

Nahtlose kreisförmige Rohre aus druckwasserstoffbeständigen Stählen

Technische Lieferbedingungen

DIN
17 176

Seamless circular steel tubes for hydrogen service at elevated temperatures and pressures; technical delivery conditions

Die mit einem Punkt ● gekennzeichneten Abschnitte enthalten Angaben über Vereinbarungen, die bei der Bestellung zu treffen sind.

Die mit zwei Punkten ●● gekennzeichneten Abschnitte enthalten Angaben über Vereinbarungen, die bei der Bestellung zusätzlich getroffen werden können.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	5.10 Maße, längenbezogene Massen (Gewichte) und Grenzabweichungen	3
2 Begriff	1	6 Prüfung	3
3 Sorteneinteilung	1	6.1 Bescheinigungen über Materialprüfungen	3
4 Bezeichnung und Bestellung	1	6.2 Ort der Prüfung	4
4.1 Normbezeichnung	1	6.3 Prüfumfang	4
4.2 Erforderliche Bestellangaben	2	6.4 Probenahme und Probenvorbereitung	4
4.3 Zusätzliche Bestellangaben	2	6.5 Durchführung der Prüfungen	5
5 Anforderungen	2	6.6 Wiederholungsprüfungen	5
5.1 Herstellverfahren	2	7 Kennzeichnung	5
5.2 Lieferzustand	2	8 Beanstandungen	6
5.3 Chemische Zusammensetzung	2	Anhang A Anhaltsangaben über die Langzeit-	
5.4 Mechanische und technologische Eigenschaften ..	2	warmfestigkeit und die Zugfestigkeit bei	
5.5 Schweißbeignung und Schweißbarkeit	3	erhöhten Temperaturen	12
5.6 Weiterverarbeitung und Wärmebehandlung	3	Anhang B Anhaltsangaben für das Warmumformen	
5.7 Oberflächenbeschaffenheit	3	bei der Weiterverarbeitung und über die	
5.8 Dichtheit	3	Wärmebehandlung von nahtlosen Rohren	
5.9 Zerstörungsfreie Prüfung	3	aus druckwasserstoffbeständigen Stählen .	15

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für nahtlose kreisförmige Rohre aus den druckwasserstoffbeständigen Stählen nach Tabelle 1. Diese Rohre werden vor allem verwendet in Chemieanlagen, z. B. als Hochdruck-, Leitungs-, Wärmetauscherrohre bei erhöhten Betriebstemperaturen ab ca. 200 °C und hohen Drücken bei gleichzeitiger Anwesenheit von Wasserstoff.

2 Begriff

Als **druckwasserstoffbeständig** gelten Stähle, die gegen Entkohlung durch Wasserstoff bei höheren Drücken und hohen Temperaturen und gegen die mit ihr verbundene Versprödung und Korngrenzenrissigkeit wenig anfällig sind. Diese Eigenschaft wird durch Legieren mit Elementen erreicht, die bei der Betriebstemperatur beständige Carbide bilden.

3 Sorteneinteilung

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

3.2 ● Die Auswahl der Stahlsorte ist Angelegenheit des Bestellers.

4 Bezeichnung und Bestellung

4.1 Normbezeichnung

In der Normbezeichnung für Rohre nach dieser Norm sind in nachstehender Reihenfolge anzugeben:

- Benennung (Rohr),
- DIN-Hauptnummer dieser Norm (DIN 17 176),
- kennzeichnende Maße des Rohres (Außendurchmesser × Wanddicke),

Fortsetzung Seite 2 bis 16

- Kurzname oder Werkstoffnummer für die Stahlsorte (siehe Tabelle 1),
- Kennbuchstabe für den Wärmebehandlungszustand bei den Stahlsorten 12 CrMo 19 5 und X 12 CrMo 9 1.

Beispiel:

Bezeichnung eines nahtlosen Rohres nach dieser Norm von 127 mm Außendurchmesser und 28 mm Wanddicke aus Stahl 12 CrMo 19 5 (Werkstoffnummer 1.7362), Lieferzustand G gegläht

Rohr DIN 17 176 – 127 × 28 – 12 CrMo 19 5 G

oder

Rohr DIN 17 176 – 127 × 28 – 1.7362 G

4.2 ● Erforderliche Bestellangaben

In der Bestellung für nahtlose Rohre nach dieser Norm sind nachstehend aufgeführte Angaben in jedem Falle erforderlich.

- 4.2.1 Menge (z.B. Gesamtlänge der gewünschten Lieferung).
 - 4.2.2 Benennung (Rohr).
 - 4.2.3 DIN-Hauptnummer dieser Norm (DIN 17 176).
 - 4.2.4 Kennzeichnende Maße des Rohres (Außendurchmesser × Wanddicke).
 - 4.2.5 Kurzname oder Werkstoffnummer für die Stahlsorte (siehe Tabelle 1).
 - 4.2.6 Kennbuchstaben für den Wärmebehandlungszustand bei Lieferung (siehe Tabelle 3).
 - 4.2.7 Längenart (siehe Tabelle 5) und bei Fest- und Genau-längen die Länge des einzelnen Rohres.
 - 4.2.8 Art der Bescheinigung über Materialprüfungen nach DIN 50 049 (siehe Abschnitt 6.1) und bei werksfremder Abnahme die infrage kommende Prüfgesellschaft sowie gegebenenfalls die Technische Regel.
- Beispiel für die Bestellung:

1000 m Rohr DIN 17 176 – 127 × 28 – 12 CrMo 19 5 G
in Herstelllängen

Bescheinigung DIN 50 049 – 3.1 C

4.3 ●● Zusätzliche Bestellangaben

Bei der Bestellung können eine oder mehrere der nachstehend aufgeführten Anforderungen und Prüfungen zusätzlich vereinbart werden.

- 4.3.1 Bekanntgabe des Erschmelzungsverfahrens (siehe Abschnitt 5.1.1.2).
- 4.3.2 Nachprüfung der chemischen Zusammensetzung (Stückanalyse) (siehe Abschnitt 5.3.2).
- 4.3.3 Härteprüfung (siehe Abschnitt 6.3.5).
- 4.3.4 Prüfung der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhter Temperatur (siehe Abschnitt 6.3.6)
- 4.3.5 Zerstörungsfreie Prüfung auf Querfehler und/oder Dopplungen (siehe Abschnitt 5.9.2).
- 4.3.6 Geänderter Prüfdruck bei der Prüfung auf Dichtheit beim Innendruckversuch mit Wasser (siehe Abschnitt 6.5.6.1).

5 Anforderungen

5.1 Herstellverfahren

5.1.1 Die Stähle für die Rohre werden im Elektroofen oder nach dem Sauerstoffblasverfahren erschmolzen.

5.1.1.1 ●● Nach Vereinbarung mit dem Besteller kann auch ein anderes gleichwertiges Verfahren angewendet werden.

5.1.1.2 ●● Das Erschmelzungsverfahren ist auf Vereinbarung dem Besteller bekanntzugeben.

5.1.2 Die Rohre nach dieser Norm werden durch Warm- oder Kaltwalzen, Warmpressen oder Warm- oder Kaltziehen oder einer Kombination der genannten Verfahren hergestellt. Das Herstellungsverfahren der Rohre bleibt dem Hersteller überlassen.

5.2 Lieferzustand

Die Rohre werden in den in Tabelle 3 genannten Wärmebehandlungszuständen geliefert.

Bei Rohren aus den Stahlsorten 13 CrMo 4 4 und 10 CrMo 9 10 kann ein Anlassen statt einer vollständigen Vergütung die Anforderung einer sachgemäßen Wärmebehandlung erfüllen, wenn durch die Warmformgebung ein einwandfreier Gefügestand in hinreichender Gleichmäßigkeit sichergestellt ist.

5.3 Chemische Zusammensetzung

5.3.1 Schmelzenanalyse

Die chemische Zusammensetzung der Stähle nach der Schmelzenanalyse¹⁾ muß Tabelle 1 entsprechen.

5.3.2 ●● Stückanalyse

Eine Stückanalyse kann bei der Bestellung vereinbart werden (Prüfumfang siehe Tabelle 7). Bei der Prüfung der chemischen Zusammensetzung am fertigen Rohr (Stückanalyse) sind gegenüber den Angaben in Tabelle 1 die Grenzabweichungen nach Tabelle 2 zulässig.

5.3.3 Abweichungen

Geringe Abweichungen der chemischen Zusammensetzung von den Grenzwerten nach den Abschnitten 5.3.1 und 5.3.2 sind im Einvernehmen mit dem Besteller oder dessen Beauftragten zulässig, wenn die mechanischen und technologischen Eigenschaften, die Druckwasserstoffbeständigkeit und die Schweißbarkeit des Rohres nicht beeinträchtigt werden.

5.4 Mechanische und technologische Eigenschaften

5.4.1 Die Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Kerbschlagarbeit der Rohre bei Raumtemperatur müssen den in Tabelle 3, die 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen muß den in Tabelle 4 angegebenen Werten entsprechen. Diese gelten für den Lieferzustand der Rohre nach Abschnitt 5.2 und für die betreffenden Prüfbedingungen nach den Abschnitten 6.4 und 6.5 dieser Norm.

5.4.1.1 ●● Eine Härteprüfung zur Überprüfung der Gleichmäßigkeit der mechanischen Eigenschaften (siehe Abschnitt 6.3.5) kann vereinbart werden.

5.4.2 Anhaltsangaben über die 1 %-Zeitdehngrenze und die Zeitstandfestigkeit sowie Anhaltsangaben über die Zugfestigkeit bei erhöhten Temperaturen sind im Anhang A, Tabellen A.1 und A.2, enthalten.

¹⁾ Bei Lieferung von Sequenzguß, wie er beim Strangguß möglich ist, tritt an die Stelle des Begriffs „Gießereinheit“ der Begriff „Gießereinheit“.

5.4.2.1 Die Angaben von Werten der 1%-Zeitdehngrenze oder der Zeitstandfestigkeit bis zu den in Tabelle A.1 aufgeführten hohen Temperaturen bedeutet nicht, daß die Stahlsorten im Dauerbetrieb bis zu diesen Temperaturen eingesetzt werden können. Maßgebend dafür ist die Gesamtbeanspruchung im Betrieb und die Begrenzung der Druckwasserstoffbeständigkeit nach API Publication 941.

5.5 Schweißbeignung und Schweißbarkeit

5.5.1 Die Rohre aus den Stahlsorten nach dieser Norm sind für die Lichtbogenschweißung und die Preßschweißung geeignet.

5.5.2 Nach DIN 8528 Teil 1 ist jedoch die Schweißbarkeit nicht nur von der Stahlsorte, sondern auch von den Bedingungen beim Schweißen, von der Konstruktion und den Betriebsbedingungen des Bauteils abhängig.

5.5.3 Der gegebenenfalls erforderliche Schweißzusatz ist anhand von DIN 8575 Teil 1 mit Rücksicht auf den Verwendungszweck, die Beanspruchung, das Schweißverfahren sowie sonstige Empfehlungen auszuwählen.

5.6 Weiterverarbeitung und Wärmebehandlung

Anhaltsangaben zur Wärmebehandlung und zum Warmumformen der Rohre bei der Weiterverarbeitung sind im Anhang B, Tabelle B.1, enthalten.

5.7 Oberflächenbeschaffenheit

5.7.1 Die Rohre müssen eine dem Herstellverfahren entsprechende glatte äußere und innere Oberfläche haben.

5.7.2 Geringfügige, durch das Herstellverfahren bedingte Unregelmäßigkeiten der Oberfläche, wie Erhöhungen oder Vertiefungen oder flache Riefen, sind zulässig, soweit die verbleibende Wanddicke die Anforderungen nach Abschnitt 5.10.2 erfüllt und die Verwendbarkeit der Rohre nicht beeinträchtigt wird (siehe auch Abschnitt 8.1).

5.7.3 Das sachgemäße Entfernen von Oberflächenfehlern geringer Tiefe ist unter Anwendung geeigneter Mittel zulässig, soweit die verbleibende Wanddicke die Anforderungen nach Abschnitt 5.10.2 erfüllt. Das Verstemmen von Oberflächenfehlern ist nicht zulässig. Oberflächenfehler dürfen durch Schweißen nur mit Genehmigung des Bestellers ausgebessert werden.

5.8 Dichtheit

Die Rohre müssen unter den Prüfbedingungen nach Abschnitt 6.5.6 dicht sein.

5.9 Zerstörungsfreie Prüfung

5.9.1 Bei der zerstörungsfreien Prüfung auf Längsfehler nach Abschnitt 6.5.8 müssen die Anforderungen nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1915 erfüllt werden.

5.9.2 ●● Auf Vereinbarung bei der Bestellung kann eine zerstörungsfreie Prüfung auf Querfehler und/oder Dopplungen durchgeführt werden. Hierbei sind die Anforderungen nach den Stahl-Eisen-Prüfblättern 1918 und 1919 zu erfüllen (siehe Abschnitte 6.5.9 und 6.5.10).

5.10 Maße, längenbezogene Massen (Gewichte) und Grenzabweichungen

5.10.1 ● Maße

5.10.1.1 Für die Außendurchmesser und Wanddicken der Rohre werden die Maße nach Abstimmung mit dem Hersteller vom Besteller vorgegeben. Hierbei sind die in DIN 2448 und DIN 2391 Teil 1 zugrunde gelegten Maße vorzuziehen.

5.10.1.2 Für die Längenarten der Rohre gilt Tabelle 5.

5.10.2 Grenzabmaße

Die Grenzabmaße für Außendurchmesser und Wanddicken sind in Tabelle 6 angegeben.

An Stellen, an denen die Oberfläche der Rohre durch mechanische Bearbeitung, z. B. Schleifen, ausgebessert wurde, darf das untere Grenzabmaß des Durchmessers geringfügig überschritten werden, sofern das Grenzabmaß für die Wanddicke eingehalten wird.

5.10.3 Formtoleranzen

5.10.3.1 Rundheitstoleranz

Die Rohre sollen möglichst kreisrund sein. Für nicht flüssigkeitsvergütete Rohre liegt die Rundheitstoleranz R des Rohrkörpers innerhalb der Grenzabmaße für den Außendurchmesser (siehe Tabelle 6). Wenn die Rohre flüssigkeitsvergütet werden, beträgt die Rundheitstoleranz R 2 % (siehe Abschnitt 6.5.12). Sie wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$R = 200 \cdot \frac{d_{\text{amax}} - d_{\text{amin}}}{d_{\text{amax}} + d_{\text{amin}}} \text{ in } \% \quad (1)$$

Es bedeuten:

d_{amax} größter gemessener Außendurchmesser

d_{amin} kleinster gemessener Außendurchmesser

Anmerkung: Hierbei kann d_{amax} oder d_{amin} das obere bzw. untere Grenzabmaß des Außendurchmessers d_a nach Tabelle 6 überschreiten.

5.10.3.2 Geradheitstoleranz

Die Rohre sollen nach dem Auge gerade sein.

5.10.4 Ausführung der Rohrenden

Die Rohrenden sollen einen zur Rohrachse möglichst senkrechten Trennschnitt aufweisen und gratfrei sein.

5.10.5 Längenbezogene Massen (Gewichte) und Grenzabweichungen

Die Berechnung der Werte für die längenbezogenen Massen erfolgt nach DIN ISO 4200.

Für die Stahlsorte X 20 CrMoV 121 (Werkstoffnummer 1.4922) ist bei der Berechnung der Werte für die längenbezogenen Massen eine Dichte von 7,76 kg/dm³ einzusetzen.

Folgende Grenzabweichungen von diesen Werten sind zulässig:

$\pm 12\%$ für ein einzelnes Rohr,

$\pm 10\%$ für eine Lieferung von mindestens 10 t.

6 Prüfung

6.1 Bescheinigungen über Materialprüfungen

Die Rohre nach dieser Norm werden mit einer der folgenden Bescheinigungen über Materialprüfungen nach DIN 50049 geliefert:

Bescheinigung DIN 50049 – 3.1 A

(Abnahmeprüfzeugnis A)

Bescheinigung DIN 50049 – 3.1 B

(Abnahmeprüfzeugnis B)

Bescheinigung DIN 50049 – 3.1 C

(Abnahmeprüfzeugnis C)

Eine Übersicht über Art und Umfang der Prüfungen, die Zuständigkeit für die Durchführung der Prüfungen sowie die Art der Bescheinigungen über die Prüfungen gibt Tabelle 7.

6.1.1 Die Abnahmeprüfzeugnisse enthalten folgende Angaben:

– Die Ergebnisse der entsprechend Abschnitt 6.5 im Prüfungsumfang nach Abschnitt 6.3 durchgeführten Prüfungen,

- die Ergebnisse der gegebenenfalls nach Abschnitt 4.3 zusätzlich vereinbarten und durchgeführten Prüfungen,
- gegebenenfalls die Angaben für die nach Abschnitt 4.3 zusätzlich vereinbarten Anforderungen oder Prüfungen,
- die Kennzeichnung nach Abschnitt 7.

Außerdem wird in einem Werkszeugnis DIN 50049 – 2.2 das Ergebnis der Schmelzenanalyse für alle in Tabelle 1 für die jeweilige Stahlsorte aufgeführten Elemente mitgeteilt. Dieser Nachweis kann auch im Abnahmeprüfzeugnis enthalten sein. Aus den Abnahmeprüfzeugnissen muß eindeutig die Zugehörigkeit von Rohrkenzeichnung und Abnahmewerten hervorgehen.

6.2 Ort der Prüfung

Die Rohre werden im Herstellerwerk geprüft. Bei Abnahmeprüfung durch Sachverständige, die nicht Angehörige des Herstellerwerkes sind, darf der Fortgang der Arbeiten beim Hersteller nicht unnötig gestört werden.

6.3 Prüfumfang

6.3.1 Die Rohre werden nach Losen geprüft. Die Prüfungen können gegebenenfalls an prüfbaren Fertigungslängen durchgeführt werden. In diesem Falle ist darauf im Abnahmeprüfzeugnis hinzuweisen. In Tabelle 7 ist eine Übersicht über den jeweiligen Prüfumfang gegeben.

6.3.1.1 Für die Prüfung sind die Rohre nach der Stahlsorte, der Schmelze und den Maßen in Lose von 100 Stück einzuteilen.

Restmengen bis zu 50 Stück der Losgröße können einem oder mehreren Losen zugeordnet werden. Stückzahlen und Restmengen über 50 Stück sowie Lieferungen von weniger als 50 Stück gelten als ein geschlossenes Los.

6.3.2 Zur Durchführung der Prüfungen nach den Abschnitten 6.5.1 bis 6.5.6 sind von den beiden ersten Losen nach Abschnitt 6.3.1 je zwei Prüfrohre und von jedem weiteren Los je ein Prüfrohr nach Wahl des Prüfers zu entnehmen, wobei jede Schmelze erfaßt werden muß.

6.3.3 Bei Liefermengen oder Losgrößen von 10 Rohren oder weniger ist ein Prüfrohr zu entnehmen.

6.3.4 An den Prüfrohren werden folgende Prüfungen durchgeführt:

- Zugversuch bei Raumtemperatur,
- Kerbschlagbiegeversuch für die Stahlsorten 25 CrMo 4, X 20 CrMoV 12 1 und 20 CrMoV 13 5 bei Rohren mit Wanddicken > 10 mm; für die übrigen Stahlsorten bei Rohren mit Wanddicken > 30 mm.

6.3.5 ●● Falls die Härteprüfung nach Brinell bei der Bestellung vereinbart wird, ist jedes Rohr zu prüfen. Soweit möglich ist am Rohr mit der niedrigsten Härte ein Zugversuch und am Rohr mit der höchsten Härte ein Kerbschlagbiegeversuch durchzuführen.

6.3.6 ●● Falls die Nachprüfung der 0,2%-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen bei der Bestellung vereinbart wird, ist die Prüftemperatur anzugeben; wenn nicht anders vereinbart, erfolgt die Prüfung an einer Probe je Schmelze und Abmessung.

6.3.7 ●● Falls die Nachprüfung der chemischen Zusammensetzung (Stückanalyse) bei der Bestellung vereinbart wird, erfolgt diese an einem Prüfrohr.

6.3.8 Darüber hinaus sind

6.3.8.1 alle Rohre vom Herstellerwerk auf Dichtheit zu prüfen, und zwar im allgemeinen durch den Innendruckversuch mit Wasser (siehe Abschnitt 6.5.6),

6.3.8.2 alle Rohre vom Herstellerwerk einer Prüfung auf Werkstoffverwechslung zu unterziehen,

6.3.8.3 alle Rohre auf ihre Oberflächenbeschaffenheit zu überprüfen,

6.3.8.4 alle Rohre auf die Einhaltung der Maße und Grenzabweichungen nach Abschnitt 5.10 zu überprüfen,

6.3.8.5 alle Rohre vom Herstellerwerk zerstörungsfrei auf Längsfehler zu prüfen (siehe Abschnitt 6.5.8),

6.3.8.5.1 ●● falls bei der Bestellung vereinbart, alle Rohre zusätzlich einer zerstörungsfreien Prüfung auf Querfehler und/oder Dopplungen zu unterziehen (siehe Abschnitte 6.5.9 und 6.5.10).

6.3.8.6 An allen Rohren mit Wanddicken < 40 mm ist ein Ringfaltversuch an beiden Enden jeder Fertigungslänge durchzuführen (siehe Abschnitt 6.5.4).

6.3.8.7 An allen Rohren mit Wanddicken > 40 mm ist anstelle des Ringfaltversuches eine zerstörungsfreie Prüfung der Rohrenden auf einer Länge von 25 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1919 durchzuführen (siehe auch Abschnitt 6.5.10).

6.4 Probenahme und Probenvorbereitung

Für die Probenentnahme und Probenlage gelten die Angaben in Bild 1

6.4.1 Zugversuch

6.4.1.1 Für den Zugversuch wird dem Prüfrohr ein Rohrabchnitt bzw. eine Rohrstreifenprobe nach DIN 50140 oder eine Rundprobe nach DIN 50125 längs zur Rohrachse entnommen. Die Proben werden nicht wärmebehandelt und innerhalb der Meßlänge nicht gerichtet.

Bei Rohren mit Wanddicken > 30 mm ist die Längsachse der Rundproben in einen Abstand von $1/4$ der Rohrwanddicke von der Außenoberfläche oder so nahe wie möglich an diese Stelle zu legen.

6.4.1.2 Bei Rohren mit Außendurchmessern ≥ 200 mm können nach Wahl des Herstellers, wenn es die Rohrmaße ohne Richten zulassen, allseitig bearbeitete Rund- oder Flachproben (siehe DIN 50125) für den Zugversuch quer zur Rohrachse entnommen werden.

6.4.2 Kerbschlagbiegeversuch

Für den Kerbschlagbiegeversuch ist dem Prüfrohr ein Satz von drei ISO-Spitzkerbproben quer zur Rohrachse zu entnehmen, wenn dies die Rohrmaße ohne Richten der Proben zulassen. Andernfalls sind Proben längs zur Rohrachse zu entnehmen. Bei Rohren mit Wanddicken > 30 mm ist die Längsachse der Proben in einen Abstand von $1/4$ der Rohrwand von der Außenoberfläche oder so nahe wie möglich an diese Stelle zu legen.

Die Proben sind so zu entnehmen bzw. vorzubereiten, daß die Kerbachse senkrecht zur Rohroberfläche liegt.

6.4.3 Technologische Prüfungen

Die Proben für den Ringfaltversuch nach DIN 50136 werden an beiden Enden jeder Fertigungslänge entnommen, dabei müssen die Proben dem Entnahmeende zugeordnet werden können.

Bei einer nachträglichen Unterteilung der Fertigungslängen in Teillängen werden weitere Proben nicht entnommen, wenn die Zugehörigkeit der Teillängen zur geprüften Fertigungslänge durch geeignete Kennzeichnung sichergestellt ist.

6.4.4 Chemische Zusammensetzung

Für die Nachprüfung der chemischen Zusammensetzung als Stückanalyse sind die Späne gleichmäßig über die Wanddicke zu entnehmen; bei Spektralanalysen ist sinngemäß zu verfahren. Im Regelfall gilt für die Probenahme nach dem Prüfblatt 1805.

6.5 Durchführung der Prüfungen

6.5.1 Der Zugversuch ist nach DIN 50140 bzw. nach DIN 50145 durchzuführen.

6.5.2 Falls der Nachweis der 0,2%-Dehngrenze bei erhöhter Temperatur vereinbart wurde, ist sie nach DIN 50145 zu ermitteln.

6.5.3 Der Kerbschlagbiegeversuch ist nach DIN 50115 durchzuführen.

Die in Tabelle 3 angegebenen Mindestwerte gelten für das Mittel aus 3 Proben, wobei nur ein Einzelwert diesen angegebenen Mindestwert um höchstens 30% unterschreiten darf.

6.5.4 Der Ringfaltversuch ist nach DIN 50136 durchzuführen. Die Proben oder Rohrenden sind so weit zusammenzufalten, daß ein bestimmter Plattenabstand H erreicht wird. Für diesen Plattenabstand H gilt:

$$H = \frac{(1 + c) s}{c + s/d_a} \text{ in mm} \quad (2)$$

Falls das Verhältnis s/d_a den Wert 0,17 übersteigt, können die an den Druckplatten anliegenden Zonen der Proben so weit zu einer ebenen Fläche abgearbeitet werden, daß ihre Breite etwa gleich der Rohrwanddicke wird.

In der Gleichung bedeuten:

s Wanddicke in mm,

d_a Außendurchmesser in mm,

c Festwert, der einzusetzen ist mit

0,07 bei den Stahlsorten 13 CrMo 4 4, 10 CrMo 9 10, 12 CrMo 19 5 G, X 12 CrMo 9 1 G,

0,05 bei den Stahlsorten 25 CrMo 4, 12 CrMo 9 10, 12 CrMo 12 10, 12 CrMo 19 5 V 1 bzw. V 2, X 12 CrMo 9 1 V, X 20 CrMoV 12 1,

0,045 bei der Stahlsorte 20 CrMoV 13 5.

6.5.5 Die chemische Zusammensetzung ist nach den vom Chemikerausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute angegebenen Verfahren zu prüfen (siehe Verzeichnis „Zitierte Normen und andere Unterlagen“).

6.5.6 Bei dem zur Prüfung der Dichtheit durchgeführten Innendruckversuch mit Wasser nach DIN 50104 beträgt der Prüfdruck 80 bar.

6.5.6.1 ●● Ein höherer Prüfdruck kann vereinbart werden.

6.5.6.2 Der Prüfdruck ist mindestens 5 Sekunden aufrechtzuerhalten.

6.5.6.3 Wenn durch die Prüfbedingungen eine Belastungsgrenze von $0,7 \cdot R_{cH}$ (entsprechend $\approx 1,5$ fache Sicherheit gegenüber der Streckgrenze) nicht überschritten wird, kann nach Wahl des Herstellers zur Prüfung der Dichtheit anstelle des Innendruckversuchs mit Wasser eine geeignete zerstörungsfreie Prüfung (z. B. eine elektromagnetische Prüfung nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1925) angewendet werden.

6.5.7 Die Oberflächenbeschaffenheit der Rohre ist durch eine Besichtigung außen und – soweit möglich – innen mit normaler Sehschärfe bei geeigneter Beleuchtung zu prüfen. Anstelle der Besichtigung kann zwischen Hersteller und Besteller auch ein anderes Prüfverfahren vereinbart werden.

6.5.8 Die zerstörungsfreie Prüfung ist durch Abtasten der gesamten Rohroberfläche auf Längsfehler nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1915 durchzuführen.

6.5.8.1 ●● Ist diese Prüfung aus Gründen eines ungünstigen Wanddicken/Durchmesser-Verhältnisses nicht möglich, so sind für die zerstörungsfreie Prüfung besondere Vereinbarungen zu treffen, z. B. Ultraschallprüfung nach Stahl-Eisen-

Prüfblatt 1915 an der dem Fertigerrohr am nächsten kommenden prüfbaren Vorabmessung.

6.5.9 Bei vereinbarter Prüfung auf Querverfehler bei Rohren mit Außendurchmessern > 133 mm ist die zerstörungsfreie Prüfung nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1918 durchzuführen.

6.5.10 Bei vereinbarter Prüfung auf Dopplungen bei Rohren mit Außendurchmessern > 133 mm und Wanddicken > 8 mm ist die zerstörungsfreie Prüfung nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1919 durchzuführen. Die Rohrenden an Rohren mit Wanddicken ≥ 40 mm nach Abschnitt 6.3.8.7 werden dabei mit erfaßt.

6.5.11 Die Wanddicken sind an den Rohrenden mit geeigneten Meßgeräten zu prüfen.

6.5.12 Der Durchmesser und die Rundheit der Rohre sind mit geeigneten Meßgeräten als Stichmaß zu prüfen. Bei der Ermittlung der Abweichung von der Rundheit ist in einer Querschnittsebene zu messen.

6.5.13 Die Härteprüfung ist nach DIN 50351 entweder an der Oberfläche der Rohre oder an den für die Ringfaltversuche entnommenen Proben durchzuführen.

6.5.14 Die Prüfung auf Werkstoffverwechslung ist in geeigneter Weise (z. B. spektroskopisch) durchzuführen.

6.6 Wiederholungsprüfungen

6.6.1 Rohre, die bei den Prüfungen nach den Abschnitten 6.5.4 und 6.5.6 bis 6.5.12 (Ringfaltversuche, Dichtheitsprüfung, Besichtigung, zerstörungsfreie Prüfung, Maßkontrolle) den Anforderungen nicht genügen, sind auszuschneiden. Das Herstellerwerk ist berechtigt, die bei diesen Prüfungen festgestellten Fehler oder Abweichungen durch geeignete Maßnahmen zu beseitigen und diese Rohre erneut zur Abnahmeprüfung vorzulegen.

6.6.2 Versagt bei der Abnahmeprüfung nach den Abschnitten 6.5.1 und 6.5.3 (Zugversuch, Kerbschlagbiegeversuch) sowie bei den zusätzlich vereinbarten Prüfungen nach den Abschnitten 6.5.2 und 6.5.13 (Warmzugversuch, Härteprüfung) eines der Prüfrohre, so ist der Hersteller berechtigt, den Versuch, der keine bedingungsgemäßen Ergebnisse lieferte, mit der doppelten Anzahl von Proben am selben Rohr zu wiederholen. Alle Proben müssen den Anforderungen genügen. Wenn auch bei diesen neuen Versuchen die Anforderungen nicht erfüllt sind, ist das Rohr auszuschneiden.

Anstelle des ausgefallenen Prüfrohrs sind 2 weitere Rohre dem betreffenden Los zu entnehmen, an denen die vorgeschriebenen Prüfungen nach den Abschnitten 6.5.1 und 6.5.3, gegebenenfalls 6.5.2 und 6.5.13, durchzuführen sind. Wird auch hierbei eine der Anforderungen nicht erfüllt, so gilt das ganze Los als nicht bedingungsgemäß. Nach Absprache mit den Beteiligten kann jedoch eine Einzelprüfung vereinbart werden.

6.6.3 Dem Lieferwerk bleibt es, falls das ungenügende Ergebnis der Prüfung durch eine erneute Wärmebehandlung oder andere geeignete Maßnahmen verbessert werden kann, anheimgestellt, ein nicht abgenommenes Los erneut zur Abnahmeprüfung vorzulegen. Genügen danach die Proben abermals nicht den Anforderungen, so ist das ganze Los nicht bedingungsgemäß.

7 Kennzeichnung

7.1 Jedes nach dieser Norm gelieferte Rohr ist deutlich und dauerhaft an einem Ende im Abstand von rund 300 mm wie folgt zu kennzeichnen:

– Herstellerzeichen,