



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 Stahlrohre; Berechnung der Wanddicke gegen Innendruck
- DIN 2413 Nahtlose Stahlrohre; Maße und Gewichte
- DIN 2448 Nahtlose und geschweißte Stahlrohre für Wasserrohrkessel; Übersicht
- DIN 2915 (z. Z. noch Entwurf) Nahtlose Stahlrohre für Heißdampfleitungen und Sammler; Abmessungen
- DIN 2917 Werkstoffnummern; Systematik der Hauptgruppe 1: Stahl
- DIN 17 007 Teil 2 Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
- DIN 50 049 Prüfung metallischer Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch
- DIN 50 115 Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugproben, Richtlinien für die Herstellung
- DIN 50 125 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.

Bearbeitet: 415-10

18.2.06.03

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, 01.59x

Dieser Papierausschnitt wird bei Änderung nicht berücksichtigt!
Außerdem ist dies eine Vervielfältigung und nur für innerbetriebliche Zwecke der SMS Schloemann-Siemag AG gestattet. Lt. DIN-Merkblatt 3

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

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

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 Stahlorten.

● Die Auswahl der Stahlorte 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 Stahlorte 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 X 2,6

oder Rohr DIN 2448 – 1.0305 – 38 X 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 X 25

oder Rohr DIN 2917 – 1.0405 – 240 X 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 Stahlorte 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.

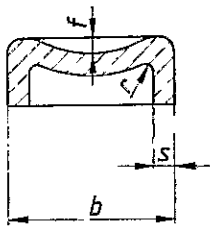
6.10.2.5.1 Die Unrundheit der Rohre soll innerhalb der zulässigen Abweichungen für den Nenndurchmesser liegen; Rohre mit rechteckigem Querschnitt sollen rechtwinkelig sein. Die Rohre sollen nach dem Auge gerade sein.

● 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 $r > \frac{s}{3} \geq 8$ 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 $+10\%$
 -8% ,
- 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 Warmumformungen 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 Warmumformung 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 *Losen* 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 *chemischen Zusammensetzung* 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 *Zugversuches* 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 *Kerbschlagarbeit* 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%-Dehngrenze* 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 *Ringversuche* 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 *zerstörungsfrei* 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 *innere und äußere Beschaffenheit* zu kontrollieren.

8.4.9 Bei allen Rohren ist die *Wanddicke* und je nach Bestellung entweder der *Außen- oder Innendurchmesser* zu messen.

¹⁾ Siehe Seite 1

8.4.10 Alle Rohre sind auf **Dichtheit** 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

- bei der Prüfung auf Längsfehler bei Rohren mit einem Außendurchmesser ≥ 10 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1915,
- bei vereinbarter Prüfung auf Querfehler bei Rohren mit einem Außendurchmesser > 133 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1918,
- 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 – Analyseverfahren, 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.

9.2 Die Kennzeichnung nach Abschnitt 9.1 ist augenfällig zu machen, zum Beispiel durch einen Farbstrich; die Striche der Farbkennzeichnung können dazu verwendet werden.

10 Beanstandungen

10.1 Äußere und innere Fehler dürfen nur dann beanstandet werden, wenn sie eine der Stahlsorte und Erzeugnisform angemessene Verarbeitung und Verwendung mehr als unerheblich beeinträchtigen.

10.2 Der Besteller muß dem Herstellerwerk Gelegenheit geben, sich von der Berechtigung von Beanstandungen zu überzeugen, soweit möglich ⁸⁾ durch Vorlage des beanstandeten und von Belegstücken des angelieferten Werkstoffes.

⁸⁾ Siehe hierzu: Erläuterungen zu der Beanstandungsklausel in Gütenormen für Stahl und Eisen. DIN-Mitt. 40 (1961), Heft 2, Seite 111/112.

Weitere Normen

DIN 2401 Teil 1 Innen- und außendruckbeanspruchte Bauteile; Druck- und Temperaturangaben, Begriffe, Nenndruckstufen

DIN 8528 Teil 1 Schweißbarkeit; metallische Werkstoffe; Begriffe

Tabelle 1. Übersicht über die warmfesten Stähle für nahtlose Rohre, deren chemische Zusammensetzung (nach der Schmelzenanalyse) und die Farbkennzeichnung der Rohre.

Stahlsorte		Chemische Zusammensetzung in Gew.-%										Farbkennzeichnung 1)
Kurzname	Werkstoffnummer	C	Si	Mn	P höchstens	S	Cr	Mo	Ni	V		
St 35.8	1.0305	≤ 0,17	0,10 bis 0,35 2)	0,40 bis 0,80	0,040	0,040						weiß
St 45.8	1.0405	≤ 0,21	0,10 bis 0,35 2)	0,40 bis 1,20	0,040	0,040						gelb
17 Mn 4 3)	1.0481 3)	0,14 bis 0,20	0,20 bis 0,40	0,90 bis 1,20	0,040	0,040	≤ 0,30					rot und schwarz
19 Mn 5 3)	1.0482 3)	0,17 bis 0,22 4)	0,30 bis 0,60	1,00 bis 1,30	0,040	0,040	≤ 0,30					gelb und braun
15 Mo 3	1.5415	0,12 bis 0,20 4)	0,10 bis 0,35	0,40 bis 0,80	0,035	0,035		0,25 bis 0,35				gelb und karmi- rot
13 CrMo 4 4	1.7335	0,10 bis 0,18 4)	0,10 bis 0,35	0,40 bis 0,70	0,035	0,035	0,70 bis 1,10	0,45 bis 0,65				gelb und silber- farben
10 CrMo 9 10	1.7380	0,08 bis 0,15	≤ 0,50	0,40 bis 0,70	0,035	0,035	2,00 bis 2,50	0,90 bis 1,20				rot und grün
14 MoV 6 3	1.7715	0,10 bis 0,18	0,10 bis 0,35	0,40 bis 0,70	0,035	0,035	0,30 bis 0,60	0,50 bis 0,70			0,22 bis 0,32	rot und silber- farben
X 20 CrMoV 12 1	1.4922	0,17 bis 0,23	≤ 0,50	≤ 1,00	0,030	0,030	10,00 bis 12,50	0,80 bis 1,20	0,30 bis 0,80		0,25 bis 0,35	blau

1) ● Üblicherweise wird die Farbkennzeichnung durch Ringe in den angegebenen Farben an beiden Rohrenden durchgeführt. Je nach Wunsch kann bei der Bestellung eine Kennzeichnung in den angegebenen Farben über die ganze Länge vereinbart werden.

2) Der Mindestgehalt 0,10 % Silicium darf unterschritten werden, wenn der Stahl mit Aluminium beruhigt oder im Vakuum desoxidiert wird.

3) Diese Stähle kommen nur für Rohre für Sammler in Betracht.

4) Bei Wanddicken ≥ 30 mm darf der Kohlenstoffgehalt um 0,02 % höher liegen.

Tabelle 2. Zulässige Abweichungen der chemischen Zusammensetzung nach der Stückanalyse von den nach der Schmelzenanalyse gültigen Grenzwerten (siehe Tabelle 1)

Element	Grenzwerte der Schmelzenanalyse nach Tabelle 1	Zulässige Abweichung 1) der Stückanalyse von den Grenzwerten der Schmelzenanalyse nach Tabelle 1
	Gew.-%	Gew.-%
C	$\leq 0,24$	$\pm 0,02$
Si	$\leq 0,35$ $> 0,35 \leq 0,60$	$\pm 0,03$ $\pm 0,04$
Mn	$\leq 1,00$ $> 1,00 \leq 1,30$	$\pm 0,04$ $\pm 0,05$
P S	$\leq 0,040$	+ 0,010
Cr	$\leq 2,00$ $> 2,00 \leq 2,50$ $\leq 10,00 \leq 12,50$	$\pm 0,05$ $\pm 0,07$ $\pm 0,15$
Mo	$\leq 0,30$ $> 0,30 \leq 1,20$	$\pm 0,03$ $\pm 0,04$
Ni	$0,30 \leq 0,80$	$\pm 0,03$
V	$0,22 \leq 0,35$	$\pm 0,03$
<p>1) Bei einer Schmelze darf die Abweichung eines Elementes in der Stückanalyse nur unter dem Mindestwert oder nur über dem Höchstwert des für die Schmelzenanalyse angegebenen Bereiches liegen, jedoch nicht beides gleichzeitig.</p>		

Tabelle 3. Prüfumfang bei den nahtlosen Rohren beider Gütestufen und Zuständigkeit für die Durchführung der Prüfungen

Nr	Prüfungen	nach Abschnitt	Gütestufe I	Gütestufe III	Zuständig für die Durchführung der Prüfungen 1)
1	Zugversuch 2)	8.4.3	an zwei Rohren je Los der ersten beiden Lose, an einem Rohr von jedem weiteren Los	an zwei Rohren je Los der ersten beiden Lose, an einem Rohr von jedem weiteren Los	n. V.
2	Kerbschlagbiegeversuch 3)	8.4.4	an den Rohren nach Nr 1	an den Rohren nach Nr 1	n. V.
3	Ringversuch 3)	8.4.6	an einem Ende der Rohre nach Nr 1	je nach Durchmesser (siehe Abschnitt 8.4.6) an 20 % der Walz- oder Teillängen einseitig oder an 100 % der Walz- oder Teillängen beidseitig, gegebenenfalls jedoch auch einseitig, siehe Abschnitt 8.4.6.2.2.	n. V.
4	Zerstörungsfreie Prüfung	8.4.7		alle Rohre	H
5	Oberflächenkontrolle	8.4.8	alle Rohre	alle Rohre	n. V.
6	Maßkontrolle	8.4.9	alle Rohre	alle Rohre	n. V.
7	Dichtheitsprüfung	8.4.10	alle Rohre	alle Rohre	H
8	Verwechslungsprüfung	8.4.11		alle legierten Rohre	H
Sonderprüfungen 4) Nr 9, Nr 10					
9	Kontrollanalyse	8.4.2	nach Vereinbarung	nach Vereinbarung	H
10	Warmzugversuch	8.4.5	wenn nicht anders vereinbart, 1 Probe je Schmelze und Abmessung oder 1 Probe je Schmelze und Glühlos (Wärmebehandlungslos)	wenn nicht anders vereinbart, 1 Probe je Schmelze und Abmessung oder 1 Probe je Schmelze und Glühlos (Wärmebehandlungslos)	n. V.

1) n. V. = nach Vereinbarung; H = Herstellerwerk.

2) Bei Losgrößen bis 10 Rohren genügt 1 Probe bzw. 1 Probensatz.

3) Die Angaben über die Abmessungsbereiche für die Anwendung dieser Prüfungen in Tabelle 14 sind zu beachten.

4) ● Sonderprüfungen werden nur nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Besteller durchgeführt.

Tabelle 4. Anwendungsgrenzen der Gütestufen I und III

Gütestufe 1)	Rohraußendurchmesser			
	$\leq 63,5$ mm		$> 63,5$ mm	
	Temperatur 2) °C	zulässiger Betriebsüberdruck 3) bar	Temperatur 2) °C	zulässiger Betriebsüberdruck 3) bar
I	≤ 450	≤ 80	≤ 450	≤ 32
III	> 450	> 80	> 450	> 32

1) Fallen Druck- und Temperaturangaben nicht in dieselbe Stufe, so ist die höhere Stufe maßgebend.
2) Temperatur des durchströmenden Stoffes.
3) Siehe DIN 2401 Teil 1.

Tabelle 5. Mechanische Eigenschaften der nahtlosen Rohre aus warmfesten Stählen bei Raumtemperatur

Stahlsorte	Zugfestigkeit	Streckgrenze 1), 2) für Wanddicken in mm			Bruchdehnung ($L_0 = 5 \cdot d_0$)		Kerbschlagarbeit (DVM-Proben) 3)	
		≤ 16	$> 16 \leq 40$	$> 40 \leq 60$	längs	quer	quer	J
Kurzname	Werkstoffnummer	N/mm ²	N/mm ² mindestens			%		J mindestens
St 35.8	1.0305	360 bis 480	235	225	215	25	23	34
St 45.8	1.0405	410 bis 530	255	245	235	21	19	27
17 Mn 4	1.0481	460 bis 580	270	270	260	23	21	34
19 Mn 5	1.0482	510 bis 610	310	310	300	19	17	34
15 Mo 3	1.5415	450 bis 600	270 4)	270	260	22	20	34
13 CrMo 4 4	1.7335	440 bis 590	290 4)	290	280	22	20	34
10 CrMo 9 10	1.7380	450 bis 600	280	280	270	20	18	34
14 MoV 6 3	1.7715	460 bis 610	320	320	310	20	18	41
X 20 CrMoV 12 1	1.4922	690 bis 840	490	490	490	17	14	34 5)

1) Bei Rohren mit einem Außendurchmesser ≤ 30 mm, deren Wanddicke ≤ 3 mm ist, liegen die Mindestwerte um 10 N/mm² niedriger.

2) Bei Wanddicken > 60 mm sind bei Rohren aus den Stählen St 35.8, St 45.8, 17 Mn 4, 19 Mn 5, 15 Mo 3 und 14 MoV 6 3 die Werte zu vereinbaren; bei Wanddicken > 60 bis ≤ 80 mm gilt bei Rohren aus den Stählen 13 CrMo 4 4 und 10 CrMo 9 10 ein Mindestwert von 270 bzw. 260 N/mm², bei Rohren aus dem Stahl X 20 CrMoV 12 1 ein Mindestwert von 490 N/mm².

3) Bei der Prüfung von Längsproben (siehe Abschnitt 8.5.3) liegt der Mindestwert der Kerbschlagarbeit um 14 J höher.

4) Für Wanddicken ≤ 10 mm gilt ein um 15 N/mm² höherer Mindestwert.

5) Bei warmgepreßten Rohren erniedrigt sich der Mindestwert auf 27 J.

Tabelle 6. Mindestwerte der 0,2 %-Dehngrenze der nahtlosen Röhre bei erhöhten Temperaturen

Stahlsorte		Wanddicke s mm	0,2 %-Dehngrenze bei							
Kurzname	Werkstoffnummer		200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C
N/mm ² mindestens										
St 35.8	1.0305	≤ 16	185	165	140	120	110	105	—	—
		$16 < s \leq 40$	180	160	135	120	110	105	—	—
		$40 < s \leq 60$ 1)	175	155	130	115	110	105	—	—
St 45.8	1.0405	≤ 16	205	185	160	140	130	125	—	—
		$16 < s \leq 40$	195	175	155	135	130	125	—	—
		$40 < s \leq 60$ 1)	190	170	150	135	130	125	—	—
17 Mn 4	1.0481	≤ 40	235	215	175	155	145	135	—	—
		$40 < s \leq 60$ 1)	225	205	165	150	140	130	—	—
19 Mn 5	1.0482	≤ 40	255	235	205	180	160	150	—	—
		$40 < s \leq 60$ 1)	245	225	195	170	155	145	—	—
15 Mo 3	1.5415	≤ 40 2)	225	205	180	170	160	155	150	—
		$40 < s \leq 60$ 1)	210	195	170	160	150	145	140	—
13 CrMo 4 4	1.7335	≤ 40 2)	240	230	215	200	190	180	175	—
		$40 < s \leq 60$	230	220	205	190	180	170	165	—
		$60 < s \leq 80$	220	210	195	180	170	160	155	—
10 CrMo 9 10	1.7380	≤ 40	245	240	230	215	205	195	185	—
		$40 < s \leq 60$	235	230	220	205	195	185	175	—
		$60 < s \leq 80$	225	220	210	195	185	175	165	—
14 MoV 6 3	1.7715	≤ 40	270	255	230	215	200	185	170	—
		$40 < s \leq 60$ 1)	260	245	220	205	190	175	160	—
X 20 CrMoV 12 1	1.4922	≤ 80	430	415	390	380	360	330	290	250

1) Für Wanddicken über 60 mm sind die Werte zu vereinbaren.
2) Für Wanddicken ≤ 10 mm gelten bei allen Temperaturen um 15 N/mm² höhere Mindestwerte für die 0,2 %-Dehngrenze.

Tabelle 7. Vorläufige Anhaltsangaben 1) für die Aufweitung (Durchmesseränderung) beim Ringaufdornversuch

Stahlsorte	Aufweitung 2) beim Ringaufdornversuch (vorläufige Anhaltsangaben) beim Durchmesser Verhältnis d_i/d_a					
	$\geq 0,9$	$\geq 0,8$ $< 0,9$	$\geq 0,7$ $< 0,8$	$\geq 0,6$ $< 0,7$	$\geq 0,5$ $< 0,6$	$< 0,5$
	% mindestens					
unlegierte Stähle	8	10	12	20	25	30
legierte Stähle	6	8	10	15	20	30

1) Diese Werte sind als erste, auf einer Reihe von Versuchen beruhende Vorschläge aufzufassen, mit denen noch Erfahrungen gesammelt werden müssen.
2) Außerdem wird die Verformbarkeit der Ringaufdornproben nach dem Aussehen des Bruches und der Bruchflächen beurteilt.

Tabelle 8. Zulässige Wanddickenabweichungen bei Bestellung nach dem Außendurchmesser

Zulässige Wanddickenabweichung bei Außendurchmessern d_a								
$d_a \leq 130$ mm			130 mm $< d_a \leq 320$ mm und Wanddicken s			320 mm $< d_a \leq 660$ mm		
$\leq 2 \cdot s_n$	$2 \cdot s_n < s \leq 4 \cdot s_n$	$> 4 \cdot s_n$	$\leq 0,05 d_a$	$0,05 d_a < s \leq 0,11 d_a$	$> 0,11 d_a$	$\leq 0,05 d_a$	$0,05 d_a < s \leq 0,09 d_a$	$> 0,09 d_a$
+ 15 % - 10 %	+ 12,5 % - 10 %	± 9 %	+ 17,5 % - 12,5 %	$\pm 12,5$ %	± 10 %	+ 22,5 % - 12,5 %	+ 15 % - 12,5 %	+ 12,5 % - 10 %

Anmerkung: s_n = Normalwanddicke nach DIN 2448.

Tabelle 9. Zulässige Wanddickenabweichungen bei Bestellung nach dem Innendurchmesser

Zulässige Wanddickenabweichung bei Innendurchmessern d_i ≥ 200 mm bis ≤ 720 mm und Wanddicken s		
$\leq 0,05 d_i$	$0,05 d_i < s \leq 0,10 d_i$	$> 0,10 d_i$
+ 22,5 % - 12,5 %	+ 15 % - 12,5 %	+ 12,5 % - 10 %

Tabelle 10. Zulässige Längenabweichungen

Bei Bestellung in	Zulässige Längenabweichung in mm
Herstelllängen	1)
Festlängen	± 500
Genaulängen	
von ≤ 6 m (Nennmaß)	+ 10 0
von > 6 m ≤ 12 m (Nennmaß)	+ 15 0
von > 12 m	nach Vereinbarung

1) Die Erzeugnisse werden in den bei der Herstellung anfallenden Längen geliefert. Diese sind je nach Durchmesser, Wanddicke und Herstellerwerk verschieden.

Tabelle 11. Zulässige Durchbiegung f

b in mm	≤ 100	$> 100 \leq 200$	$> 200 \leq 300$	> 300
f in mm	$\leq 0,75$	≤ 1	$\leq 1,5$	≤ 2

Tabelle 12. Anhaltsangaben für die Warmformgebung, das Normalglühen und Vergüten der warmfesten Stähle für nahtlose Rohre 1)

Stahlsorte		Warmformgebung °C	Normalglühen °C	Vergüten	
Kurzname	Werkstoffnummer			Härtetemperatur 2) °C	Anlaßtemperatur °C
St 35.8	1.0305	zwischen 1100 und 850 3)	900 bis 930	—	—
St 45.8	1.0405		870 bis 900	—	—
17 Mn 4	1.0481		880 bis 910	—	—
19 Mn 5	1.0482		880 bis 910	—	—
15 Mo 3	1.5415		910 bis 940	—	—
13 CrMo 4 4	1.7335		—	910 bis 940	660 bis 730
10 CrMo 9 10 4)	1.7380 4)		—	900 bis 960	700 bis 750
14 MoV 6 3	1.7715		—	950 bis 980	690 bis 730
X 20 CrMoV 12 1	1.4922		—	1020 bis 1070	730 bis 780

1) Die Werkstücke müssen die angegebenen Temperaturen über den ganzen Querschnitt erreichen. Ist dies mit Sicherheit der Fall, so ist beim Normalglühen und Härten ein weiteres Halten auf diesen Temperaturen nicht erforderlich. Beim Anlassen sind die angegebenen Temperaturen mindestens 30 Minuten bei den Stahlsorten 13 CrMo 4 4 und 10 CrMo 9 10 und mindestens 1 Stunde bei den Stahlsorten 14 MoV 6 3 und X 20 CrMoV 12 1 zu halten, wobei die Glühdauer vom Erreichen der unteren Grenze der angegebenen Temperaturspanne an gerechnet wird.

2) Abkühlen an Luft oder unter Schutzgas. Bei größeren Wanddicken kann eine beschleunigte Abkühlung, z. B. in Flüssigkeit, erforderlich werden.

3) Im Laufe der Verarbeitung kann die Temperatur auf 750 °C abfallen.

4) Für den Stahl kommt außer der angegebenen Vergütungsbehandlung auch noch die folgende Behandlungsfolge in Betracht:

900 bis 960 °C/Ofen bis 700 °C, ≥ 1 Stunde 700 °C/Luft.

Tabelle 13. Schweißverfahren und Angaben für die Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Stahlsorte		Schweißverfahren	Glühtemperatur 1) und Haltedauer 2), 3) bei erforderlicher Wärmebehandlung nach dem Schweißen °C
Kurzname	Werkstoffnummer		
St 35.8	1.0305	alle Schmelzschweißverfahren und Abbrennstumpfschweißen	520 bis 600
St 45.8	1.0405		520 bis 600
17 Mn 4	1.0481		520 bis 580
19 Mn 5	1.0482		520 bis 580
15 Mo 3	1.5415		530 bis 620
13 CrMo 4 4	1.7335		600 bis 700
10 CrMo 9 10	1.7380		650 bis 750
14 MoV 6 3 4)	1.7715	alle Schmelzschweißverfahren außer Gasschmelzschweißung	690 bis 730
X 20 CrMoV 12 1 5)	1.4922		720 bis 780

1) Falls erforderlich (beachte Abschnitt 7.3) gelten diese Temperaturen auch für das Glühen nach Kaltumformung.

2) Die für die angegebenen Temperaturen erforderliche Haltedauer richtet sich nach den Dicken der Werkstücke. Bei einer Dicke ≤ 15 mm wird eine Haltedauer von mindestens 15 Minuten, bei Dicken > 15 bis ≤ 30 mm eine Haltedauer von mindestens 30 Minuten und bei Dicken > 30 mm eine Haltedauer von mindestens 60 Minuten empfohlen.

Für 10 CrMo 9 10 ist eine Haltedauer bei Dicken > 30 mm von mindestens 90 Minuten erforderlich.

Bei Ofenglühungen ist der mittlere Bereich der angegebenen Temperaturen anzustreben.

Bei örtlichen Glühungen ist die maximale Temperatur an der Außenoberfläche einzustellen.

3) Für das Glühen sind auch die Angaben des Schweißzusatzherstellers zu beachten.

4) Bei Mehrfachglühungen sollte nach vorliegenden Erfahrungen die gesamte Haltedauer 10 Stunden nicht überschreiten, dabei sollten die Folgeglühungen im unteren Temperaturbereich vorgenommen werden, wenn der Werkstoff im luftvergüteten Zustand vorliegt.

5) Nach dem Schweißen ist ein Abkühlen auf unter 150 °C (bei dickwandigen Rohren jedoch nicht unter 100 °C) erforderlich.

Für die Haltezeit gelten folgende Empfehlungen:

- ≤ 8 mm Dicke mindestens 30 Minuten
- > 8 ≤ 30 mm Dicke mindestens 60 Minuten
- > 30 ≤ 60 mm Dicke mindestens 120 Minuten
- > 60 mm Dicke mindestens 180 Minuten

Tabelle 14. Abmessungsbereiche für die Anwendung der mechanischen und technologischen Verfahren zur Prüfung der Rohre beider Gütestufen

Durchmesser der Rohre mm		Nennwanddicken der Rohre				
		< 2 mm	≥ 2 mm ≤ 16 mm	> 16 mm ≤ 30 mm	> 30 mm ≤ 40 mm	> 40 mm
außen	innen					
≤ 21,3	≤ 15	Zugversuch Ringfaltversuch	Zugversuch Ringfaltversuch	—	—	—
> 21,3 ≤ 146	> 15	Zugversuch Ringfaltversuch	Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch 1) Ringaufdorn- versuch	Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch 1) Ringfaltversuch	Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch Ringfaltversuch	Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch
> 146 3)			Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch 1) Ringzugversuch	Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch 1) Ringzugversuch 2)	Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch Ringzugversuch 2)	Zugversuch Kerbschlag- biegeversuch

1) Nur bei Rohren aus Stahl 14 MoV 6 3 und Stahl X 20 CrMoV 12 1 mit Nennwanddicken > 10 mm und bei Rohren aus Stahl 15 Mo 3 mit Nennwanddicken > 20 mm.

2) Bei Rohren mit Innendurchmessern ≤ 100 mm wird anstatt des Ringzugversuches der Ringfaltversuch durchgeführt.

3) Diese Grenze gilt auch für Rohre, die mit Innendurchmesser bestellt werden, sofern der Nennaußendurchmesser > 146 mm beträgt.

Anhang A

Die nachstehende Tabelle enthält vorläufige Anhaltsangaben über die Langzeitwarmfestigkeitswerte der warmfesten Stähle für nahtlose Rohre. Die in der Tabelle aufgeführten Werte sind die **Mittelwerte** des bisher erfaßten Streubereichs, die nach Vorliegen weiterer Versuchsergebnisse von Zeit zu Zeit überprüft und unter Umständen berichtigt werden. Nach den bisher zur Verfügung stehenden Unterlagen aus Langzeit-Standversuchen kann angenommen werden, daß die **untere Grenze** dieses Streubereichs bei den angegebenen Temperaturen für die aufgeführten Stahlsorten um rund 20 % tiefer liegt als der angegebene Mittelwert.

Tabelle A. 1.

Stahlsorte Kurzname	Temperatur °C	1 %-Zeitdehngrenze 1), 2) für		Zeitstandfestigkeit 2), 3) für		
		10 000 h N/mm ²	100 000 h N/mm ²	10 000 h N/mm ²	100 000 h N/mm ²	200 000 h N/mm ²
St 35.8 St 45.8	380	164	118	229	165	145
	390	150	106	211	148	129
	400	136	95	191	132	115
	410	124	84	174	118	101
	420	113	73	158	103	89
	430	101	65	142	91	78
	440	91	57	127	79	67
	450	80	49	113	69	57
	460	72	42	100	59	48
	470	62	35	86	50	40
480	53	30	75	42	33	
17 Mn 4 19 Mn 5	380	195	153	291	227	206
	390	182	137	266	203	181
	400	167	118	243	179	157
	410	150	105	221	157	135
	420	135	92	200	136	115
	430	120	80	180	117	97
	440	107	69	161	100	82
	450	93	59	143	85	70
	460	83	51	126	73	60
	470	71	44	110	63	52
480	63	38	96	55	44	
490	55	33	84	47	37	
500	49	29	74	41	30	
15 Mo 3	450	216	167	298	245	228
	460	199	146	273	209	189
	470	182	126	247	174	153
	480	166	107	222	143	121
	490	149	89	196	117	96
	500	132	73	171	93	75
	510	115	59	147	74	57
	520	99	46	125	59	45
	530	84	36	102	47	36
	540	(70)	(28)	(82)	(38)	(28)
550	(59)	(24)	(64)	(31)	(25)	

1) Das ist die auf den Ausgangsquerschnitt bezogene Spannung, die zu einer bleibenden Dehnung von 1 % nach 10 000 oder 100 000 Stunden (h) führt.

2) Eine Einklammerung bedeutet, daß der Stahl bei der betreffenden Temperatur im Dauerbetrieb zweckmäßig nicht mehr verwendet wird.

3) Das ist die auf den Ausgangsquerschnitt bezogene Spannung, die zum Bruch nach 10 000, 100 000 oder 200 000 Stunden (h) führt.

Tabelle A. 1. (Fortsetzung)

Stahlsorte Kurzname	Temperatur °C	1 %-Zeitdehngrenze 1), 2) für		Zeitstandfestigkeit 2), 3) für		
		10 000 h N/mm ²	100 000 h N/mm ²	10 000 h N/mm ²	100 000 h N/mm ²	200 000 h N/mm ²
13 CrMo 4 4	450	245	191	370	285	260
	460	228	172	348	251	226
	470	210	152	328	220	195
	480	193	133	304	190	167
	490	173	116	273	163	139
	500	157	98	239	137	115
	510	139	83	209	116	96
	520	122	70	179	94	76
	530	106	57	154	78	62
	540	90	46	129	61	50
	550	76	36	109	49	39
	560	64	30	91	40	32
	570	53	24	76	33	26
	10 CrMo 9 10	450	240	166	306	221
460		219	155	286	205	186
470		200	145	264	188	169
480		180	130	241	170	152
490		163	116	219	152	136
500		147	103	196	135	120
510		132	90	176	118	105
520		119	78	156	103	91
530		107	68	138	90	79
540		94	58	122	78	68
550		83	49	108	68	58
560		73	41	96	58	50
570		65	35	85	51	43
580		57	30	75	44	37
590	50	26	68	38	32	
600	44	22	61	34	28	
14 MoV 6 3	480	243	177	299	218	182
	490	219	155	268	191	163
	500	195	138	241	170	145
	510	178	122	219	150	127
	520	161	107	198	131	109
	530	146	94	179	116	91
	540	133	81	164	100	76
	550	120	69	148	85	61
	560	109	59	134	72	48
570	(98)	(48)	(121)	(59)	(37)	
580	(88)	(37)	(108)	(46)	(28)	

Tabelle A. 1. (Fortsetzung)

Stahlsorte Kurzname	Temperatur °C	1 %-Zeitdehngrenze 1), 2) für		Zeitstandfestigkeit 2), 3) für		
		10 000 h N/mm ²	100 000 h N/mm ²	10 000 h N/mm ²	100 000 h N/mm ²	200 000 h N/mm ²
X 20 CrMoV 12 1	470	324	260	368	309	285
	480	299	236	345	284	262
	490	269	213	319	260	237
	500	247	190	294	235	215
	510	227	169	274	211	191
	520	207	147	253	186	167
	530	187	130	232	167	147
	540	170	114	213	147	128
	550	151	98	192	128	111
	560	135	85	173	112	96
	570	118	72	154	96	81
	580	103	61	136	82	68
	590	90	52	119	70	58
	600	75	43	101	59	48
	610	64	36	87	50	40
	620	53	30	73	42	33
	630	44	25	60	34	27
	640	36	20	49	28	22
	650	29	17	40	23	18

Erläuterungen

Diese Norm ersetzt die Normen DIN 17 175 Teil 1 (Ausgabe Januar 1959) – Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen –, DIN 17 175 Teil 2 (Ausgabe Januar 1959x) – Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen; Gütevorschriften für die verwendeten Stähle – und DIN 17 175 Teil 2 Beiblatt (Ausgabe Juni 1969) – Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen; Langzeit-Warmfestigkeitswerte –, Die Herausgabe dieser Folgeausgabe verzögerte sich vor allem (zwei Norm-Entwürfe waren erforderlich), weil sich einerseits die Beantwortung der Frage, ob man die gegenüber DIN 17 175 Teil 2 (Ausgabe Januar 1959x) herabgesetzten Mindeststreck- bzw. Mindestdehngrenzenwerte bei erhöhten Temperaturen aus der Internationalen Norm

ISO 2604/II

E: Steel products for pressure purposes – Quality requirements –
Part II: Wrought seamless tubes

D: Stahlerzeugnisse für Druckbehälter; Gütevorschriften
Teil 2: Nahtlose Rohre

übernehmen sollte oder nicht, schwierig gestaltete und man auch die nachfolgenden internationalen Verhandlungen abwarten wollte sowie andererseits auch die Festlegung der Langzeit-Warmfestigkeitswerte, der zulässigen Maßabweichungen und des Prüfumfanges für die Ringversuche sich als langwierig erwies und besondere Arbeitskreise hierfür eingesetzt werden mußten.

Als wesentliche Unterschiede dieser Norm gegenüber ISO 2604/II, DIN 17 175 Teil 1 und Teil 2 (Ausgabe Januar 1959) sowie DIN 17 175 Teil 2 Beiblatt (Ausgabe Juni 1969) sei vor allem auf folgende Punkte hingewiesen:

- a) In den Geltungsbereich wurden Rohre für Sammler einbezogen.
- b) Die Stahlauswahl wurde um die Sorten 17 Mn 4 (1.0481), 19 Mn 5 (1.0482), 14 MoV 6 3 (1.7715) und X 20 CrMoV 12 1 (1.4922) erweitert. Damit sind bis auf die Sorten TS 2, TS 37 und TS 38 sämtliche für die Verwendung bei erhöhten Temperaturen in ISO 2604/II vorgesehenen ferritisch martensitischen Stahlsorten auch in dieser Norm enthalten; siehe tabellarische Gegenüberstellung am Ende der Erläuterungen.
- c) Die chemische Zusammensetzung der Stähle wurde teilweise, vor allem bezüglich der Elemente Phosphor und Schwefel, gegenüber der Ausgabe

Januar 1959 dieser Norm und gegenüber ISO 2604/II eingengt. Bemerkenswert ist außerdem die Änderung des Molybdängehaltes beim Stahl 13 CrMo 4 4 (1.7335) von 0,40 bis 0,50 % in 0,45 bis 0,65 % wie in ISO 2604/II.

- d) In diese Folgeausgabe wurde wie in ISO 2604/II eine Tabelle für die bei Stückanalysen zulässigen Abweichungen gegenüber den für die Schmelzenanalyse geltenden Grenzwerten aufgenommen.
- e) Bei den Gütestufen hat sich insofern eine Änderung ergeben, als nur die Gütestufen I und III beibehalten wurden. Diese Gütestufen sind nicht ohne weiteres mit den Prüfklassen II bis V der ISO 2604/II vergleichbar. Am ehesten lassen sich die Gütestufen I und III mit den Prüfklassen II und V vergleichen, wobei jedoch der unterschiedliche Prüfumfang zu beachten ist.
- f) Die Festlegungen über den – gegenüber ISO 2604/II beträchtlich höheren – Prüfumfang bei Ringversuchen wurden in einem eigens für diesen Zweck eingesetzten Arbeitskreis überprüft und verfeinert. Dabei wurde bei Rohren der Gütestufe III im Hinblick auf die 100 %ige zerstörungsfreie Prüfung auf Längsfehler der Prüfumfang für die Ringversuche herabgesetzt.
Auf Grund eines Hinweises von Verbraucherseite, daß für sie die Ringversuche weniger wegen des Erkennens von Oberflächenfehlern als vielmehr zur Überprüfung der Verformungsfähigkeit von Bedeutung seien, da weder die Bruchdehnungswerte noch die Streckgrenzenverhältnisse einen genügend sicheren Hinweis auf das Verhalten der Rohre beim Kaltbiegen gäben, wurde auf Vorschlag der Stahlhersteller zusätzlich Tabelle 7 mit vorläufigen Anhaltsangaben für die Mindestaufweitung (Durchmesseränderung) beim Ringaufdornversuch aufgenommen. Da es sich bei den Werten der Tabelle 7 im Grunde mehr um Vorschläge handelt, werden alle Beteiligten um Bekanntgabe ihrer Erfahrungen bezüglich der Einhaltbarkeit dieser Werte gebeten.
- g) Die Dichtheitsprüfung kann jetzt nach Wahl des Herstellers außer durch den Innendruckversuch mit Wasser auch durch ein geeignetes zerstörungs-

- freies Prüfverfahren (z. B. mit Wirbelstrom nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1925) erfolgen.
- h) Die zerstörungsfreie Prüfung auf Längsfehler ist jetzt bei allen Rohren der Gütestufe III mit Außendurchmessern ab 10 mm durchzuführen. Für Rohre der Gütestufe III mit Außendurchmessern über 133 mm bzw. Außendurchmessern über 133 mm und gleichzeitig Wanddicken über 8 mm kann außerdem eine Prüfung auf Quersfehler bzw. auf Dopplungen vereinbart werden. Die Prüfungen erfolgen im allgemeinen mit Ultraschall.
- i) Die visuelle Besichtigung der Rohre kann durch ein nachweislich geeignetes zerstörungsfreies Prüfverfahren ersetzt werden.
- j) Abweichend von ISO 2604/II enthält diese Norm auch Angaben über die zulässigen Form- und Maßabweichungen. Die jetzt festgelegten Toleranzen bei Bestellung nach dem Außendurchmesser sind bei den zulässigen Wanddickenabweichungen abweichend von den Festlegungen in DIN 17 175 Teil 1 (Ausgabe Januar 1959) entweder nach dem Verhältnis von Normalwanddicke zu Außendurchmesser oder als Vielfache der Normalwanddicke gestaffelt. Die örtlich zulässige zusätzliche Minusunterschreitung der Nennwanddicke um 5 % ist entfallen. Auf Vereinbarung bei der Bestellung können auch kaltgefertigte Rohre mit engeren Toleranzen geliefert werden. Entsprechend einem Wunsch der Verbraucherseite besteht jetzt auch die Möglichkeit, Rohre mit einer lichten Weite von 200 mm und mehr nach dem Innendurchmesser zu bestellen. Für diesen Fall wurden ebenfalls die zulässigen Abweichungen für die Wanddicke und den Innendurchmesser festgelegt.
- k) Die Anhaltsangaben für die physikalischen Eigenschaften sind entfallen. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute bereitet z. Z. ein entsprechendes Stahl-Eisen-Werkstoffblatt vor, das auch Angaben für Stähle außerhalb der DIN 17 175 beinhalten wird.
- l) Die Werte der Kerbschlagarbeit gelten weiterhin für DVM-Proben. Die Stahlhersteller weisen darauf hin, der Kerbschlagbiegeversuch diene bei den Stählen nach DIN 17 175 nur als Indikator, ob die Wärmebehandlung einwandfrei gewesen und eine gewisse Zähigkeit vorhanden sei, erklärten sich auf Wunsch der Technischen Überwachung und der Verbraucher im Hinblick auf die Anwendung der Sprödbruchkonzepte jedoch bereit, Werte für ISO-V-Proben zu sammeln, um bei einer erneuten Überarbeitung der DIN 17 175 auf diese Probenform übergehen zu können.
- m) Die Mindestwerte der Streckgrenze bei Raumtemperatur und der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen wurden aus den verfügbaren Datensätzen mit Hilfe von Summenhäufigkeitskurven festgelegt. Um zumindest für die meisten Fälle eine Beibehaltung oder gar eine Erhöhung der bisherigen Werte erreichen zu können, erwies sich in Abweichung von ISO 2604/II eine Staffelung nach der Wanddicke als unvermeidlich. Durch diese Wanddickenstaffelung ergeben sich gegenüber ISO 2604/II bei geringen Wanddicken im allgemeinen höhere Werte, bei größeren Wanddicken zum Teil aber auch geringere.
- Zum Absenken der Werte für den Wanddickenbereich über 60 bis 80 mm um 10 N/mm^2 gegenüber den Werten im Wanddickenbereich über 40 bis 60 mm bei den Stählen 13 CrMo 4 4 (1.7335) und 10 CrMo 9 10 (1.7380) stellten die Stahlhersteller fest, für den Wanddickenbereich über 60 bis 80 mm gebe es derzeit für gesicherte Auswertungen nicht genügend Unterlagen; man könne nur über den einigermaßen gesicherten Bereich bis etwa 60 mm Wanddicke hinaus extrapolieren, dabei bestätige sich zur Zeit aber noch der im Bereich bis 50 mm gefundene Wanddickeneinfluß. Die Stahlhersteller erklärten sich bereit, zwecks späterer Überprüfung der jetzigen Festlegungen Werte zu sammeln.
- n) ISO 2604/II enthält keine Angaben für die Werte der 1 %-Zeitdehngrenze. Die Angaben dieser Norm stimmen bei den bereits in der vorhergehenden Ausgabe der DIN 17 175 enthaltenen Stählen St 35.8 (1.0305), St 45.8 (1.0405), 15 Mo 3 (1.5415), 13 CrMo 4 4 (1.7335) und 10 CrMo 9 10 (1.7380) mit denen in DIN 17 175 Teil 2 Beiblatt (Ausgabe Juni 1969) überein. Für die neu aufgenommenen Stähle 17 Mn 4 (1.0481) und 19 Mn 5 (1.0482) wurden, durch extrapolierte Werte für 380 und 390 °C ergänzt, die Werte aus dem Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 610 – Nahtlose Sammler aus warmfesten Stählen – übernommen. Für die ebenfalls neu aufgenommenen Stähle 14 MoV 6 3 (1.7715) und X 20 CrMoV 12 1 (1.4922) wurden die 1 %-Zeitdehngrenzwerte auf Grund neuester Auswertungen festgelegt.
- o) Bezüglich der Werte der Zeitstandfestigkeit sind folgende Anmerkungen zu machen:
- Die Angaben für die Stähle St 35.8 (1.0305), St 45.8 (1.0405), 15 Mo 3 (1.5415) und 13 CrMo 4 4 (1.7335) – bei den letzten zwei Stählen allerdings nur die Werte für 10^5 und $2 \cdot 10^5$ h – wurden aus DIN 17 175 Teil 2 Beiblatt (Ausgabe Juni 1969) übernommen.
- Die 10^4 h-Zeitstandfestigkeitswerte der Stähle 15 Mo 3 und 13 CrMo 4 4 sowie die 10^4 - und 10^5 h-Zeitstandfestigkeitswerte des Stahles 14 MoV 6 3 (1.7715) stimmen hingegen mit denen der entsprechenden Stähle nach ISO 2604/II überein; die $2 \cdot 10^5$ h-Zeitstandfestigkeitswerte des Stahles 14 MoV 6 3 wurden auf Grund neuerer Auswertungen im Temperaturbereich 480 bis 500 °C abweichend von ISO 2604/II festgelegt.
- Die Zeitstandfestigkeitswerte des Stahles 10 CrMo 9 10 (1.7380) stimmen im Grundsatz mit denen des Stahles TS 34 nach ISO 2604/II überein, jedoch haben sich bei der Glättung der Kurve durch dreidimensionale Interpolation (Zeit, Temperatur, Spannung) geringfügige Abweichungen bis zu maximal 4 N/mm^2 ergeben, die aber im Hinblick auf eine bessere Verwertbarkeit der Daten im Rechner gerechtfertigt erscheinen.
- Beim Stahl X 20 CrMoV 12 1 (1.4922) stimmen die 10^4 h-Zeitstandfestigkeitswerte im Temperaturbereich von 500 bis 610 °C mit denen des Stahles TS 40 nach ISO 2604/II, die 10^5 - und $2 \cdot 10^5$ h-Zeitstandfestigkeitswerte im Temperaturbereich 470 bis 600 °C hingegen mit den Angaben in den Stahl-Eisen-Lieferbedingungen 675–69 – Nahtlose Rohre aus hochwarmfesten Stählen – überein; die übrigen Werte wurden durch Extrapolation auf Grund neuerer Auswertungen ermittelt.
- Für die Stähle 17 Mn 4 (1.0481) und 19 Mn 5 (1.0482) wurden die für die Folgeausgabe von ISO 2604/II für die Stähle TS 5 und TS 9 H vorgesehenen und zur Zeit noch in den Schriftstücken ISO/TC 17/SC 10/ETP N 99 und N 148 enthaltenen Werte übernommen.
- p) Die Kennzeichnung dünnwandiger Rohre ist auch durch andere Verfahren als Schlagstempeln möglich.

Gegenüberstellung der zur Verwendung bei erhöhten Temperaturen vorgesehenen ferritischen bzw. martensitischen Stähle nach ISO 2604/II mit vergleichbaren deutschen Stählen

1)	Stähle nach deutschen Unterlagen		ISO 2604/II	
	Kurzname	Werkstoffnummer	2)	3)
—	—	—	TS 2	—
DIN	St 35.8	1.0305	TS 5	●
DIN	St 45.8	1.0405	TS 9H	●
DIN	17 Mn 4	1.0481	TS 14	○
DIN	19 Mn 5	1.0482	TS 18	○
DIN	15 Mo 3	1.5415	TS 26	●
DIN	13 CrMo 4 4	1.7335	TS 32	●
DIN	10 CrMo 9 10	1.7380	TS 34	●
DIN	14 MoV 6 3	1.7715	TS 33	●
SEL	12 CrMo 19 5	1.7362	TS 37	○
SEL	X 12 CrMo 9 1	1.7386	TS 38	●
DIN	X 20 CrMoV 12 1	1.4922	TS 40	X

1) DIN = enthalten in DIN 17 175; SEL = enthalten in Stahl-Eisen-Liste, 6. Auflage, 1977, Düsseldorf, Verlag Stahleisen mbH.

2) Kurznamen der Stähle in ISO 2604/II.

3) In dieser Spalte ist der Grad der Übereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung der deutschen Stähle einerseits und der Stähle nach ISO 2604/II andererseits gekennzeichnet. Es bedeuten: X = vollständige Übereinstimmung, ● = geringfügige Abweichungen, ○ = nicht unwesentliche Abweichungen.