen (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

Stahl-Eisen-Prüfblatt 1925

Wirbelstromprüfung von Rohren zum Nachweis der Dichtheit (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium, Band 2:

Die Untersuchung der metallischen Stoffe, Düsseldorf 1966 (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium, Band 5 (Ergänzungsband):

A 4.1 – Aufstellung empfohlener Schiedsverfahren,
 B – Probenahmeverfahren,
 C – Analysenverfahren, jeweils letzte Auflage (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

2 Mitgeltende Normen und Unterlagen

- | | |
|-------------------|--|
| DIN 2391 Teil 1 | Nahtlose Präzisionsstahlrohre, kaltgezogen oder kaltgewalzt; Maße |
| DIN 2413 | Stahlrohre; Berechnung der Wanddicke gegen Innendruck |
| DIN 2448 | Nahtlose Stahlrohre; Maße und Gewichte |
| DIN 2915 | Nahtlose und geschweißte Stahlrohre für Wasserrohrkessel; Übersicht |
| DIN 2917 | (z. Z. noch Entwurf) Nahtlose Stahlrohre für Heißdampfleitungen und Sammler; Abmessungen |
| DIN 17 007 Teil 2 | Werkstoffnummern; Systematik der Hauptgruppe 1: Stahl |
| DIN 50 049 | Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen |
| DIN 50 115 | Prüfung metallischer Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch |
| DIN 50 125 | Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugproben, Richtlinien für die Herstellung |
| DIN 50 136 | Prüfung metallischer Werkstoffe; Ringfaltversuch an Rohren |
| DIN 50 137 | Prüfung von Stahl; Ringaufdornversuch an Rohren |
| DIN 50 138 | Prüfung von Stahl; Ringzugversuch an Rohren |
| DIN 50 140 | Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch ohne Feindehnungsmessung an Rohren und Rohrstreifen |
| DIN 50 145 | Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch |
| DIN-Normenheft 3 | Kurznamen und Werkstoffnummern der Eisenwerkstoffe in DIN-Normen und Stahl-Eisen-Werkstoffblättern (Beuth Verlag GmbH, Berlin und Köln; Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf) |

¹⁾ Bei Rohren für Kesselteile, die den vom Deutschen Dampfkesselausschuß (DDA) herausgegebenen "Technischen Regeln für Dampfkessel" (TRD) genügen müssen, sind zusätzlich diese Regelungen zu beachten. Gegebenenfalls sind auch die "Technischen Regeln für Druckbehälter" (AD-Merkblätter) zu berücksichtigen.

Fortsetzung Seite 2 bis 20
 Erläuterungen Seite 21 bis 23

Normenausschuß Eisen und Stahl (FES) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Normenausschuß Rohre, Rohrverbindungen und Rohrleitungen (FR) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Frühere Ausgaben:
 DIN 1625 : 10.44
 DIN 17 175 Beiblatt : 05.52
 DIN 17 175 Teil 2 Beiblatt : 03.64, 06.69
 DIN 17 175 Teil 1 : 10.51, 01.59
 DIN 17 175 Teil 2 : 10.51, 01.59 x

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Änderung Mai 1979:
 Inhalt von DIN 17 175 Teil 1, Teil 2 und Teil 2
 Beiblatt unter DIN 17 175 zusammengefaßt, siehe
 Erläuterungen.

3 Begriff

Als warmfest im Sinne dieser Norm gelten Stähle, die bei höheren Temperaturen, zum Teil bis zu 600 °C, gute mechanische Eigenschaften auch bei langzeitiger Beanspruchung haben.

4 Sorteneinteilung

Diese Norm umfaßt Rohre aus den in Tabelle 1 angegebenen Stahlsorten.

● Die Auswahl der Stahlsorte ist Angelegenheit des Bestellers. (Siehe auch Abschnitt 6.2.)

5 Bezeichnung und Bestellung

5.1 Die Kurznamen der Stähle wurden entsprechend Abschnitt 2.1.1.1 und Abschnitt 2.1.2.2 der Erläuterungen zum DIN-Normenheft 3, die Werkstoffnummern nach DIN 17 007 Teil 2 gebildet.

5.2 Der Kurzname oder die Werkstoffnummer für die Stahlsorte ist an das Kurzzeichen für das Erzeugnis nach folgenden Beispielen anzuhängen:

Beispiel 1:

Bezeichnung eines nahtlosen Stahlrohres von 38 mm Außendurchmesser und 2,6 mm Wanddicke nach DIN 2448 aus Stahl St 35.8, Werkstoffnummer 1.0305:

Rohr DIN 2448 – St 35.8 – 38 × 2,6

oder **Rohr DIN 2448 – 1.0305 – 38 × 2,6**

Beispiel 2:

Bezeichnung eines nahtlosen Stahlrohres von 240 mm Innendurchmesser und 25 mm Wanddicke nach DIN 2917 (z. Z. noch Entwurf) aus Stahl St 45.8, Werkstoffnummer 1.0405:

Rohr DIN 2917 – St 45.8 – 240 × 25

oder **Rohr DIN 2917 – 1.0405 – 240 × 25**

5.3 ● In der Bestellung sind außer der Bezeichnung entsprechend Abschnitt 5.2 in jedem Falle die gewünschte Gesamtlänge und die gewünschte Abnahmeprüfbescheinigung sowie bei Rohren aus unlegierten Stählen die Gütestufe anzugeben. Darüber hinaus können entsprechend den sonstigen mit einem Punkt (●) gekennzeichneten Abschnitten weitere Einzelheiten bei der Bestellung vereinbart werden.

6 Anforderungen

6.1 Herstellverfahren

6.1.1 Die Rohre nach dieser Norm sind durch Warm- oder Kaltwalzen, Warmpressen, Warm- oder Kaltziehen herzustellen (siehe Abschnitt 6.3.1).

● **Hinweis:** Im Rahmen der Festlegungen in Abschnitt 6.1.1 bleibt das Herstellverfahren der Rohre dem Herstellerwerk überlassen, sofern es nicht bei der Bestellung besonders vereinbart wurde (siehe z. B. Abschnitt 6.10.2.1.2).

6.1.2 Die für diese Rohre verwendeten Stähle sind nach dem Sauerstoffblas-Verfahren, im Siemens-Martin-Ofen oder im Elektro-Ofen zu erschmelzen.

Alle Stähle sind beruhigt zu vergießen.

● **Hinweis:** Im Rahmen der Festlegungen in Abschnitt 6.1.2 bleibt das Erschmelzungsverfahren der Stähle dem Herstellerwerk überlassen; es ist auf Verlangen bekanntzugeben.

6.2 Gütestufen

6.2.1 Die Rohre können in den zwei Gütestufen I und III geliefert werden, die u. a. durch unterschiedlichen Prüfumfang gekennzeichnet sind (vergleiche Tabelle 3). Für Rohre aus unlegierten Stählen kommen beide Gütestufen der Tabelle 3, für Rohre aus legierten Stählen kommt nur Gütestufe III in Betracht.

Die erhöhten Anforderungen an Rohre der Gütestufe III erfordern besondere Maßnahmen bei der Erschmelzung oder bei der Weiterverarbeitung (z. B. Flämmen oder Überdrehen) oder eine besonders sorgfältige Schmelzenauswahl.

6.2.2 ● Die Wahl der Gütestufe ist Angelegenheit des Bestellers. Sie hängt von der Betriebsbeanspruchung ab. Bei der Wahl sind gegebenenfalls bestehende Vorschriften oder technische Regeln wie z. B. die vom Deutschen Dampfkesselausschuß herausgegebenen Regeln für Kessel- und Überhitzerrohre, Ankerrohre für Seeschiffskessel (TRD 102) zu beachten. Darin waren bei Herausgabe dieser Norm die Anwendungsgrenzen nach Tabelle 4 festgelegt.

6.3 Lieferzustand

6.3.1 Die Rohre sind über die ganze Länge sachgemäß wärmebehandelt zu liefern. Als Wärmebehandlung kommen je nach Stahlsorte in Betracht:

- Normalglühen
- Anlaßglühen
- Vergüten mit kontinuierlicher Abkühlung von der Härtetemperatur und anschließendem Anlassen sowie
- Vergüten mit isothermischer Umwandlung.

Die Forderung einer sachgemäßen Wärmebehandlung gilt bei den Stählen St 35.8, St 45.8, 17 Mn 4, 19 Mn 5 und 15 Mo 3 als erfüllt, wenn durch die Warmverarbeitung ein einwandfreier Gefügestand in hinreichender Gleichmäßigkeit sichergestellt ist. Unter den gleichen Voraussetzungen kann bei den Stählen 13 CrMo 4 4 und 10 CrMo 9 10 ein Anlassen statt einer vollständigen Vergütung genügen. Die Stähle 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 werden in jedem Fall im vergüteten Zustand geliefert.

6.3.2 ● Sollen die Oberflächen der Rohre mit einem zeitlich begrenzt wirkenden Korrosionsschutzmittel versehen werden oder wird bei Rohren für Sammler ein sonstiger besonderer Oberflächenzustand gewünscht, so ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren.

6.4 Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung der Stähle nach der Schmelzenanalyse ²⁾ muß Tabelle 1 entsprechen. Geringe Abweichungen von diesen Werten sind zulässig, wenn die mechanischen und technologischen Eigenschaften den Anforderungen nach Tabelle 5 bis Tabelle 7 entsprechen.

Bei der Nachprüfung am fertigen Rohr sind gegenüber den Angaben in Tabelle 1 die Abweichungen nach Tabelle 2 zulässig.

²⁾ Bei Lieferung von Sequenzguß, wie er beim Strangguß üblich ist, tritt an die Stelle des Begriffes "Schmelze" der Begriff "Gießeinheit". Die in diesem Falle gegenüber den Angaben in dieser Norm erforderlichen Änderungen sind noch zu regeln.

6.5 Mechanische Eigenschaften

6.5.1 Die Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung und Kerbschlagarbeit der Rohre bei Raumtemperatur müssen den Anforderungen in Tabelle 5, die 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen muß den Anforderungen in Tabelle 6 entsprechen. Diese gelten für den Lieferzustand und für die betreffenden Prüfbedingungen nach Abschnitt 8 dieser Norm.

6.5.2 Angaben über die 1 %-Zeitdehngrenzenwerte sowie die Zeitstandfestigkeitswerte der Stähle sind im Anhang A zu dieser Norm enthalten. Die angegebenen Werte sind die Mittelwerte des bisher erfaßten Streubereiches, die nach Vorliegen weiterer Versuchsergebnisse von Zeit zu Zeit überprüft und unter Umständen berichtigt werden.

Hinweis: Die Angabe von 1 %-Zeitdehngrenzenwerten bzw. Zeitstandfestigkeitswerten bis zu den im Anhang A aufgeführten hohen Temperaturen bedeutet nicht, daß die Stähle bis zu diesen Temperaturen angewendet werden dürfen. Maßgebend dafür sind die Gesamtbeanspruchungen im Betrieb, besonders die Verzunderungsbedingungen.

6.6 Technologische Eigenschaften

Die Rohre müssen den Anforderungen an die Ringversuche nach Abschnitt 8.6.5 entsprechen. Für die Aufweitung (Durchmesseränderung) beim Ringaufdornversuch enthält Tabelle 7 vorläufige Anhaltsangaben.

Bei den Prüfungen dürfen keine unzulässigen Fehler (z. B. Risse, Schalen, Überlappungen und Dopplungen) sichtbar werden.

6.7 Oberflächenbeschaffenheit

Die Rohre müssen eine dem Herstellungsverfahren entsprechende glatte äußere und innere Oberfläche haben. Dabei ist zu unterscheiden zwischen warm und kalt gefertigten Ausführungen. Die Rohre dürfen keine unzulässigen Risse, Schalen und Überlappungen aufweisen. Geringfügige, durch das Herstellungsverfahren bedingte Erhöhungen, Vertiefungen oder flache Längsriefen sind zulässig, soweit die Wanddicke innerhalb der zulässigen Maßabweichungen bleibt und die Verwendbarkeit der Rohre nicht beeinträchtigt wird. Die Beseitigung von Oberflächenmängeln geringer Tiefe durch mechanische Bearbeitung (z. B. Schleifen) ist zulässig, soweit die zulässige kleinste Wanddicke nicht unterschritten wird.

6.8 Zerstörungsfreie Prüfung

Bei den zerstörungsfreien Prüfungen nach Abschnitt 8.4.7 und Abschnitt 8.6.6 müssen die Anforderungen entsprechend den in Betracht kommenden Stahl-Eisen-Prüfblättern erfüllt sein.

6.9 Physikalische Eigenschaften

Ein besonderes Stahl-Eisen-Werkstoffblatt (Herausgeber ist der Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Postfach 82 09, 4000 Düsseldorf) mit Anhaltsangaben für die physikalischen Eigenschaften ist in Vorbereitung.

6.10 Maße und zulässige Maß- und Formabweichungen

6.10.1 ● Für die Maße gelten bei Bestellung nach dem Außendurchmesser im allgemeinen DIN 2448 und DIN 2915; in Sonderfällen kann auch DIN 2391 Teil 1 zugrunde gelegt werden.

Hinweis: Bei Bestellung der Maße entsprechend DIN 2391 Teil 1, gelten nicht ohne weiteres auch die zulässigen Maßabweichungen der DIN 2391 Teil 1 (siehe hierzu Abschnitt 6.10.2.1.2 und Abschnitt 6.10.2.3).

Die Rohre können auch nach dem Innendurchmesser bestellt werden. In diesem Falle gelten die Maße nach DIN 2917 (z. Z. noch Entwurf).

6.10.2 Für die zulässigen Maß- und Formabweichungen der Rohre gelten folgende Festlegungen.

6.10.2.1 ● Wird nach dem Außendurchmesser bestellt, so gelten für dessen zulässige Abweichungen folgende Festlegungen:

6.10.2.1.1 Für den Außendurchmesser gelten mit der Ausnahme nach Abschnitt 6.10.2.1.2 folgende zulässige Abweichungen:

- bei Außendurchmessern ≤ 100 mm
- bei nicht profilierten Rohren $\pm 0,75$ % (mindestens $\pm 0,5$ mm),
- bei innen und/oder außen profilierten Rohren $\pm 1,0$ % (mindestens $\pm 0,5$ mm),
- bei Außendurchmessern > 100 mm ≤ 320 mm $\pm 0,90$ %,
- bei Außendurchmessern > 320 mm $\pm 1,0$ %.

● Werden für die Rohrenden geringere Durchmesserabweichungen vereinbart, so können durch nachträgliches Kalibrieren der Enden auf einer Länge von etwa 100 mm folgende Werte für die zulässigen Abweichungen des Außendurchmessers eingehalten werden:

- bei Außendurchmessern ≥ 45 mm ≤ 100 mm $\pm 0,4$ mm,
- bei Außendurchmessern > 100 mm ≤ 200 mm $\pm 0,5$ %,
- bei Außendurchmessern > 200 mm $\pm 0,6$ %.

6.10.2.1.2 ● Bei Bestellung kalt gefertigter Rohre gelten folgende zulässigen Abweichungen vom Außendurchmesser:

- bei Außendurchmessern ≤ 120 mm $\pm 0,6$ % (mindestens $\pm 0,25$ mm),
- bei Außendurchmessern > 120 mm $\pm 0,75$ %.

In Sonderfällen können für die Außendurchmesser auch engere zulässige Abweichungen vereinbart werden.

6.10.2.1.3 An Stellen, an denen die Oberfläche der Rohre, z. B. aufgrund von Anzeigen bei der zerstörungsfreien Prüfung, durch mechanische Bearbeitung (z. B. Schleifen) ausgebessert wurde, darf jedoch die zulässige Minusabweichung auf höchstens 1 m Länge geringfügig überschritten werden, sofern die zulässige Mindestwanddicke erhalten bleibt.

6.10.2.2 ● Wird nach dem Innendurchmesser bestellt, so beträgt die zulässige Abweichung des Innendurchmessers ± 1 %.

● **Hinweis:** Für Rohrenden, die zum Einwalzen bestimmt sind, können zwischen Besteller und Hersteller geringere Abweichungen für den Innendurchmesser vereinbart werden.

6.10.2.3 Für die zulässigen Wanddickenabweichungen der Rohre gelten die Festlegungen in Tabelle 8 bei Bestellung nach dem Außendurchmesser und Tabelle 9 bei Bestellung nach dem Innendurchmesser.

● Auf Vereinbarung bei der Bestellung können kalt gefertigte Rohre mit den zulässigen Wanddickenabweichungen nach DIN 2391 Teil 1 geliefert werden.

6.10.2.4 ● Die zulässigen Längenabweichungen sind in Tabelle 10 enthalten.

6.10.2.5 Für die zulässigen Formabweichungen gilt folgendes.

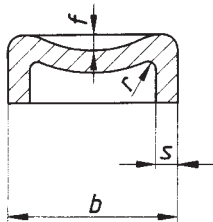
6.10.2.5.1 Die Unrundheit der Rohre soll innerhalb der zulässigen Abweichungen für den Nenndurchmesser liegen; Rohre mit rechteckigem Querschnitt sollen rechtwinklig sein. Die Rohre sollen nach dem Auge gerade sein.

● Besondere Anforderungen an die Geradheit sind zu vereinbaren.

6.10.2.5.2 Die Enden sind mit spanendem Werkzeug möglichst senkrecht zur Achse zu schneiden; sie sollen gratfrei sein.

6.10.2.5.3 Bei Rohren für Sammler mit rechteckigem Querschnitt muß der innere Eckradius $r > \frac{s}{3} \geq 8 \text{ mm}$ betragen (s = Wanddicke).

6.10.2.5.4 Bei Rohren für Sammler mit rechteckigem Querschnitt darf die im nachstehenden Bild erläuterte Durchbiegung f der Seitenfläche in Abhängigkeit von der äußeren Seitenlänge b die Werte der Tabelle 11 nicht überschreiten.



6.11 Gewichte und zulässige Gewichtsabweichungen

6.11.1 Die Gewichte je Meter Rohr sind, mit Ausnahme bei Rohren aus Stahl X 20 CrMoV 12 1, der betreffenden Maßnorm zu entnehmen, soweit sie dort angegeben sind.

6.11.2 Handelt es sich um Rohre mit nicht genormten Maßen oder sind die Gewichte in der Maßnorm nicht angegeben, so ist, mit Ausnahme beim Stahl X 20 CrMoV 12 1, das Gewicht aus den Nennmaßen mit einer Dichte von $7,85 \text{ kg/dm}^3$ zu errechnen.

6.11.3 Beim Stahl X 20 CrMoV 12 1 ist das Gewicht aus den Nennmaßen mit einer Dichte von $7,76 \text{ kg/dm}^3$ zu errechnen.

6.11.4 Die zulässigen Gewichtsabweichungen dürfen betragen:

- für das einzelne Rohr $\pm 10\%$,
- für eine Wagenladung von mindestens $10 \text{ t} \pm 7,5\%$.

7 Wärmebehandlung und Weiterverarbeitung

7.1 Die Anhaltsangaben für die Wärmebehandlungstemperaturen gehen aus Tabelle 12 hervor.

7.2 Warmumformungen lassen sich im Bereich von 1100 bis 850°C durchführen, wobei die Temperatur im Laufe der Verarbeitung bis auf 750°C abfallen kann. Die für das Warmumformen geltenden Regeln sind auch bei örtlichen Anpaß- und Richtarbeiten zu beachten; die Temperaturführung hierbei ist zu überwachen.

Schmieden und Stauchen wird dabei zweckmäßigerweise im oberen Gebiet dieses Temperaturbereiches, also bei 1100 bis 900°C , durchgeführt. Warmbiegen von Rohren und ähnliche Verformungsvorgänge sollten im unteren

Gebiet des Temperaturbereiches, also bei etwa 1000 bis 850°C , vorgenommen werden, wobei die Temperatur im Laufe der Verarbeitung bis auf 750°C abfallen kann.

Wenn vor dem letzten Schritt des Warmumformens oder bei einmaligem Warmumformen das Werkstück oberhalb der Normalglühtemperatur, aber nicht über 1000°C erwärmt wurde und der Umformvorgang oberhalb 750°C oder, falls der Umformgrad bei dem letzten Schritt 5% nicht überschreitet, oberhalb 700°C abgeschlossen wurde, erübrigt sich bei den Stählen St 35.8, St 45.8, 17 Mn 4, 19 Mn 5 und 15 Mo 3 ein nachträgliches Normalglühen; die Stähle 13 CrMo 4 4 und 10 CrMo 9 10 brauchen nur angelassen zu werden.

Bei mehrmaligen und/oder längerzeitigen Warmformgebungen bei Temperaturen um 1000 bis 1100°C ist vor dem letzten Umformschritt das Werkstück auf Temperaturen unterhalb ca. 350°C abzukühlen. Die Temperatur bei der abschließenden Warmformgebung darf bei den aufgeführten Stählen 1000°C nicht überschreiten, wenn sich ein Normalglühen bzw. Vergüten erübrigen soll.

Liegt die Temperatur der Endverformung dagegen oberhalb 1000°C , so müssen die Stähle St 35.8, St 45.8, 17 Mn 4, 19 Mn 5 und 15 Mo 3 anschließend normalgeglüht, die Stähle 13 CrMo 4 4 und 10 CrMo 9 10 vergütet werden.

Die Stähle 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 sind nach der Warmumformung erneut zu vergüten.

7.3 Rohre aus Stählen nach dieser Norm lassen sich kalt verarbeiten, z. B. biegen, aufweiten, einziehen und einwalzen; bei den Stählen X 20 CrMoV 12 1 und 14 MoV 6 3 ist jedoch die hohe Streckgrenze und Zugfestigkeit zu berücksichtigen.

Nach dem Kaltbiegen, Kaltaufweiten und Kalteinziehen mit den üblichen Kaltumformgraden ist eine nachträgliche Wärmebehandlung nicht erforderlich ³⁾.

Bei größeren Kaltumformgraden genügt im allgemeinen ein Glühen von mindestens 15 Minuten bei den in Tabelle 13 angegebenen Glühtemperaturen.

7.4 Die in dieser Norm aufgeführten Stähle sind schweißgeeignet (siehe auch DIN 8528 Teil 1). Tabelle 13 enthält Hinweise auf Schweißverfahren und Angaben zur Wärmebehandlung der Rohre nach dem Schweißen.

8 Prüfung

8.1 Prüfung des Ausgangswerkstoffs

Für Rohre nach Gütestufe III (Tabelle 3), soweit sie aus vorgewalztem Rund- oder Vierkantstahl hergestellt werden, ist an einer Scheibe von jedem vom Kopfende eines Blockes stammenden Rund- oder Vierkantstab ein Beizversuch durchzuführen, um festzustellen, ob das Kopfende weit genug abgeschnitten worden ist. Statt dessen kann nach Wahl des Herstellers auch eine Ultraschall-Prüfung auf Lunker erfolgen.

³⁾ Siehe hierzu die von der Technischen Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber (VGB) herausgegebene VGB-Richtlinie für die Herstellung und Bauüberwachung von Hochleistungs-Dampfkesseln (zu beziehen durch VGB-Dampftechnik GmbH, Essen).

8.2 ● Abnahmeprüfungen

Rohre nach dieser Norm werden nur mit Abnahmeprüfungen ¹⁾ geliefert. Die Art der gewünschten Abnahmeprüfbescheinigung nach DIN 50 049 ist bei der Bestellung zu vereinbaren. Für die Abnahmeprüfung ¹⁾ gelten die Festlegungen in Abschnitt 8.3 bis Abschnitt 8.8. Die Angaben der Abschnitte 8.5 und 8.6 gelten darüber hinaus auch bei Nachprüfungen bei Beanstandungen.

8.3 Allgemeine Prüfbedingungen

8.3.1 Alle Prüfungen und die Abnahme sind im Herstellerwerk vorzunehmen, und zwar so, daß der Fortgang der Arbeiten nicht unnötig aufgehalten wird.

8.3.2 Das Herstellerwerk hat Maßnahmen zu treffen, die verhindern, daß verworfene Rohre und solche, deren Verbesserung abgelehnt worden ist, zur Auslieferung gelangen.

8.4 Prüfumfang (siehe hierzu auch Tabelle 3)

8.4.1 Die Rohre werden nach **L o s e n** geprüft. Dazu sind die Rohre nach Stahlsorten, Gütestufen und Abmessungen — bei legierten Stählen möglichst auch schmelzenweise — in Lose von 100 Rohren einzuteilen. Bei Rohren mit einem Außendurchmesser ≤ 51 mm müssen die Rohre eines Loses der gleichen Wärmebehandlung entstammen.

Restmengen bis zu 50 Rohren können gleichmäßig auf die einzelnen Lose verteilt werden. Stückzahlen und Restmengen zwischen 51 und 100 Rohren gelten als ein geschlossenes Los.

8.4.2 ● Falls die Nachprüfung der **c h e m i s c h e n Z u s a m m e n s e t z u n g** am fertigen Rohr bei der Bestellung vereinbart wurde, wird im Regelfall eine Prüfung je Schmelze und Lieferung zugrunde gelegt.

8.4.3 Zur Durchführung des **Z u g v e r s u c h e s** sind von den beiden ersten Losen nach Abschnitt 8.4.1 je zwei Rohre, von jedem weiteren Los je ein Rohr nach Wahl des Prüfers zu entnehmen.

Besteht eine Lieferung nur aus einem Los mit höchstens 10 Rohren, so ist nur 1 Rohr zu entnehmen.

8.4.4 Die **K e r b s c h l a g a r b e i t** ist an den nach Abschnitt 8.4.3 entnommenen Rohren zu prüfen, sofern deren Nennwanddicke folgende Werte aufweist:

bei den Stählen 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 > 10 mm,

bei dem Stahl 15 Mo 3 > 20 mm,

bei allen anderen Stählen > 30 mm.

8.4.5 ● Falls die **0,2 %-D e h n g r e n z e** bei höheren Temperaturen geprüft werden soll, ist dies bei der Bestellung unter Angabe der Prüftemperatur festzulegen; für den Prüfumfang ist, wenn nicht anders vereinbart, eine Probe je Schmelze und Abmessung zugrunde zu legen.

8.4.6 An den Rohren sind **R i n g v e r s u c h e** durchzuführen (siehe Tabelle 14).

8.4.6.1 Bei Rohren der Gütestufe I sind Ringversuche an den nach Abschnitt 8.4.3 entnommenen Rohren an einem Ende durchzuführen, und zwar unter Berücksichtigung der Abmessungen nach Tabelle 14.

8.4.6.2 Bei Rohren der Gütestufe III sind die Ringversuche an den Walzlängen unter Berücksichtigung der Abmessungen nach Tabelle 14 durchzuführen, und zwar mit einem Prüfumfang, der für alle Stahlsorten außer den Stählen 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1

für Rohre mit einem Außendurchmesser ≤ 51 mm in Abschnitt 8.4.6.2.1

und

für Rohre mit einem Außendurchmesser > 51 mm in Abschnitt 8.4.6.2.2

festgelegt ist.

Für Rohre aller Abmessungen aus den Stahlsorten 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 gilt der Prüfumfang nach Abschnitt 8.4.6.2.3.

Bei einer nachträglichen Unterteilung der Walzlängen in Teillängen werden weitere Proben nicht entnommen, wenn die Zugehörigkeit der Teillängen zur geprüften Walzlänge durch geeignete Kennzeichnung sichergestellt wird. Ist das nicht sichergestellt, so entfällt die Prüfung der Walzlängen; statt dessen sind die Teillängen wie Walzlängen zu prüfen.

8.4.6.2.1 Bei Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser ≤ 51 mm — mit Ausnahme der Rohre aus den Stahlsorten 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 — sind 20 % der Walzlängen an einem Ende zu prüfen, und zwar stichprobenartig derart, daß die 20 % zu prüfenden Rohre wahllos aus dem gesamten Los entnommen werden. Erfolgt der Ringversuch an Teillängen ohne Zuordnung zur Walzlänge, so sind stichprobenartig (siehe oben) 20 % der Teillängen an einem Ende zu prüfen. Bei wärmebehandelten Rohren muß sichergestellt sein, daß die Teillängen Vorlagen angehören, die der gleichen Wärmebehandlung entstammen. Bei warm endverformten Rohren (siehe Abschnitt 6.3.1 Absatz 2) ist sicherzustellen, daß die Teillängen Vorlagen angehören, die der gleichen Fertigung, d. h. gleichen Bedingungen der Wärmeführung, entstammen.

8.4.6.2.2 Die Ringversuche werden bei Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser > 51 mm an beiden Enden jeder Walzlänge durchgeführt. Bei Prüfung von Teillängen ohne Zuordnung zur Walzlänge werden beide Enden jeder Teillänge geprüft.

Bei Rohren mit einem Außendurchmesser > 51 mm braucht der Ringversuch an nur einem Ende jeder Teillänge durchgeführt zu werden, sofern für das jeweilige Herstellverfahren und je Werk einmalig der Nachweis erbracht wird, daß die Aussage einer Prüfung an Ringproben, die von nur einem Ende der Teillängen entnommen werden, gleichwertig ist der Aussage einer Prüfung an Ringproben, die beidseitig von den Enden der ursprünglichen Walzlänge entnommen werden.

8.4.6.2.3 Bei Rohren der Gütestufe III aus den Stahlsorten 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 ist unabhängig vom Rohrdurchmesser jede Walzlänge an beiden Enden mit dem Ringversuch zu prüfen. Bei Prüfung von Teillängen gilt das gleiche.

8.4.7 Alle Rohre der Gütestufe III sind durch den Rohrerhersteller **z e r s t ö r u n g s f r e i** auf Längsfehler zu prüfen.

● Zusätzlich kann auch eine zerstörungsfreie Prüfung auf Querfehler und/oder auf Dopplungen bei der Bestellung vereinbart werden.

8.4.8 Alle Rohre sind auf **i n n e r e** und **ä u ß e r e B e s c h a f f e n h e i t** zu kontrollieren.

8.4.9 Bei allen Rohren ist die **W a n d d i c k e** und je nach Bestellung entweder der **A u ß e n -** oder **I n n e n - d u r c h m e s s e r** zu messen.

¹⁾ Siehe Seite 1

8.4.10 Alle Rohre sind auf Dichtigkeit zu prüfen, und zwar nach Wahl des Herstellers entweder durch einen Innendruckversuch mit Wasser oder durch eine geeignete zerstörungsfreie Prüfung (z. B. mit Wirbelstrom nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1925).

8.4.11 Alle Rohre aus legierten Stählen sind vom Hersteller einer geeigneten Prüfung auf Werkstoffverwechslung zu unterziehen.

8.5 Probenahme

8.5.1 ● Falls die Nachprüfung der chemischen Zusammensetzung am fertigen Rohr bei der Bestellung vereinbart wurde, müssen bei Naßanalyse die Späne über die gesamte Wanddicke entnommen werden; bei Spektralanalyse ist sinngemäß zu verfahren 4).

8.5.2 Für den Zugversuch werden aus den nach Abschnitt 8.4.3 entnommenen Rohren Flachproben, die im allgemeinen die ganze Wanddicke erfassen und in Längsrichtung herausgearbeitet sind, geprüft. Die Proben dürfen nicht wärmebehandelt und innerhalb der Meßlänge nicht geradegerichtet werden. Die Beseitigung örtlicher Ungleichheiten an den Proben ist zulässig; jedoch soll die Walzhaut an den dünnsten Stellen möglichst erhalten bleiben.

Rohre mit kleinem Durchmesser können auch als Ganzes geprüft werden.

Bei Rohren mit Außendurchmessern ≥ 200 mm kann, wenn es die Rohrabmessungen ohne Richten zulassen, der Zugversuch an Querproben durchgeführt werden. In diesem Fall ist ein Rohrring abzustechen, der halbiert wird.

8.5.3 Für den Kerbschlagbiegeversuch wird aus den nach Abschnitt 8.4.3 entnommenen Rohren je ein Satz von drei DVM-Proben in Querrichtung entnommen. Bei Rohren mit einem Außendurchmesser < 200 mm erfolgt die Entnahme der Kerbschlagbiegeproben in Längsrichtung.

8.5.4 ● Falls die Ermittlung der 0,2 %-Dehngrenze bei höheren Temperaturen bei der Bestellung vereinbart wurde, so gilt sinngemäß Abschnitt 8.5.2. Allerdings wird der Warmzugversuch im allgemeinen – soweit möglich – an Rundproben durchgeführt, so daß die Probenahme gegebenenfalls zu vereinbaren ist.

8.5.5 Die Proben für die Ringversuche sind nach DIN 50 136 (Ringfaltversuch), DIN 50 137 (Ringaufdornversuch) bzw. DIN 50 138 (Ringzugversuch) zu entnehmen (beachte Tabelle 3).

8.5.6 Alle Proben für die Versuche nach Abschnitt 8.5.2 bis Abschnitt 8.5.5 sind so ausreichend zu kennzeichnen, daß die Zusammengehörigkeit zwischen Probe und Rohr eindeutig zu erkennen ist.

8.6 Anzuwendende Prüfverfahren

8.6.1 Die chemische Zusammensetzung ist nach den vom Chemikerausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute angegebenen Verfahren 5) zu prüfen.

8.6.2 Der Zugversuch ist nach DIN 50 145 auszuführen, und zwar mit dem kurzen Proportionalstab nach DIN 50 125 oder mit Proben nach DIN 50 140.

8.6.3 Der Kerbschlagbiegeversuch ist nach DIN 50 115 bei Raumtemperatur durchzuführen, und zwar mit DVM-Proben. Der Kerb ist senkrecht zur Längsachse des Rohres und senkrecht zur Rohroberfläche anzubringen.

8.6.4 Die 0,2 %-Dehngrenze bei höherer Temperatur ist nach DIN 50 145 zu ermitteln.

8.6.5 Die Ringversuche sind nach den in Abschnitt 8.5.5 angegebenen Normen für den Ringfalt-, Ringaufdorn- und Ringzugversuch durchzuführen.

8.6.5.1 Der Ringaufdornversuch ist nach DIN 50 137 durchzuführen; dabei ist auch die Durchmesseränderung an der bis zum Bruch aufgedornten Probe zu messen. Außerdem wird die Verformbarkeit der Ringaufdornproben nach dem Aussehen des Bruches und der Bruchflächen beurteilt.

8.6.5.2 Beim Ringfaltversuch nach DIN 50 136 sind die Proben oder Rohrenden so weit zusammenzudrücken, daß ein bestimmter Abstand H zwischen den beiden Druckplatten erreicht wird. Für diesen Abstand H in mm gilt

$$H = \frac{(1 + c) \cdot s}{c + s/d_a};$$

dabei ist s = Wanddicke in mm, d_a = äußerer Durchmesser in mm und c ein Festwert. Für c ist beim Stahl St 35.8 der Wert 0,09, bei den Stählen St 45.8, 17 Mn 4, 19 Mn 5, 15 Mo 3, 13 CrMo 4 4 und 10 CrMo 9 10 der Wert 0,07 und bei den Stählen 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 der Wert 0,05 einzusetzen.

● Falls das Verhältnis s/d_a den Wert 0,15 übersteigt, sind die Plattenabstände zu vereinbaren.

In den Fällen, in denen nach Abschnitt 8.4.6 der Ringfaltversuch vorgenommen wird, kann der Versuch bis zum Bruch oder Anbruch geführt werden, um das Bruchgefüge beurteilen zu können. Maßgebend ist jedoch, daß der vorgeschriebene Plattenabstand ohne Anrisse erreicht wird.

8.6.6 ● Die zerstörungsfreie Prüfung ist stets vor Entnahme der Ringproben durchzuführen.

Die Prüfung erfolgt bei nicht profilierten Rohren im allgemeinen mittels Ultraschall, und zwar

- a) bei der Prüfung auf Längsfehler bei Rohren mit einem Außendurchmesser ≥ 10 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1915,
- b) bei vereinbarter Prüfung auf Querfehler bei Rohren mit einem Außendurchmesser > 133 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1918,
- c) bei vereinbarter Prüfung auf Dopplungen bei Rohren mit einem Außendurchmesser > 133 mm und einer Wanddicke > 8 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1919.

4) Im Regelfall gilt für die Probenahme Stahl-Eisen-Prüfblatt 1805 – Probenahme und Probenvorbereitung für die Stückanalyse bei Stählen – (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf).

5) Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium, Band 2: Die Untersuchung der metallischen Stoffe, Düsseldorf; Verlag Stahleisen mbH., 1966; Band 5 (Ergänzungsband): A 4.1 – Aufstellung empfohlener Schiedsverfahren, B – Probenahmeverfahren, C – Analysenverfahren, jeweils letzte Auflage (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf).

In Fällen, in denen — wie bei der Prüfung profilierter Rohre oder bei der Prüfung von Rohren mit Außendurchmessern < 10 mm auf Längsfehler — die erwähnten Prüfverfahren nicht anwendbar sind, ist das in Betracht kommende Prüfverfahren bei der Bestellung zu vereinbaren.

- 8.6.7** Die **Besichtigung** ⁶⁾ als Kontrolle der Rohre ist mit unbewaffnetem Auge so vorzunehmen, daß
- a) die gesamte Außenoberfläche der Rohre bei zweckentsprechender Beleuchtung auf Oberflächenfehler untersucht wird,
 - b) die Innenoberfläche der Rohre mit geeigneten Beleuchtungseinrichtungen von beiden Rohrenden aus auf Oberflächenfehler untersucht wird.

Die Rohre müssen einen Oberflächenzustand aufweisen, der das Erkennen wesentlicher Fehler ermöglicht. Dies bedeutet für Rohre der Gütestufe III in der Regel ein Entzundern der Oberflächen, es sei denn, daß durch die Wahl des Verfahrens bei der Fertigung oder Wärmebehandlung ein für die Prüfaussagen bei der Besichtigung und Ultraschallprüfung geeigneter Oberflächenzustand erreicht ist.

8.6.8 Die **Maße** werden mit zweckentsprechenden Meßgeräten geprüft.

8.6.9 ● Bei dem zur Prüfung der **Dichtheit** durchgeführten Innendruckversuch mit Wasser (siehe aber Abschnitt 8.4.10) beträgt der Prüfdruck im allgemeinen einheitlich 80 bar.

Falls höhere Prüfdrücke gewünscht werden, sind sie bei der Bestellung zu vereinbaren.

In jedem Fall ist der Prüfdruck so zu begrenzen, daß die Streckgrenze bei 20 °C nicht erreicht oder überschritten wird (vergleiche dazu DIN 2413, Ausgabe Juni 1972, Abschnitt 4.6). Das ist bei dünnwandigen Rohren mit großen Außendurchmessern gegebenenfalls auch schon bei 80 bar zu beachten.

8.7 Wiederholungsprüfungen

8.7.1 Versagt bei den Prüfungen nach Abschnitt 8.6.2 (Zugversuch), Abschnitt 8.6.3 (Kerbschlagbiegeversuch) und bei Rohren der Gütestufe I nach Abschnitt 8.6.5 (Ringversuch) eines der ausgewählten Rohre, so ist es auszuscheiden; an seiner Stelle sind zwei weitere Rohre des betreffenden Loses zu entnehmen und die Prüfungen zu wiederholen, wobei jede Probe den Anforderungen genügen muß. Trifft dies nicht zu, so gilt das ganze Los als nicht abgenommen.

8.7.2 Versagt bei der stichprobenweisen Ringprobenprüfung von Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser ≤ 51 mm nach Abschnitt 8.4.6.2.1 eine Probe von einer Walz- oder Teillänge, so ist der Versuch am gleichen Ende der betreffenden Walz- oder Teillänge zu wiederholen. Genügt auch diese Ersatzprobe nicht den Anforderungen, so ist die betreffende Walz- oder Teillänge auszuscheiden und die Prüfung an weiteren 20 % der Walz- oder Teillängen des Loses an einem Ende zu wiederholen. Zeigt sich auch hier ein Ausfall, dann muß die Prüfung auf alle Walz- oder Teillängen des Loses erweitert werden. Walz- oder Teillängen, die beim Ringversuch versagen, sind zurückzuweisen.

Wenn bei der Einzelprüfung von Rohren der Gütestufe III nach Abschnitt 8.4.6.2.2 und Abschnitt 8.4.6.2.3 eine Ringprobe einer Walz- oder Teillänge versagt, so ist der Versuch an der gleichen Walz- oder Teillänge zu wiederholen. Fällt auch diese Probe aus, so ist die betreffende Walz- oder Teillänge zurückzuweisen. Es bleibt dem Hersteller überlassen, beim Ausfall einer Walzlänge die Ringversuche an den zugehörigen Teillängen durchzuführen.

8.7.3 Dem Herstellerwerk bleibt es, falls das ungenügende Ergebnis der Prüfungen durch eine ungünstige Wärmebehandlung verursacht wurde, anheimgestellt, ein nicht abgenommenes Los nochmals wärmezubehandeln und erneut zur Abnahme vorzulegen.

Das Herstellerwerk ist berechtigt, die bei den Prüfungen nach Abschnitt 8.4.6 (Ringversuch), Abschnitt 8.4.7 (zerstörungsfreie Prüfung) und Abschnitt 8.4.8 (Besichtigung) festgestellten Fehler durch geeignete Maßnahmen zu beseitigen und die Rohre erneut zur Abnahme vorzulegen.

8.8 Prüfbescheinigungen

8.8.1 ● Die Abnahmeprüfung ¹⁾ wird durch ein Abnahmeprüfzeugnis A, B oder C nach DIN 50 049, Ausgabe Juli 1972, Abschnitt 3, bescheinigt.

Hinweis: Der vollständige Wortlaut der Kennzeichnung nach Abschnitt 9.1 ist in den Bescheinigungen aufzuführen.

8.8.2 ● Wenn nur für einen Teil der Anforderungen die Einhaltung durch Abnahmeprüfzeugnis A oder C nach DIN 50 049 zu bescheinigen ist, so hat das Herstellerwerk, bei Rohren der Gütestufe I in einem Werkszeugnis nach DIN 50 049 bzw. bei Rohren der Gütestufe III in einem Abnahmeprüfzeugnis B nach DIN 50 049, zusätzlich zu bestätigen, daß der Rohrwerkstoff nach Stahlsorte und Gütestufe DIN 17 175 entspricht, sämtliche Rohre die Dichtheitsprüfung bestanden und freien Durchgang haben, sich über ihre ganze Länge in dem der Werkstoffart entsprechenden und sachgemäßen Glüh- oder Vergütungszustand befinden und daß bei Rohren der Gütestufe III, sofern sie aus vorgewalztem Vierkant- oder Rundmaterial hergestellt wurden, die Beizscheiben- oder Ultraschall-Prüfung durchgeführt worden ist, außerdem die chemische Zusammensetzung nach der Schmelzanalyse und, falls bei der Bestellung vereinbart, das Erschmelzungsverfahren. Bei Rohren der Gütestufe III ist in dem Abnahmeprüfzeugnis B nach DIN 50 049 außerdem die Durchführung der Ultraschall-Prüfung zu bestätigen.

9 Kennzeichnung der Rohre

9.1 Die fertigen Rohre sind rund 300 mm vom Ende zu kennzeichnen.

Die Kennzeichnung erfolgt im allgemeinen durch Schlagstempel. Bei dünnwandigen Rohren ist auch eine andere Art der Kennzeichnung möglich. Anzubringen sind

an **beiden** Enden:

die Werkstoffbezeichnung (Kurzname der Stahlsorte), bei unlegierten Stählen die Gütestufe (wenn sie nicht Gütestufe I ist),

der Stempel mit dem Zeichen des Herstellerwerkes und der Stempel des Prüfers;

an **einem** Ende:

die Schmelznummer oder ein Kennzeichen für die Schmelze, jedoch nur bei den Stählen 15 Mo 3, 13 CrMo 4 4, 10 CrMo 9 10, 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 bei Rohren mit einem Außendurchmesser ≥ 159 mm ⁷⁾; außerdem bei Rohren der Gütestufe III die Rohrnummer.

¹⁾ Siehe Seite 1

⁶⁾ Anstelle der visuellen Besichtigung kann auch ein nachweislich geeignetes zerstörungsfreies Prüfverfahren verwendet werden.

⁷⁾ Diese Grenze gilt auch für Rohre, die mit Innendurchmesser bestellt werden, sofern der Nennaußendurchmesser ≥ 159 mm beträgt.