

Elektrisch preßgeschweißte Rohre aus warmfesten Stählen

Technische Lieferbedingungen

DIN
17177

Electrically resistance or induction welded steel tubes for elevated temperatures; technical terms of delivery
Tubes soudés par l'effet de Joule par résistance électrique ou induction avec pression pour services aux températures élevées; conditions techniques de livraison

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm ISO 2604/III 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 elektrisch preßgeschweißte Rohre ¹⁾ aus warmfesten Stählen nach Tabelle 1 ²⁾, die im Dampfkessel-, Rohrleitungs-, Druckbehälter- und Apparatebau bei der bisher vorgesehenen Stahlauswahl ²⁾ zum Teil für Temperaturen bis zu 530 °C bei gleichzeitig hohen Drücken verwendet werden können, wobei die Gesamtbeanspruchung und die besonderen Zunderungsverhältnisse die angegebene Temperaturgrenze erniedrigen oder erhöhen können.

2 Mitteltende Normen und Unterlagen

DIN 1626 Teil 1	Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedrig legierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Allgemeine Angaben, Übersicht, Hinweise für die Verwendung
DIN 2393 Teil 1	Geschweißte Präzisionsstahlrohre mit besonderer Maßgenauigkeit; Maße
DIN 2394 Teil 1	(z. Z. noch Entwurf) Geschweißte maßgewalzte Präzisionsstahlrohre; Maße
DIN 2413	Stahlrohre; Berechnung der Wanddicke gegen Innendruck
DIN 2458	Geschweißte Stahlrohre; Maße und Gewichte
DIN 2915	Nahtlose und geschweißte Stahlrohre für Wasserröhrenkessel; Übersicht
DIN 17 007 Teil 2	Werkstoffnummern; Systematik der Hauptgruppe 1: Stahl
DIN 50 049	Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
DIN 50 125	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugproben; Richtlinien für die Herstellung
DIN 50 135	Prüfung metallischer Werkstoffe; Aufweitversuch an Rohren
DIN 50 136	Prüfung metallischer Werkstoffe; Ringfaltversuch an Rohren
DIN 50 137	Prüfung von Stahl; Ringaufdornversuch an Rohren
DIN 50 138	Prüfung von Stahl; Ringzugversuch an Rohren
DIN 50 140	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch ohne Feindehnungsmessung an Rohren und Rohrstreifen

DIN 50 145 Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch

DIN-Normenheft 3 Kurznamen und Werkstoffnummern der Eisenwerkstoffe in DIN-Normen und Stahl-Eisen-Werkstoffblättern (Beuth Verlag GmbH, Berlin und Köln; Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

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 1917 Zerstörungsfreie Prüfung elektrisch preßgeschweißter Rohre (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)

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.

²⁾ Es können gegebenenfalls über den Stahl 15 Mo 3 hinausgehend auch elektrisch preßgeschweißte Rohre aus anderen legierten Stählen nach dieser Norm geliefert werden, sofern die notwendigen Nachweise einer einwandfreien Herstellbarkeit im Rahmen einer Verfahrensprüfung erbracht worden sind.

Fortsetzung Seite 2 bis 13
Erläuterungen Seite 14

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

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)

3 Begriff

Als warmfest im Sinne dieser Norm gelten Stähle, die bei höheren Temperaturen, zum Teil bis zu 530 °C, gute mechanische Eigenschaften auch bei langzeitiger Beanspruchung haben.

4 Sorteneinteilung

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

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

5 Bezeichnung und Bestellung

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

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

Beispiel:

Bezeichnung eines elektrisch preßgeschweißten Rohres von 38 mm Außendurchmesser und 2,6 mm Wanddicke nach DIN 2458 aus Stahl St 37.8, Werkstoffnummer 1.0315:

Rohr DIN 2458 – St 37.8 – 38 × 2,6

oder **Rohr DIN 2458 – 1.0315 – 38 × 2,6**

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 aus Warm- oder Kaltband durch elektrische Preßschweißung herzustellen. Gegebenenfalls werden sie zusätzlich warm reduziert und/oder kalt verformt (siehe Abschnitt 6.3.1). Das Schweißen ist so durchzuführen, daß eine Schweißnahtwertigkeit von $v = 1$ erreicht wird ³⁾.

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 dem Stahl 15 Mo 3 kommt nur Gütestufe III in Betracht.

Die erhöhten Anforderungen an Rohre der Gütestufe III erfordern besondere Maßnahmen bei der Erschmelzung des Ausgangswerkstoffs oder bei der Weiterverarbeitung (z. B. Flämmen) 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 Technischen 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.

Ist der letzte Formgebungsschritt bei der Rohrherstellung eine Warmumformung, so gilt die Forderung einer sachgemäßen Wärmebehandlung als erfüllt, wenn durch die Warmverarbeitung ein einwandfreier Gefügestand in hinreichender Gleichmäßigkeit sichergestellt ist.

6.3.2 ● Sollen die Oberflächen der Rohre mit einem zeitlich begrenzt wirkenden Korrosionsschutzmittel versehen werden, so ist dies bei der Bestellung zu vereinbaren.

³⁾ Es gelten die Voraussetzungen für den Befähigungsnachweis als anerkannter Betrieb für die Herstellung geschweißter Rohre wie in DIN 1626 Teil 1, Ausgabe Januar 1965, Abschnitt 2. Insbesondere ist zu beachten, daß das herstellende Werk über geeignete Einrichtungen verfügen muß, um die Schweißarbeit einwandfrei ausführen, prüfen und überwachen zu können. Der Nachweis ist durch eine Verfahrensprüfung zu erbringen.

Im übrigen ist sicherzustellen, daß die einwandfreie Ausführung laufend überwacht wird.

Die Befähigung als anerkannter Betrieb gilt nur für die Analysenbereiche, Abmessungsbereiche und Schweißverfahren, die in dem auf Grund der durchgeführten Verfahrensprüfung ausgestellten Befähigungsnachweis genannt sind. Ändern sich die genannten Bedingungen, so müssen entsprechende Ergänzungen des Nachweises erbracht werden.

6.4 Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung der Stähle nach der Schmelzenanalyse 4) 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.

6.5 Mechanische Eigenschaften

6.5.1 Die Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung 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 Streubereichs, die nach Vorliegen weiterer Versuchsergebnisse von Zeit zu Zeit überprüft und unter Umständen berichtigt werden.

Hinweis: Die Angabe von 1 %-Zeitdehngrenzenwerten bzw. Zeitstandwerten 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 8.6.4 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

6.7.1 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.

6.7.2 Der äußere Schweißgrat ist zu entfernen. Bei Rohren mit einem Innendurchmesser ≥ 20 mm ist der innere Schweißgrat abzarbeiten; dabei darf die restliche Grathöhe 0,3 mm nicht übersteigen und die zulässige Mindestwanddicke nicht unterschritten werden.

● Bei höheren Anforderungen und bei Rohren mit einem Innendurchmesser < 20 mm ist eine Vereinbarung über den inneren Schweißgrat zu treffen.

6.8 Zerstörungsfreie Prüfung

Bei den zerstörungsfreien Prüfungen nach Abschnitt 8.4.6 und Abschnitt 8.6.5 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 im allgemeinen DIN 2458 und DIN 2915; in Sonderfällen können auch DIN 2393 Teil 1 und DIN 2394 Teil 1 (z. Z. noch Entwurf) zugrunde gelegt werden.

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

6.10.2.1 Die zulässigen Abweichungen für den Außendurchmesser betragen:

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

- bei Außendurchmessern ≤ 150 mm $\pm 0,75$ % (mindestens $\pm 0,5$ mm),
- bei Außendurchmessern > 150 mm ≤ 200 mm ± 1 %.

● Werden für die Rohrenden geringere Durchmesserabweichungen verlangt, 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 $\pm 0,25$ mm,
- bei Außendurchmessern > 45 mm ≤ 100 mm $\pm 0,4$ mm,
- bei Außendurchmessern > 100 mm ≤ 200 mm $\pm 0,5$ mm.

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

- bei Außendurchmessern ≤ 120 mm
falls Wanddicke/Außendurchmesser $\geq 1/20 \pm 0,6$ %
(mindestens $\pm 0,25$ mm),
falls Wanddicke/Außendurchmesser $< 1/20 \pm 0,75$ %
(mindestens $\pm 0,3$ 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 mm Länge geringfügig überschritten werden, sofern die zulässige Mindestwanddicke erhalten bleibt.

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

6.10.2.2 Die zulässigen Abweichungen für den Innendurchmesser ergeben sich aus den zulässigen Abweichungen für den Außendurchmesser (siehe Abschnitt 6.10.2.1) und für die Wanddicke (siehe Abschnitt 6.10.2.3), wobei zusätzlich die Angaben über den Schweißgrat in Abschnitt 6.7.2 zu beachten sind.

● **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 nachstehend angegebenen $\pm$ Abweichungen.

Die zulässigen Wanddickenabweichungen betragen für beide Gütestufen

- bei warm reduzierten Rohren $\pm 10\%$.
- bei kalt gefertigten Rohren
 - bei Wanddicken $\leq 3\text{ mm} \pm \begin{smallmatrix} 0,30 \\ -0,25 \end{smallmatrix}\text{ mm}$,
 - bei Wanddicken $> 3\text{ mm} \leq 10\text{ mm} \pm \begin{smallmatrix} 0,45 \\ -0,35 \end{smallmatrix}\text{ mm}$,
 - bei Wanddicken $> 10\text{ mm}$ nach Vereinbarung.

Die sich aus den zulässigen Wanddickenabweichungen ergebende zulässige geringste Wanddicke darf an vereinzelten Stellen zusätzlich um 5 % der Nennwanddicke unterschritten werden, und zwar auf einer Länge von nicht mehr als dem doppelten Rohraußendurchmesser, höchstens jedoch auf 300 mm. Hierbei ist an örtlich begrenzte Stellen gedacht, die beim Fehlerbeseitigen durch Schleifen entstehen können.

6.10.2.4 ● Die zulässigen Längenabweichungen sind in Tabelle 8 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. Die Rohre sollen nach dem Auge gerade sein.

● Besondere Anforderungen an die Geradheit sind zu vereinbaren.

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

6.11 Gewichte und zulässige Gewichtsabweichungen

6.11.1 Die Gewichte je Meter Rohr sind, soweit sie dort angegeben sind, der betreffenden Maßnorm zu entnehmen.

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

6.11.3 Die zulässigen Gewichtsabweichungen dürfen betragen:

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

7 Wärmebehandlung und Weiterverarbeitung

7.1 Die Anhaltsangaben für die Wärmebehandlungstemperaturen gehen aus Tabelle 9 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 ein nachträgliches Normalglühen.

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

7.3 Rohre aus Stählen nach dieser Norm lassen sich kalt verarbeiten, z. B. biegen, aufweiten, einziehen und einwalzen.

Nach dem Kaltbiegen, Kaltaufweiten und Kalteinziehen mit den üblichen Kaltumformgraden ist eine nachträgliche Wärmebehandlung nicht erforderlich⁵⁾.

Bei größeren Kaltumformgraden genügt im allgemeinen ein Glühen von mindestens 15 Minuten bei den in Tabelle 10 angegebenen Glühtemperaturen.

7.4 Die in dieser Norm aufgeführten Stähle sind schweißgeeignet (siehe auch DIN 8528 Teil 1). Tabelle 10 enthält Hinweise auf Schweißverfahren und Angaben zur Wärmebehandlung der Rohre nach dem Schweißen.

8 Prüfung

8.1 Prüfung des Ausgangswerkstoffs

Ausgangsbänder, die für die Fertigung von Rohren der Gütestufe III vorgesehen sind, müssen, soweit die Bänder aus vorgewalzten Brammen hergestellt werden, an dem vom Blockkopf stammenden Ende auf Freiheit von Doppelungen geprüft werden.

8.2 ● Abnahmeprüfungen

Rohre nach dieser Norm werden nur mit Abnahmeprüfungen¹⁾ geliefert. Die Art der gewünschten Abnahmeprüfbescheinigung nach DIN 50 049 ist bei der Bestellung zu vereinbaren. Für diese Abnahmeprüfung¹⁾ 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.

¹⁾ Siehe Seite 1

⁵⁾ 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).

8.3 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 — Rohre aus 15 Mo 3 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 ● 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.

8.4.5 An den Rohren sind Ringversuche durchzuführen (siehe Tabelle 11).

8.4.5.1 Bei Rohren der Gütestufe I sind die Ringversuche an den nach Abschnitt 8.4.3 entnommenen Rohren 6) an einem Ende durchzuführen, und zwar unter Berücksichtigung der Abmessungen nach Tabelle 11.

8.4.5.2 Bei Rohren der Gütestufe III sind die Ringversuche an Schnittlängen, deren Länge höchstens 30 m betragen darf, unter Berücksichtigung der Abmessungen nach Tabelle 11 durchzuführen, und zwar mit dem Prüfumfang, der

für Rohre mit einem Außendurchmesser ≤ 51 mm in Abschnitt 8.4.5.2.1 und

für Rohre mit einem Außendurchmesser > 51 mm in Abschnitt 8.4.5.2.2

festgelegt ist.

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

8.4.5.2.1 Bei Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser ≤ 51 mm wird jede Schnittlänge an einem Ende geprüft. Bei Prüfung von Teillängen ohne Zuordnung zur Schnittlänge wird jede Teillänge an einem Ende geprüft.

Der Prüfumfang kann auf 20 % der Schnittlängen oder Teillängen verringert werden, wenn der Hersteller zuvor nachgewiesen hat, daß dadurch — wegen der durch ihn vorgenommenen zerstörungsfreien Prüfung — die Fehlerauffindungswahrscheinlichkeit nicht verringert wird 7). Die zu prüfenden 20 % der Schnittlängen oder Teillängen werden stichprobenartig, also wahllos, aus dem gesamten Los entnommen. 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.

8.4.5.2.2 Bei Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser > 51 mm wird jede Schnittlänge an beiden Enden geprüft. Bei Prüfung von Teillängen ohne Zuordnung zur Schnittlänge 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 Schnittlänge entnommen werden.

8.4.6 Bei allen Rohren beider Gütestufen wird eine zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht durchgeführt. Alle Rohre der Gütestufe III sind über den gesamten Rohrumfang zerstörungsfrei auf Längsfehler zu prüfen.

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

8.4.7 Alle Rohre sind auf innere und äußere Beschaffenheit zu kontrollieren.

8.4.8 Bei allen Rohren ist der Außendurchmesser und die Wanddicke zu messen.

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

8.4.10 Alle Rohre aus dem Stahl 15 Mo 3 oder etwaigen sonstigen legierten Stählen sind vom Hersteller einer geeigneten Prüfung auf Werkstoffverwechslung zu unterziehen.

6) Dieser Prüfumfang gilt nur, wenn der Nachweis erbracht wird, daß entsprechende qualitätssichernde Maßnahmen laufend angewendet werden. Liegt dieser Nachweis nicht vor, so ist jedes Rohr eines Loses an einem Ende durch einen Ringversuch zu prüfen.

7) Diese Herabsetzung des Prüfumfanges auf 20 % gilt in jedem Falle nur, wenn qualitätssichernde Maßnahmen laufend angewendet werden.

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 verfahren⁸⁾.

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 sind um 90° gegen die Schweißnaht versetzt zu entnehmen. 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 abzusteichen und so zu halbieren, daß die Schnittstellen um 90° und 270° gegen die Schweißnaht versetzt sind, so daß eine Probe ohne Schweißnaht und eine Probe mit Schweißnaht in der Mitte anfällt.

8.5.3 ● 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.

8.5.4 Die Proben für die Ringversuche sind nach DIN 50 136 (Ringfaltversuch), DIN 50 137 (Ringaufdornversuch) bzw. DIN 50 138 (Ringzugversuch) sowie gegebenenfalls DIN 50 135 (Aufweitversuch) zu entnehmen (beachte Tabelle 3).

8.5.5 Alle Proben für die Versuche nach Abschnitt 8.5.2 bis Abschnitt 8.5.4 sind so ausreichend zu kennzeichnen, daß die Zusammengehörigkeit zwischen Rohr und Probe eindeutig zu erkennen ist.

8.6 Anzuwendende Prüfverfahren

8.6.1 Die chemische Zusammensetzung ist nach den vom Chemikerausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute angegebenen Verfahren⁹⁾ 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 Die 0,2 %-Dehngrenze bei höherer Temperatur ist nach DIN 50 145 zu ermitteln.

8.6.4 Die Ringversuche sind nach den in Abschnitt 8.5.4 angegebenen Normen für den Ringfalt-, Ringaufdorn- und Ringzugversuch sowie gegebenenfalls für den Aufweitversuch unter Beachtung der folgenden Angaben durchzuführen.

8.6.4.1 Beim Ringfaltversuch nach DIN 50 136 ist die Schweißnaht in die am höchsten beanspruchte Zone (3-Uhr-Lage) zu legen. Die Proben oder

Rohrenden sind 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 37.8 der Wert 0,09, bei den übrigen Stählen dieser Norm der Wert 0,07 einzusetzen.

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

In den Fällen, in denen nach Abschnitt 8.4.5 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.

8.6.4.2 Der Ringzugversuch nach DIN 50 138 ist mit der Schweißnaht um 90° gegenüber der Zugrichtung versetzt durchzuführen.

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

8.6.4.4 ● Für den Aufweitversuch nach DIN 50 135 sind die Prüfbedingungen zu vereinbaren.

8.6.5 ● Die zerstörungsfreie Prüfung ist stets vor Entnahme der Ringproben durchzuführen. Für die Prüfung kommen Ultraschall-Verfahren sowie Wirbelstrom- oder magnetische Streuflußverfahren in Betracht.

Die Prüfung erfolgt

- a) bei Rohren der Gütestufe I nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1917,
- b) bei der Prüfung auf Längsfehler bei Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser ≥ 10 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1915,
- c) bei vereinbarter Prüfung auf Quersfehler bei Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser > 133 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1918,
- d) bei vereinbarter Prüfung auf Dopplungen bei Rohren der Gütestufe III mit einem Außendurchmesser > 133 mm und einer Wanddicke > 8 mm nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1919.

⁸⁾ Im Regelfall gilt für die Probenahme Stahl-Eisen-Prüfblatt 1805 – Probenahme und Probevorbereitung für die Stückanalyse bei Stählen. (Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf)

⁹⁾ Handbuch für das Eisenhüttenlaboratorium, Band 2: Die Untersuchung der metallischen Stoffe, Düsseldorf, Verlag Stahleisen mbH., 1966; Band 5 (Ergänzungsband): A 4.1 – Aufstellung empfohlener Schiedsverfahren, B – Probenahmeverfahren, C – Analysenverfahren, jeweils letzte Auflage, Düsseldorf: Verlag Stahleisen mbH.

8.6.6 Die Besichtigung ¹⁰⁾ 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 Güteklasse 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.

8.6.7 Die Maße werden mit zweckentsprechenden Meßgeräten geprüft.

8.6.8 ● Bei dem zur Prüfung der Dichtigkeit durchgeführten Innendruckversuch mit Wasser (siehe aber Abschnitt 8.4.9) 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) und bei Rohren der Gütestufe I nach Abschnitt 8.6.4 (Ringversuch) eines der ausgewählten Rohre, so ist es auszuschneiden; 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 8.4.5.2.1 eine Probe von einer Schnitt- oder Teillänge, so ist der Versuch am gleichen Ende der betreffenden Schnitt- oder Teillänge zu wiederholen. Genügt auch diese Ersatzprobe nicht den Anforderungen, so ist die betreffende Schnitt- oder Teillänge auszuschneiden und die Prüfung an weiteren 20 % der Schnitt- oder Teillängen des Loses an einem Ende zu wiederholen. Zeigt sich auch hier ein Ausfall, dann muß die Prüfung auf alle Schnitt- oder Teillängen des Loses erweitert werden. Schnitt- oder Teillängen, die beim Ringversuch versagen, sind zurückzuweisen.

Wenn bei der Einzelpfung von Rohren der Gütestufe III nach Abschnitt 8.4.5.2.2 und gegebenenfalls auch nach Abschnitt 8.4.5.2.1 eine Ringprobe einer Schnitt- oder Teillänge versagt, so ist der Versuch an der gleichen Schnitt- oder Teillänge zu wiederholen. Fällt auch diese Probe aus, so ist die betreffende Schnitt- oder Teillänge zurückzuweisen. Es bleibt dem Hersteller überlassen, beim Ausfall einer Schnittlänge 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 8.4.5 (Ringversuch), Abschnitt 8.4.6 (zerstörungsfreie Prüfung) und Abschnitt 8.4.7 (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 Werkzeugnis 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 17 177 entspricht, sämtliche Rohre die Dichtheitsprüfung bestanden und freien Durchgang haben, sich über ihre ganze Länge in dem der Werkstoffart entsprechenden und sachgemäßen Wärmebehandlungszustand befinden und daß bei Rohren der Gütestufe III die Ausgangsbänder, soweit die Bänder aus vorgefalteten Brammen hergestellt wurden, an dem vom Blockkopf stammenden Ende auf Freiheit von Dopplungen geprüft worden sind, außerdem die chemische Zusammensetzung nach der Schmelzenanalyse und, falls bei der Bestellung vereinbart, das Erschmelzungsverfahren. In dem Abnahmeprüfzeugnis B nach DIN 50 049 ist außerdem die Durchführung der zerstörungsfreien Prüfung zu bestätigen.

9 Kennzeichnung der Rohre

9.1 Die fertigen Rohre sind etwa 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:

- bei Rohren der Gütestufe III die Rohrnummer,
- bei Rohren aus dem Stahl 15 Mo 3, sofern der Nennaußendurchmesser ≥ 159 mm beträgt, die Schmelzenummer oder ein Kennzeichen für die Schmelze.

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.

¹⁾ Siehe Seite 1

¹⁰⁾ Anstelle der visuellen Besichtigung kann auch ein nachweislich geeignetes zerstörungsfreies Prüfverfahren 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 ¹¹⁾ durch Vorlage des beanstandeten und von Belegstücken des angelieferten Werkstoffes.

¹¹⁾ Siehe hierzu: Erläuterungen zu der Beanstandungsklausel in Gütenormen für Stahl und Eisen. DIN-Mitt. 40 (1961) Heft 2, Seite 111/112.

ungültig

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 elektrisch preßgeschweißte Rohre, deren chemische Zusammensetzung (nach der Schmelzenanalyse) und die Farbkennzeichnung der Rohre.

Stahlsorte ¹⁾		Chemische Zusammensetzung in Gew.-%						Farbkennzeichnung ²⁾
Kurzname	Werkstoffnummer	C	Si	Mn	P	S	Mo	
					höchstens			
St 37.8 ³⁾	1.0315	≤ 0,17	0,10 bis 0,35 ⁴⁾	0,40 bis 0,80	0,040	0,040		zwei weiße Ringe
St 42.8 ³⁾	1.0498	≤ 0,21	0,10 bis 0,35 ⁴⁾	0,40 bis 1,20	0,040	0,040		zwei gelbe Ringe
15 Mo 3	1.5415	0,12 bis 0,20	0,10 bis 0,35	0,40 bis 0,80	0,035	0,035	0,25 bis 0,35	ein gelber Ring und zwei karminrote Ringe

¹⁾ Über den Stahl 15 Mo 3 hinausgehend können gegebenenfalls auch elektrisch preßgeschweißte Rohre aus anderen legierten Stählen nach dieser Norm geliefert werden, sofern die notwendigen Nachweise einer einwandfreien Herstellbarkeit im Rahmen einer Verfahrensprüfung erbracht worden sind.

²⁾ ● 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.

³⁾ Die Stähle St 37.8 und St 42.8 genügen den vom Deutschen Dampfkesselausschuß herausgegebenen „Technischen Regeln für Dampfkessel“ in gleicher Weise wie St 35.8 und St 45.8 nach DIN 17 175.

⁴⁾ Der Mindestgehalt 0,10 % Silicium darf unterschritten werden, wenn der Stahl mit Aluminium beruhigt oder im Vakuum desoxidiert wird.

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	$\leq 0,21$	$\pm 0,02$
Si	$\leq 0,35$	$\pm 0,03$
Mn	$\leq 1,00$	$\pm 0,04$
	$>1,00 \leq 1,20$	$\pm 0,05$
P und S	$\leq 0,040$	$+ 0,010$
Mo	$\leq 0,35$	$\pm 0,04$
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.		

Tabelle 3. Prüfungsfumfang bei den elektrisch preßgeschweißten Rohren beider Gütestufen

Nr	Prüfungsfumfang	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	Ringversuch ³⁾	8.4.5	an einem Ende der Rohre nach Nr 1	je nach Durchmesser (siehe Abschnitt 8.4.5) an 20 % der Schnitt- oder Teillängen einseitig oder an 100 % der Schnitt- oder Teillängen beidseitig, gegebenenfalls jedoch auch einseitig, siehe Abschnitt 8.4.5.2.2.	n. V.
3	Zerstörungsfreie Prüfung	8.4.6	bei allen Rohren Schweißnahtprüfung	wie bei Gütestufe I, zusätzlich über den gesamten Rohrfumfang	H
4	Oberflächenkontrolle	8.4.7	alle Rohre	alle Rohre	n. V.
5	Maßkontrolle	8.4.8	alle Rohre	alle Rohre	n. V.
6	Dichtheitsprüfung	8.4.9	alle Rohre	alle Rohre	H
7	Verwechslungsprüfung	8.4.10		alle legierten Rohre	H
8	Sonderprüfungen ⁴⁾ Nr 8, Nr 9 Kontrollanalyse	8.4.2	nach Vereinbarung	nach Vereinbarung	H
9	Warmzugversuch	8.4.4	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 eine Probe bzw. 1 Probensatz. ³⁾ Beachte die Angaben über die Abmessungsbereiche für die Anwendung dieser Prüfungen in Tabelle 11. 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 Betriebs- überdruck 3) bar	Temperatur 2) °C	zulässiger Betriebs- überdruck 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 elektrisch preßgeschweißten Rohre aus warmfesten Stählen bei Raumtemperatur

Stahlsorte		Zugfestigkeit N/mm ²	Streckgrenze 1) für Wanddicken bis 16 mm N/mm ² mindestens	Bruchdehnung ($L_0 = 5 \cdot d_0$) längs quer % mindestens	
Kurzname	Werk- stoff- nummer				
St 37.8	1.0315	360 bis 480	235	25	23
St 42.8	1.0498	410 bis 530	255	21	19
15 Mo 3	1.5415	450 bis 600	270 2)	22	20

1) Bei Rohren mit einem Außendurchmesser ≤ 30 mm, deren Wanddicke ≤ 3 mm ist, liegen die Mindestwerte um 10 N/mm² niedriger.
 2) Für Wanddicken ≤ 10 mm gilt ein um 15 N/mm² höherer Mindestwert.

Tabelle 6. Mindestwerte der 0,2 %-Dehngrenze der elektrisch preßgeschweißten Rohre aus warmfesten Stählen bei erhöhten Temperaturen

Stahlsorte		Wanddicke mm	0,2 %-Dehngrenze bei 200 °C 250 °C 300 °C 350 °C 400 °C 450 °C 500 °C N/mm ² mindestens						
Kurzname	Werk- stoff- nummer								
St 37.8	1.0315	≤ 16	185	165	140	120	110	105	—
St 42.8	1.0498	≤ 16	205	185	160	140	130	125	—
15 Mo 3	1.5415	≤ 16 1)	225	205	180	170	160	155	150

1) 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					
		$\geq 0,9$	$\geq 0,8$ $< 0,9$	$\geq 0,7$ $< 0,8$	$\geq 0,6$ $< 0,7$	$\geq 0,5$ $< 0,6$	$< 0,5$
Kurzname	Werkstoffnummer	%					
		mindestens					
St 37.8	1.0315	8	10	12	20	25	30
St 42.8	1.0498						
15 Mo 3	1.5415	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 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 9. Anhaltsangaben für die Warmformgebung und das Normalglühen der elektrisch preßgeschweißten Rohre ¹⁾ aus warmfesten Stählen

Stahlsorte		Warmformgebung	Normalglühen
Kurzname	Werkstoffnummer	°C	°C
St 37.8	1.0315	zwischen 1100 und 850 ²⁾	900 bis 930
St 42.8	1.0498		870 bis 900
15 Mo 3	1.5415		910 bis 940

1) Die Werkstücke müssen die angegebenen Temperaturen über den ganzen Querschnitt erreichen. Ist dies mit Sicherheit der Fall, so ist beim Normalglühen ein weiteres Halten auf diesen Temperaturen nicht erforderlich.
2) Im Laufe der Verarbeitung kann die Temperatur auf 750 °C abfallen.

Tabelle 10. 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	Werkstoff- nummer		
St 37.8	1.0315	alle Schmelzschweißverfahren und Abbrennstumpfschweißen	520 bis 600
St 42.8	1.0498		
15 Mo 3	1.5415		530 bis 620
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 der Wanddicke. Es wird eine Haltedauer von mindestens 15 Minuten empfohlen. 3) Für das Glühen sind auch die Angaben des Schweißzusatzherstellers zu beachten.			

Tabelle 11. Abmessungsbereiche für die Anwendung der mechanischen und technologischen Verfahren zur Prüfung der Rohre beider Gütestufen.

Außendurchmesser der Rohre mm	Nennwanddicken der Rohre	
	< 2 mm	2 ≤ mm ≤ 16 mm
≤ 21,3	Zugversuch Ringfaltversuch ¹⁾	Zugversuch Ringfaltversuch ¹⁾
> 21,3 ≤ 146	Zugversuch Ringfaltversuch	Zugversuch Ringaufdornversuch
> 146	—	Zugversuch Ringzugversuch
¹⁾ Falls die Schweißnaht nicht erkennbar ist, ist der Aufweitversuch durchzuführen.		

Anhang A

Die nachstehende Tabelle enthält vorläufige Anhaltsangaben über die Langzeitwarmfestigkeitswerte der warmfesten Stähle. Die in der Tabelle aufgeführten Werte sind die **Mittelwerte** des bisher erfaßten Streubereiches, 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 Streubereiches bei den angegebenen Temperaturen für die aufgeführten Stahlsorten um rund 20 % tiefer liegt als der angegebene Mittelwert.

Anmerkung: Die hier angegebenen Werte beruhen auf Untersuchungen des Grundwerkstoffes. Es liegen jedoch in gewissem Umfang Erfahrungen vor, daß die Werte auch auf geschweißte Rohre anwendbar sind.

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 37.8 St 42.8	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
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.						

Erläuterungen

Die zunehmende Verwendung elektrisch preßgeschweißter Rohre im Dampfkessel- und Druckbehälterbau machte die Herausgabe dieser Norm erforderlich, nachdem auch bereits die entsprechende von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebene Internationale Norm

2604/III

E: Steel products for pressure purposes — Quality requirements —
Part III: Electric resistance and induction welded tubes

D: Stahlerzeugnisse für Druckbehälter; Gütevorschriften
Teil 3: Elektrisch widerstands- und induktionsgeschweißte Rohre

vorliegt. Die Herausgabe der Norm hat sich vor allem deshalb verzögert, weil einerseits die internationalen Verhandlungen abgewartet werden sollten, andererseits aber auch den parallel laufenden, schwierigeren Verhandlungen über die Folgeausgabe von DIN 17 175 — Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen — nicht vorgegriffen werden sollte und konnte. So entspricht diese Norm in Aufbau und Inhalt weitestgehend der Neufassung der DIN 17 175. Unterschiede gegenüber DIN 17 175 ergeben sich naturgemäß beim Herstellverfahren (siehe Abschnitt 6.1), der Prüfung des Ausgangswerkstoffes (siehe Abschnitt 8.1) sowie bei den Maßen und zulässigen Maßabweichungen, durch die Festlegung, daß die Schweißnaht in jedem Falle zerstörungsfrei zu prüfen ist (siehe Abschnitt 8.4.6) und die Angaben über den Schweißgrat (siehe Abschnitt 6.7.2), ferner durch die Berücksichtigung des Aufweitversuches bei den Ringversuchen (siehe Fußnote 1 zu Tabelle 11) und die Sortenbeschränkung auf die unlegierten Stähle St 37.8 (1.0315) und St 42.8 (1.0498) sowie den legierten Stahl 15 Mo 3 (1.5415), während DIN 17 175 darüber hinaus die Stähle 17 Mn 4 (1.0481), 19 Mn 5 (1.0482), 13 CrMo 4 4 (1.7335), 10 CrMo 9 10 (1.7380),

14 MoV 6 3 (1.7715) und X 20 CrMoV 12 1 (1.4922) enthält (entsprechend Fußnote 1 zu Tabelle 1 können jedoch bei Beachtung gewisser Voraussetzungen auch nach DIN 17 177 elektrisch preßgeschweißte Rohre aus anderen legierten Stählen geliefert werden). Weiterhin enthält DIN 17 177 wegen der Waddickenbegrenzung auf 16 mm im Gegensatz zu DIN 17 175 keine Angaben zum Kerbschlagbiegeversuch.

Die Festlegungen in DIN 17 177 und ISO 2604/III unterscheiden sich vor allem in folgenden Punkten:

- a) ISO 2604/III enthält über DIN 17 177 hinausgehend auch die Stähle 17 Mn 4 und 13 CrMo 4 4 sowie den in Deutschland nicht üblichen Stahl TW 2 und Stähle ohne Festlegung von Warmfestigkeitswerten; siehe tabellarische Gegenüberstellung am Ende der Erläuterungen.
- b) Die Werte der Streckgrenze bei Raumtemperatur (siehe Tabelle 5) liegen in DIN 17 177 um 20 N/mm² höher als in ISO 2604/III.
- c) Die Werte der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen (siehe Tabelle 6) liegen bei den unlegierten Stählen in DIN 17 177 bis 350 °C etwas höher, bei höheren Temperaturen etwas niedriger als in ISO 2604/III; für den Stahl 15 Mo 3 liegen die Werte insgesamt etwas höher als in ISO 2604/III.
- d) In Anhang A zu DIN 17 177 sind außer den Zeitstandfestigkeitswerten auch 1 %-Zeitdehngrenzenwerte angegeben. Bei der Zeitstandfestigkeit besteht nur bei den 10 000 h-Werten für den Stahl 15 Mo 3 Übereinstimmung.
- e) Die Gütestufen I und III nach DIN 17 177 sind nicht ohne weiteres mit den Prüfklassen II bis V nach ISO 2604/III vergleichbar. Am ehesten lassen sich die Gütestufen I und III mit den Prüfklassen II und V vergleichen, wobei jedoch der unterschiedliche Prüfumfang für die Ringversuche zu beachten ist.

Gegenüberstellung der zur Verwendung bei erhöhten Temperaturen vorgesehenen Stähle nach ISO 2604/III mit vergleichbaren deutschen Stählen

1)	Stähle nach			
	deutschen Unterlagen		ISO 2604/III	
	Kurzname	Werkstoffnummer	Kurzname	2)
—	—	—	TW 2	—
DIN	St 37.8	1.0315	TW 5	●
DIN	St 42.8	1.0498	TW 9 H	●
3)	17 Mn 4	1.0481	TW 14	●
DIN	15 Mo 3	1.5415	TW 26	●
3)	13 CrMo 4 4	1.7335	TW 32	●
1) DIN = enthalten in DIN 17 177. 2) In dieser Spalte ist der Grad der Übereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung der deutschen Stähle einerseits und der Stähle nach ISO 2604/III andererseits gekennzeichnet; ein ● bedeutet geringfügige Abweichungen. 3) Dieser Stahl ist in DIN 17 177 nicht ausdrücklich erwähnt (siehe aber Fußnote 1 zu Tabelle 1), er ist jedoch in DIN 17 175 enthalten.				