

DIN EN 13480-4

ICS 23.040.01

Entwurf

Einsprüche bis 2011-09-18
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 13480-4:2002-08 und
DIN EN 13480-4
Berichtigung 1:2006-06

**Metallische industrielle Rohrleitungen –
Teil 4: Fertigung und Verlegung;
Deutsche Fassung prEN 13480-4:2011**

Metallic industrial piping –
Part 4: Fabrication and installation;
German version prEN 13480-4:2011

Tuyauteries industrielles métalliques –
Partie 4: Fabrication et installation;
Version allemande prEN 13480-4:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-07-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nard@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13480-4:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Metallische industrielle Rohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 082-00-17 AA „Industrielle Rohrleitungen“ im Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) verantwortlich.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13480-4:2002-08 und DIN EN 13480-4 Berichtigung 1:2006-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen aktualisiert;
- b) der Begriff „Rohrleitungsklasse“ wurde im gesamten Dokument entsprechend der Druckgeräte-richtlinie 97/23/EG in „Kategorie“ umbenannt;
- c) im gesamten Dokument wurde auf die SI-Einheit „MPa“ umgestellt;
- d) Definitionen der Begriffe „Kaltumformung“ (3.3) und „Warmverformung“ (3.4) überarbeitet;
- e) in 5.2.6 wurde ein normativer Verweis zur Erfüllung der Anforderungen für den Hersteller aufgenommen;
- f) in 5.5 wurde der normative Verweis für die Werkstoffgruppierung geändert;
- g) abschnittsweise Benummerung der Tabellen und Bilder in fortlaufende Benummerung geändert;
- h) Tabelle 1 zur Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen von Flacherzeugnissen überarbeitet;
- i) Abschnitt 9.4 „Schweißzusätze und Hilfsstoffe“ wurde überarbeitet;
- j) in Tabelle 5 und Tabelle 6 wurden die Bezugsdicken und Haltezeiten bei Wärmenachbehandlung überarbeitet;
- k) eine neue Tabelle 7 mit P_{crit} -Werten für die Wärmebehandlung wurde aufgenommen;
- l) die Bemaßung in den Bild 8 und Bild 9 wurde überarbeitet;
- m) 9.14.6 „Örtliche Wärmebehandlung“ wurde überarbeitet;
- n) Abschnitt 11 „Kennzeichnung und Dokumentation“ wurde überarbeitet;
- o) Literaturhinweise aktualisiert und vervollständigt.

Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 4: Fertigung und Verlegung

Tuyauteries industrielles métalliques — Partie 4 : Fabrication et installation

Metallic industrial piping — Part 4: Fabrication and installation

ICS: 23.040.01

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.4c

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Symbole	5
5 Allgemeines	6
6 Trennen und Anschrägen	7
7 Biegen und andere Umformverfahren	8
8 Verlegung der Rohrleitung	17
9 Schweißen	21
10 Nachbesserung und Ausbesserung	31
11 Kennzeichnung und Dokumentation	32
12 Zusätzliche Anforderungen	34
Anhang A (informativ) Verunreinigung und Oberflächenbeschaffenheit von nichtrostendem Stahl	36
Anhang B (normativ) Maßtoleranzen für vorgefertigte Spools	39
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	41
Literaturhinweise	42

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13480-4:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen, WG 4 Fertigung und Verlegung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 13480-4:2002 ersetzen.

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

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

In dieser Norm ist Anhang A informativ und Anhang B normativ.

Diese Europäische Norm EN 13480 für industrielle Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen besteht aus den folgenden aufeinander verweisenden und zusammengehörenden acht Teilen:

- Teil 1: Allgemeines;
- Teil 2: Werkstoffe;
- Teil 3: Konstruktion und Berechnung;
- Teil 4: Fertigung und Verlegung;
- Teil 5: Prüfung;
- Teil 6: Zusätzliche Anforderungen an erdgedeckte Rohrleitungen;
- CEN/TR 13480-7, Anleitung für den Gebrauch des Konformitätsbewertungsverfahrens;
- Teil 8: Zusatzanforderungen an Rohrleitungen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen.

Obgleich diese Teile gesondert erhältlich sind, sollte beachtet werden, dass sie jeweils aufeinander Bezug nehmen. Insofern ist für die Herstellung von metallischen industriellen Rohrleitungen die Anwendung aller einschlägigen Teile erforderlich, um die Anforderungen dieser Norm in zufrieden stellender Weise zu erfüllen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der EN 13480 beschreibt die Anforderungen an die Fertigung und Verlegung, einschließlich der Halterungen, von Rohrleitungssystemen, die nach EN 13480-3 konstruiert sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 287-1:2004+A2:2006, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

EN 1011 (alle Teile), *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe*

EN 1418:1997, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschweißen und von Einrichtern für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen*

EN 10088-1:2005, *Nichtrostende Stähle — Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 13445-4:2009/prA1:2010, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN 13480-1:2002+A2:2008, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 1: Allgemeines*

EN 13480-2:2002+A2:2011, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13480-3:2002+A4:2010, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 3: Konstruktion und Berechnung*

EN 13480-5:2002, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 5: Prüfung*

EN ISO 3834-3:2005, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3:2005)*

EN ISO 4063:2010, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:2010)*

EN ISO 13920, *Schweißen — Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen — Längen- und Winkelmaße — Form und Lage*

EN ISO 15609 (alle Teile), *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung*

EN ISO 15610:2003, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund des Einsatzes von geprüften Schweißzusätzen (ISO 15610:2003)*

EN ISO 15611:2003, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund von vorliegender schweißtechnischer Erfahrung (ISO 15611:2003)*

EN ISO 15612:2004, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens (ISO 15612:2004)*

EN ISO 15613:2004, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613:2004)*

EN ISO 15614-1:2004+A1:2008, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2004+Amd 1:2008)*

EN ISO 17663:2009, *Schweißen — Qualitätsanforderungen zur Wärmebehandlung beim Schweißen und bei verwandten Prozessen (ISO 17663:2009)*

CEN ISO/TR 15608:2005, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2005)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe nach EN 13480-1 sowie die folgende Begriffe:

3.1

Baustellenfertigung

Rohrleitungen, bei denen der Verlauf und die Halterungspunkte nicht durch Zeichnungen vorgeplant sind

ANMERKUNG Typische Abmessungen sind DN 50 oder kleiner.

3.2

Spool (mit oder ohne Überlänge)

vorgefertigte Baueinheit, die Teil eines Rohrleitungssystems ist

3.3

Kaltumformung

Umformung bei Umgebungstemperatur, jedoch nicht unter + 5 °C

3.4

Warmverformung

bei ferritischen Stählen die Umformung bei Temperaturen gleich oder über der für die Wärmenachbehandlung zulässigen Höchsttemperatur

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Teils dieser Europäischen Norm gelten die Symbole nach EN 13480-1. Zusätzliche Symbole sind in den entsprechenden Abschnitten dieser Norm festgelegt.

5 Allgemeines

5.1 Anforderungen an den Hersteller

Der Hersteller ist verantwortlich für die Fertigung und die Verlegung; dies gilt auch dann, wenn diese Arbeit von einem oder mehreren anderen Hersteller(n) und/oder Errichter(n) im Unterauftrag ausgeführt wird.

5.2 Anforderungen an den Fertiger/Errichter der Rohrleitung einschließlich Halterungen

5.2.1 Fertiger und/oder Errichter müssen sachgemäßen Transport, Handhabung, Lagerung, Fertigung, Verlegung und Prüfung aller Rohrleitungsteile einschließlich Halterungen sicherstellen.

5.2.2 Fertiger und Errichter müssen Zugang zu entsprechenden Einrichtungen für die sachgemäße Handhabung der Rohrleitungsteile einschließlich Halterungen haben und die geforderten Prüfungen durchführen können.

5.2.3 Fertiger und/oder Errichter müssen eine eigene verantwortliche Schweißaufsicht und sachkundiges Personal beschäftigen. Werden Unterauftragnehmer beauftragt, bleiben Fertiger und/oder Errichter für deren Sachkenntnis und die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm verantwortlich.

ANMERKUNG Die Aufgaben und Verantwortungen der Schweißaufsicht sind in EN ISO 14731:2006 beschrieben.

5.2.4 Alle Fertigungs- und Montageabschnitte sind so zu überwachen, dass die Integrität der Konstruktion des fertigen Systems gewahrt bleibt.

5.2.5 Die Verantwortlichen für die Konstruktion und für die Fertigung und/oder Verlegung und Prüfung müssen zu jeder Zeit zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass die Fertigung, Verlegung und Prüfung nach den Konstruktionsfestlegungen durchgeführt werden.

5.2.6 Der Hersteller muss die Anforderungen von EN ISO 3834-3:2005 erfüllen.

5.3 Anforderungen an die Fertigung und Verlegung

5.3.1 Vor jedem Arbeitsgang muss eine Kontrolle stattfinden, um sicherzustellen, dass die gelieferten Spools und Rohrleitungsbauteilen den einschlägigen Dokumenten (Spezifikationen, Zeichnungen, Bescheinigungen usw.) entsprechen.

5.3.2 Vorgefertigte Spools und Rohrleitungsbauteile müssen während Handhabung, Transport und Lagerung geschützt sein.

5.3.3 Bei der Verbindung von Spools oder Rohrleitungsbauteilen dürfen diese weder übermäßig beansprucht noch anders verformt werden, als dies durch die Konstruktion erforderlich ist. Die Montageanweisungen des Konstrukteurs, falls vorhanden, sind zu beachten.

ANMERKUNG 5.3.3 gilt als erfüllt, wenn die Güteeigenschaften des Werkstoffes durch die Kalt- oder Warmbearbeitung der Rohre, z. B. Trennen, Schleifen, Richten oder Biegen, nicht beeinträchtigt werden und die verschiedenen Rohre so verbunden wurden, dass keine Spannungen und Verformungen auftreten, die die Sicherheit der Rohrleitung beeinträchtigen können.

5.3.4 Alle vorübergehend montierten Halterungen bzw. Befestigungsmittel, die bei Transport, Verlegung oder Prüfung als Hilfsmittel verwendet werden, müssen vor der Inbetriebnahme entfernt werden.

5.3.5 Es sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um Korrosion zu vermeiden, die durch eine Verunreinigung von nichtrostendem Stahl und Nichteisen-Metallen ausgelöst wird. Falls eine Verunreinigung auftritt, muss diese unabhängig von der jeweiligen Schlussbehandlung so bald wie möglich vollständig entfernt werden.

ANMERKUNG Empfohlene Verfahren zur Vermeidung und Beseitigung von Verunreinigungen an nichtrostendem Stahl sind in Anhang A angegeben.

5.3.6 Rohrleitungen für Fluide, die Kondensation verursachen könnten, sind mit ausreichendem Gefälle und Kondensatableiter zu verlegen.

5.4 Einstufung von Rohrleitungen

Die Rohrleitungssysteme sind je nach befördertem Fluid, Durchmesser und Druck verschiedenen Kategorien zuzuordnen. Diese sind in EN 13480-1 festgelegt.

5.5 Werkstoffgruppierung

Die Werkstoffgruppierung ist in EN 13480-2 angegeben.

5.6 Toleranzen

Toleranzen müssen EN ISO 13920, Klasse C und Klasse G entsprechen, es sei denn, in der vorliegenden Europäischen Norm oder aufgrund der Konstruktion sind andere Klassen festgelegt.

Winkeltoleranzen für vorgefertigte Rohrleitungen müssen nach der Maßtoleranz für die Anschlussstellen des Fertigteiles bestimmt werden.

Andere Toleranzen für die Fertigung und Verlegung von Rohrleitungen müssen bestimmt werden und in allen Fällen in den Konstruktionsfestlegungen gekennzeichnet sein. Maßtoleranzen für gefertigte Spools müssen Anhang B entsprechen.

6 Trennen und Anschrägen

6.1 Allgemeines

Trennen und Anschrägen durch Zerspanen sind für alle Werkstoffe zulässig.

Autogenes Brennschneiden ist für die Werkstoffgruppen 1, 2, 3, 4 und 5 nur mit Vorwärmen wie für das Schweißen festgelegt zulässig.

ANMERKUNG Autogenes Brennschneiden bei den Werkstoffgruppen 1 und 2 kann für das Anschrägen angewendet werden, sofern die geforderten Formen und Toleranzen erreicht werden können und die Wärmeeinflusszone keine nachteiligen Auswirkungen auf die Qualität der Schweißnaht hat.

Bei den Werkstoffgruppen 3, 4 und 5 ist die Wärmeeinflusszone durch Zerspanen oder Schleifen zu beseitigen.

Plasmaschneiden ist für alle in dieser Europäischen Norm angegebenen Werkstoffgruppen zulässig. Vor dem Plasmaschneiden muss das Vorwärmen nach denselben Anforderungen erfolgen, die für das Schweißen gelten.

Andere Trenn- und Anschrägverfahren sind zulässig, sofern ihre Eignung nachgewiesen ist.

6.2 Kennzeichnung von druckbeanspruchten Teilen

Bei druckbeanspruchten Teilen muss die Identifizierung der Werkstoffe möglich bleiben, entweder indem das in der Produktnorm festgelegte Kennzeichen erhalten oder übertragen wird oder indem ein eindeutiger Code verwendet wird, der in den Aufzeichnungen des Rohrleitungsherstellers vermerkt ist.

Durch das Stempeln darf keine Kerbwirkung auftreten, empfohlen wird daher die Stempelung mit abgerundeten Kanten.

Falls die Kennzeichnung durch andere Verfahren als Stempelung mit einem Metallstempel, Prägen oder Gravieren (Vibrograph) vorgenommen wird, muss der Fertiger der Rohrleitung sicherstellen, dass es nicht zu einer Vermischung der verschiedenen Werkstoffe kommen kann.

7 Biegen und andere Umformverfahren

7.1 Allgemeines

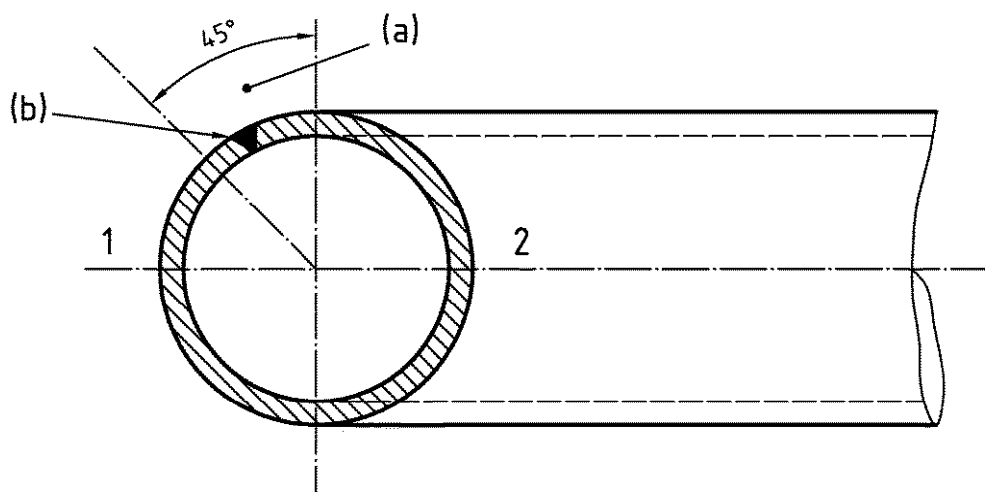
7.1.1 Fertiger von umgeformten druckbeanspruchten Teilen müssen über geeignete Verfahren, Einrichtungen und Werkzeuge für die Umformverfahren und die nachfolgende Wärmebehandlung verfügen.

Rohre mit einer Innenbeschichtung, z. B. aus Glas, Gummi oder Kunststoff, dürfen nicht umgeformt werden, außer es wurde nachgewiesen, dass das Umformverfahren für die Auskleidung nicht schädlich ist.

ANMERKUNG 1 Innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm gibt es zwei Arten der Umformung: Kaltumformung und Warmverformung.

Nach dem Biegen oder Umformen muss die Dicke mindestens den Konstruktionsfestlegungen entsprechen.

ANMERKUNG 2 Längsnähte sollten im neutralen Bereich angeordnet sein. Der Bereich der neutralen Zone nach dem Biegen ist in Bild 1 dargestellt.



Legende

- 1 Außenbogen
- 2 Innenbogen
- a Optimaler Bereich für die Längsschweißnaht beim Biegen
- b Schweißnaht

Bild 1 — Optimaler Bereich für die Längsschweißnaht beim Biegen

7.1.2 Dem Umformen und der danach folgenden Wärmebehandlung von thermomechanisch behandelten Stählen ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Empfehlungen des Stahlherstellers sind zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Rohre, deren charakteristische Eigenschaften sich durch thermomechanische Verfahren ergeben, z. B. gesteuertes Walzen, können durch Kaltverfahren umgeformt werden. Diese Werkstoffe können durch den Umformprozess wesentlich verändert werden und erfordern besondere Beachtung, um sicherzustellen, dass die festgelegten Eigenschaften nach dem Umformen wieder erreicht werden.

7.1.3 Für die Berechnung der prozentualen Verformung bei kalt umgeformten zylindrischen und kegeligen Produkten, die durch Walzen hergestellt wurden, sind die folgenden Gleichungen anzuwenden (siehe Bild 2):

a) für Zylinder und kegelige Produkte, die aus Blechen gewalzt wurden (siehe die Bilder 2 a) und 2 c)):

$$V_d = \frac{50 e_{\text{ord}}}{r_{\text{mf}}} \quad (7.1.3-1)$$

b) für Zylinder und kegelige Produkte, die aus Zwischenprodukten gewalzt wurden (siehe die Bilder 2 b) und 2 c)):

$$V_d = \frac{50 e_{\text{int}}}{r_{\text{mf}}} \left(1 - \frac{r_{\text{mf}}}{r_{\text{mi}}} \right) \quad (7.1.3-2)$$

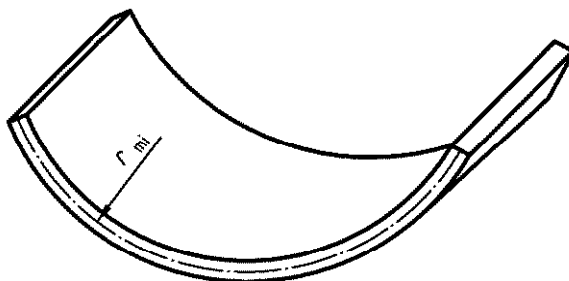
Dabei ist

- e_{ord} die bestellte Dicke;
- e_{int} die Dicke des Zwischenproduktes;
- r_{mf} der mittlere Radius des Fertigproduktes;
- r_{mi} der mittlere Radius des Zwischenproduktes;
- V_d die prozentuale Verformung.

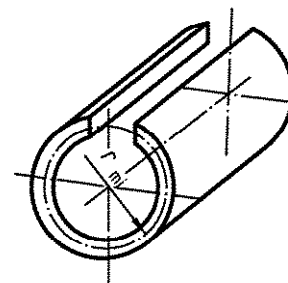
ANMERKUNG Wird zwischen den einzelnen Umformschritten keine Wärmebehandlung zur Verbesserung der Qualität durchgeführt, so ist die Verformung die aus den einzelnen Schritten resultierende Gesamtverformung. Bei einer zwischendurch durchgeführten Wärmebehandlung zur Verbesserung der Qualität ist die Verformung diejenige nach der letzten Wärmebehandlung.



a)



b)



c)

a) Ausgangsprodukt

b) Zwischenprodukt

c) Fertigprodukt

Bild 2 — Umformung von Zylindern und Kegeln

7.1.4 Die für die Umformung verwendeten Werkzeuge und Einrichtungen müssen gewartet werden, um eine glatte Oberfläche sicherzustellen, die frei von spannungserhöhenden Fehlern, wie z. B. Kerben, ist.

7.1.5 Die Wärmebehandlung nach dem Umformen muss der jeweiligen Werkstoffnorm entsprechen.

7.1.6 Das Schweißen an umgeformten Flächen darf erst nach Abschluss der Wärmebehandlung durchgeführt werden.

7.2 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen

7.2.1 Flacherzeugnisse

Flacherzeugnisse müssen nach dem Kaltumformen wärmebehandelt werden, wie in Tabelle 1 festgelegt.

ANMERKUNG 1 Bei besonderen konstruktiven Bedingungen, z. B. zyklischer Belastung oder Spannungskorrosion, kann eine über Tabelle 1 hinausgehende Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen festgelegt werden.

Bei austenitischen Stählen mit einer geforderten Mindestbruchdehnung $A_5 \geq 30\%$ ist eine Kaltumformung von höchstens 15 % zulässig.

ANMERKUNG 2 Eine größere Verformung kann zulässig sein, wenn der Nachweis erbracht ist, dass eine Bruchdehnung von mindestens 15 % nach dem Kaltumformen gegeben ist.

Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn die Abnahmebescheinigung zeigt, dass die Bruchdehnung A_5 nicht unter 30 % liegt. Dies gilt nur in Fällen, in denen keine Gefahr von Spannungsrisskorrosion besteht.

Bei austenitischen Stählen mit einer geforderten Mindestbruchdehnung $A_5 < 30\%$ muss der Nachweis erbracht werden, dass nach dem Kaltumformen eine bleibende Dehnung von mindestens 15 % gegeben ist.

Die Verformung darf nicht mehr als 10 % betragen, wenn die Arbeitstemperatur unter -196 °C liegt.

Tabelle 1 — Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen von Flacherzeugnissen

Werkstoffgruppen nach EN 13480-2:2002+A2:2011	Verformung	Wärmebehandlung
1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2 ^a , 3, 4 ^b , 5.1, 5.2 ^b , 5.3 ^b , 5.4 ^b , 6 ^b , 7.1, 7.2, 7.3, 9.1, 9.2, 10	$\leq 5\%$	Nein
	$> 5\%$	Ja
8.1, 8.2	c	c
^a Falls auf eine Wärmebehandlung verzichtet wird, sind Eignungsprüfungen erforderlich, um nachzuweisen, dass die Werkstoffeigenschaften nicht beeinträchtigt sind. ^b Eine besondere Wärmebehandlung ist nach den Werkstoffnormen erforderlich, wenn die Tiefsttemperatur des Metalls unter -10 °C liegt. ^c Lösungsgeglühte und abgeschreckte oder stabilisierte Werkstoffe brauchen nach dem Kaltumformen keine Wärmebehandlung.		

7.2.2 Rohre

Rohre müssen nach dem Kaltumformen nach Tabelle 2 wärmebehandelt werden.

ANMERKUNG Bei besonderen Bedingungen, z. B. zyklische Belastung oder Spannungskorrosion, kann die Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen festgelegt werden.

Tabelle 2 — Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen von Rohren

Werkstoffgruppen nach EN 13480-2:2002+A2:2011	Mittlerer Biegeradius des Rohres r_m	Rohr-Außendurchmesser d_o	Wärmebehandlung
1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2 ^b , 3 ^b , 4 ^a , 5.1, 5.2 ^a , 5.3 ^a , 5.4 ^a , 6 ^a , 7, 8, 9, 10	$r_m \leq 1,3 d_o$	Alle Durchmesser	Ja
	$1,3 d_o < r_m < 2,5 d_o$	$d_o \leq 142 \text{ mm}$	Nein
		$d_o > 142 \text{ mm}$	Ja ^c
	$2,5 d_o \leq r_m$	Alle Durchmesser	Nein
ANMERKUNG Für d_o und r_m siehe Bild 3. ^a Eine besondere Wärmebehandlung ist nach den Werkstoffnormen erforderlich, wenn die Tiefsttemperatur des Metalls unter -10 °C liegt. ^b Falls auf eine Wärmebehandlung verzichtet wird, sind Eignungsprüfungen erforderlich, um nachzuweisen, dass die Werkstoffeigenschaften nicht beeinträchtigt sind. ^c Nicht erforderlich für die Werkstoffgruppen 8.1 und 8.2.			

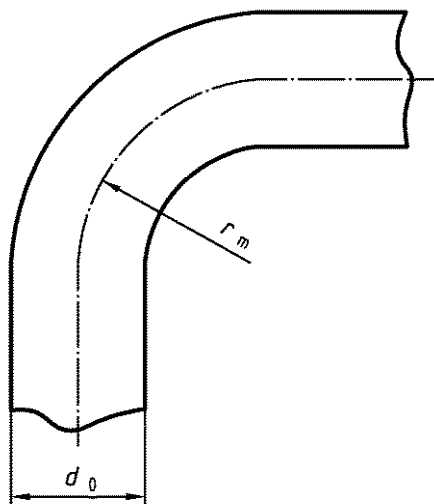


Bild 3 — Rohrbiegungen

7.3 Wärmebehandlung nach dem Warmverformen

7.3.1 Werkstoffgruppen 1, 3, 4, 5 und 6

Nach dem Warmverformen, einschließlich Induktionsbiegen, müssen die Teile in Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation wärmebehandelt werden, um sicherzustellen, dass die Eigenschaften den in der Werkstoffnorm oder anderen geeigneten Spezifikationen geforderten Eigenschaften entsprechen. Besondere Überlegungen sind für Werkstoffe erforderlich, die für den Betrieb bei erhöhten Temperaturen oder Temperaturen unter Null oder für andere Sonderbedingungen ausgelegt sind.

ANMERKUNG 1 Wenn die Warmverformung von Werkstoffen der Gruppen 1, 3, 5 bis 2 % C_r innerhalb des in der Werkstoffspezifikation festgelegten Temperaturbereichs begonnen und beendet wurde, gilt Folgendes:

- normalgeglühte Stähle brauchen nicht erneut normalgeglüht zu werden,
- vergütete und angelassene Stähle brauchen nur angelassen zu werden, vorausgesetzt, sie wurden von der Umformtemperatur schnell mittels Wasser oder Luft abgekühlt.

ANMERKUNG 2 Rohre, die mittels differenzieller Induktionserwärmung (Induktionsbiegung) gebogen wurden, dürfen während des Biegens einer thermischen Behandlung durch Abschrecken mit Wasser oder Luft unterzogen werden.

ANMERKUNG 3 Mit dem Induktionsbiegeverfahren umgeformte Kohlenstoff- und Kohlenstoff-Mangan-Stähle, die mit Wasser oder Luft abgeschreckt wurden, können im gebogenen Zustand für Anwendungsfälle geeignet sein, in denen keine hohe Kerbschlagzähigkeit und Verformbarkeit gefordert ist. Solche Rohrbögen dürfen ohne Wärmebehandlung nach dem Biegen geliefert werden, vorausgesetzt, die Biegehärtigkeit beträgt höchstens HV 285.

ANMERKUNG 4 Bei hochlegierten ferritischen Werkstoffen sollten eventuelle Wärmebehandlungen so schnell wie möglich nach dem Umformen durchgeführt werden, um die Gefahr von wasserstoffinduzierter Rissbildung möglichst gering zu halten.

Der Hersteller muss durch die Untersuchung und Prüfung eines oder mehrerer Prüfkörper (Rohrbögen) nachweisen, dass die geforderten Eigenschaften im Endprodukt erreicht sind. Diese Prüfkörper müssen unter Beachtung aller einschlägigen Kenngrößen für die Serienherstellung der Rohrbögen hergestellt werden. Diese Kenngrößen umfassen u. a. chemische Zusammensetzung, Umformtemperatur, Umformgeschwindigkeit, Kühlmittelzufuhr, Umformmaße (z. B. Biegeradius und r_m/d_o) und die Wärmebehandlung nach dem Umformen.

7.3.2 Werkstoffgruppen 8.1 und 8.2

Bei austenitischen Stählen, die während des Umformprozesses von einer höheren Temperatur als der Temperatur beim Lösungsglühen rasch mit Wasser oder Luft abgekühlt wurden, wird keine Wärmebehandlung nach dem Umformen verlangt. Stabilisierte austenitische Stähle, die bei einer höheren Temperatur als beim Lösungsglühen umgeformt wurden, müssen nach dem Umformen stabilisiert werden. Im Stabilisierungsbereich umgeformte stabilisierte austenitische Stähle erfordern keine anschließende Behandlung.

Die Wärmebehandlung ist nach Tabelle 3 durchzuführen.