

DIN EN 13480-9

ICS 23.040.15

Einsprüche bis 2018-11-07

Entwurf

**Metallische industrielle Rohrleitungen –
Teil 9: Zusatzanforderungen an Rohrleitungen aus Nickel und
Nickellegierungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13480-9:2018**

Metallic industrial piping –
Part 9: Additional requirements for nickel and nickel alloys piping;
German and English version prEN 13480-9:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-09-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nard@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD), 10772 Berlin, 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 46 Seiten

DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13480-9:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 082-00-17 AA „Industrielle Rohrleitungen und Rohrfernleitungen“ im DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 9: Zusatzanforderungen an Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen

Metallic industrial piping — Part 9: Additional requirements for nickel and nickel alloys piping

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Allgemeine Anforderungen	6
5 Werkstoffe	6
5.1 Allgemeines	6
5.2 Einteilung der Werkstoffgruppen	6
5.3 Werkstoffdokumentation	6
5.4 Vermeidung von Sprödbruch	6
5.5 Lamellenrissbildung	7
6 Konstruktion	7
6.1 Allgemeines	7
6.2 Zeitunabhängige Berechnungsnennspannung (zulässige Spannung)	7
6.3 Auslegung im Zeitstandsbereich	7
6.4 Rohrleitungen unter Außendruck	8
6.5 Ermüdungsberechnung	8
7 Herstellung	8
7.1 Allgemeines	8
7.2 Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR)	8
7.3 Prüfung der Schweißer und des Bedienpersonals von Schweißeinrichtungen	9
7.4 Schweißnahtvorbereitung	9
7.5 Vorwärmen	9
7.6 Umformverfahren	9
7.6.1 Kaltumformen	9
7.6.2 Warmumformen	9
7.7 Wärmebehandlung nach der Formgebung	10
7.7.1 Allgemeines	10
7.7.2 Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen	10
7.7.3 Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen	10
7.7.4 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen	11
7.8 Probenahme von umgeformten Erzeugnissen	11
7.8.1 Kalt umgeformte Erzeugnisse ohne Wärmebehandlung	11
7.8.2 Warm oder kalt umgeformte Erzeugnisse mit Wärmebehandlung	11
7.9 Prüfungen	12
7.10 Wärmenachbehandlung (PWHT)	12
7.11 Reparaturen	12
8 Inspektion und Prüfung	12
8.1 Allgemeines	12
8.2 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen	12
8.3 Auswahl der Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung von inneren Fehlern	12
Anhang A (informativ) Systematische Einteilung für Nickellegierung	13
Anhang B (informativ) Bezeichnung einiger Nickellegierungen	15

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU.....	20
Literaturhinweise.....	21

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13480-9:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandates erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

Diese Europäische Norm EN 13480, *Metallische industrielle Rohrleitungen*, besteht aus den folgenden aufeinander verweisenden und zusammengehörenden neun 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
- Teil 7: Anleitung für den Gebrauch des Konformitätsbewertungsverfahrens [CEN/TR]
- Teil 8: Zusatzanforderungen an Rohrleitungen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen
- Teil 9: Zusatzanforderungen an Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen

Obwohl die Teile dieser Norm einzeln erhalten werden können, sind die Teile voneinander abhängig. Die Herstellung von metallischen industriellen Rohrleitungen erfordert schlechthin die Anwendung aller relevanten Normteile, damit die Anforderungen der Europäischen Norm ausreichend erfüllt werden können.

Diese Europäische Norm wird von einer Maintenance MHD Working Group bearbeitet, deren Aufgabe darauf beschränkt ist, Korrekturen und Interpretationen vorzunehmen, die im Zusammenhang mit der Normenreihe EN 13480 stehen.

Die Kontaktdaten für Fragen können unter: <http://www.unm.fr> (en13480@unm.fr) erhalten werden. Über den Link zur MHD-Webseite kann auch ein Formular zur Übermittlung von Fragen heruntergeladen werden. Nachdem sich die Experten der Fachgebiete auf eine Antwort geeinigt haben, wird diese dem Fragesteller mitgeteilt. Korrigierte Seiten erhalten eine spezifische Ausstellungsnummer und werden von CEN nach den CEN-Regularien herausgegeben. Die Auswertungsbögen werden auf die Webseite des MHD gestellt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen an metallische industrielle Rohrleitungen nach EN 13480-1:2017, EN 13480-2:2017, EN 13480-3:2017, EN 13480-4:2017 und EN 13480-5:2017 Anforderungen an aus Nickel und Nickellegierungen (siehe 3.1) hergestellte metallische industrielle Rohrleitungen und deren Bauteile fest.

ANMERKUNG Gusswerkstoffe sind in der vorliegenden Fassung nicht enthalten. Angaben zu Gusswerkstoffen werden in einer Änderung oder Überarbeitung dieses Dokument erfasst.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 764-5:2014, *Druckgeräte — Teil 5: Prüfbescheinigungen für metallische Werkstoffe und Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation*

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

EN 13480-1:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 1: Allgemeines*

EN 13480-2:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13480-3:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 3: Konstruktion und Berechnung*

EN 13480-4:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 4: Fertigung und Verlegung*

EN 13480-5:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 5: Prüfung*

EN 13445-3:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN ISO 9606-4:1999, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 4: Nickel und Nickellegierungen (ISO 9606-4:1999)*

CEN ISO/TR 15608:2013, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2013)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe, Symbole und Einheiten nach EN 13480-1:2017, EN 13480-2:2017, EN 13480-3:2017, EN 13480-4:2017 und EN 13480-5:2017 sowie der folgende Begriff.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Nickellegierungen

Legierungen mit mindestens 30 % Nickel und mehr Nickel als Eisen

4 Allgemeine Anforderungen

Es gelten die allgemeinen Anforderungen nach EN 13480-1:2017.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Es gelten die allgemeinen Anforderungen nach EN 13480-2:2017 mit den folgenden, in 5.2 bis 5.5 angegebenen Ergänzungen/Ausnahmen.

ANMERKUNG Es gibt derzeit keine Europäischen Normen speziell für Druckbehälter aus Nickel oder Nickellegierungen.

Dieses Dokument ist daher begrenzt auf:

- 1) harmonisierte Normen, wie in Tabelle A.2 aufgelistet;
- 2) Nickel und Nickellegierungen mit EMAs, wie in Tabelle A.3 aufgelistet;

Diese üblicherweise angewendeten Werkstoffe sind für die Konstruktion und Herstellung von Rohrleitungen nach diesem Dokument geeignet und dürfen dafür eingesetzt werden.

- 3) Werkstoffe, für die der Hersteller ein Einzelgutachten (PMA) erstellt.

Sie dürfen nur angewendet werden, wenn sie die Anforderungen in 5.1 bis 5.5 dieses Dokuments erfüllen.

5.2 Einteilung der Werkstoffgruppen

EN 13480-2:2017, Anhang A, ist für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend; er wird durch Anhang A dieses Dokuments ersetzt.

Die Gruppeneinteilung für Nickel und Nickellegierungen wird in CEN ISO/TR 15608:2013, Tabelle A.1, dieses Dokuments angegeben.

Für den Bau von metallischen industriellen Rohrleitungen dürfen nur Werkstoffe verwendet werden, die eine Mindest-Bruchdehnung von mehr als 25 % aufweisen.

Werkstoffe, deren mechanische Eigenschaften durch Ausscheidungshärten verbessert wurden, fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments, außer, wenn sie für Verschraubungen vorgesehen sind.

5.3 Werkstoffdokumentation

Werkstoffe für drucktragende Teile, die den Anforderungen dieses Dokuments entsprechen, müssen mit begleitenden Prüfdokumenten nach EN 10204:2004 versehen sein.

Die Art des Prüfdokuments muss mit EN 764-5:2014 übereinstimmen und eine Konformitätserklärung mit der Werkstoffspezifikation beinhalten.

5.4 Vermeidung von Sprödbruch

An Nickel und Nickellegierungen sind bei Temperaturen bis zu -196 °C keine allgemeinen Anforderungen festgelegt. Es müssen jedoch die spezifischen Anforderungen der einzelnen EAMs/PMAs berücksichtigt werden.

5.5 Lamellenrissbildung

Ein Versagen durch Lamellenrisse/Terrassenbrüche ist bei Nickel und Nickellegierungen üblicherweise kein Fehler.

6 Konstruktion

6.1 Allgemeines

Alle in EN 13480-3:2017 angegebenen Konstruktions- und Berechnungsverfahren gelten mit den folgenden, in 6.2 bis 6.5 angegebenen Änderungen.

6.2 Zeitunabhängige Berechnungsnennspannung (zulässige Spannung)

Die Berechnungsspannung für Nickel und Nickellegierungen, die ohne nachfolgende Wärmebehandlung angewendet werden, muss nach Tabelle 1 bewertet werden.

Wird ein Werkstoff einer nachfolgenden Wärmebehandlung unterzogen (zum Beispiel bei der Herstellung von gewölbten Böden), müssen für den Werkstoff repräsentative Probestücke zusammen mit den Bauteilen wärmebehandelt und den gleichen mechanischen Prüfungen unterzogen werden, die zur Werkstoffzertifizierung im Herstellerwerk angewendet werden. Die Berechnungsnennspannung muss dann nach Tabelle 1 berechnet werden, indem die Werte dieser Prüfung verwendet werden. Wird bei dieser Berechnung eine geringere Spannung als vor der Wärmebehandlung ermittelt, muss für dieses Bauteil und alle mit ihm in Beziehung stehenden Bauteile die Berechnung unter Anwendung der Berechnungsnennspannung wiederholt werden, die sich aus den Eigenschaften des wärmebehandelten Werkstoffs ergeben hat.

Bei Berechnungen für Nickel und Nickellegierungen ist der Einfluss der Wärmebehandlung auf die Werkstoffe zu beachten, weswegen besonders die Dicke der Werkstoffe, die bei der Herstellung einer späteren Wärmebehandlung unterzogen werden, sorgfältig festgelegt werden sollte.

Tabelle 1 — Maximal zulässige Werte für die Berechnungsnennspannung für drucktragende Teile aus Nickel und Nickellegierungen

Festgelegte Mindest- Bruchdehnung	Berechnungsspannung für Belastungsfälle bei Normalbetrieb	Berechnungsspannung für die Prüfung und außergewöhnliche Belastungsfälle
A %	MPa	MPa
$A > 35$	$f_d = \min\left(\frac{R_{p1,0/T}}{1,2}; \frac{R_{m/T}}{3}\right)$	$f_{test} = \left(\frac{R_{p1,0/T_{test}}}{1,05}\right)$
$30 < A \leq 35$	$f_d = \left(\frac{R_{p1,0/T}}{1,5}\right)$	$f_{test} = \left(\frac{R_{p1,0/T_{test}}}{1,05}\right)$
$A \leq 30$	$f_d = \min\left(\frac{R_{p0,2/T}}{1,5}; \frac{R_{m/20}}{2,4}\right)$	$f_{test} = \left(\frac{R_{p0,2/T_{test}}}{1,05}\right)$

6.3 Auslegung im Zeitstandsbereich

Wenn ausreichend Werkstoffdaten vorhanden sind, darf unter Verwendung der Gleichungen und Festlegungen in EN 13480-3:2017 die Auslegung im Zeitstandsbereich für Nickel und Nickellegierungen angewendet werden.

6.4 Rohrleitungen unter Außendruck

Die Anforderungen an austenitische Stähle in EN 13480-3:2017, 9.2.2, gelten für Nickel und Nickellegierungen.

6.5 Ermüdungsberechnung

Bei Belastungen, die bis zu 1 000 vollen Druckzyklen entsprechen, ist keine Ermüdungsuntersuchung erforderlich.

Bei über 1 000 Zyklen gelten die Anforderungen in EN 13445-3:2014, Abschnitt 17, mit den folgenden Änderungen:

Die Anwendung von EN 13445-3:2014, Abschnitt 17 (siehe EN 13445-3:2014, 17.4.4) für Nickel und Nickellegierungen muss auf Temperaturen von maximal 450 °C begrenzt werden.

Der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Temperatureinflusses auf die Ermüdungsbeständigkeit (siehe EN 13445-3:2014, 17.6.2.2) wird wie folgt berechnet:

Für $T^* \geq 100$ °C:

$$C_t = 1,016\,4 - 1,4 \times 10^{-4} T^* - 2,4 \times 10^{-7} (T^*)^2$$

Es gelten die Anforderungen in EN 13445-3:2014, Abschnitt 18, mit den folgenden Änderungen:

Die Anwendung von EN 13445-3:2014, Abschnitt 18 (siehe EN 13445-3:2014, 18.4.3) für Nickel und Nickellegierungen muss auf Temperaturen von maximal 450 °C begrenzt werden.

Der Korrekturfaktor zur Berücksichtigung des Temperatureinflusses auf die Ermüdungsbeständigkeit, f_{T^*} (siehe EN 13445-3:2014, 18.10.6.2) wird wie folgt berechnet:

$$f_{T^*} = 1,016\,4 - 1,4 \times 10^{-4} T^* - 2,4 \times 10^{-7} (T^*)^2$$

7 Herstellung

7.1 Allgemeines

Es gelten die Anforderungen nach EN 13480-4:2017 mit den folgenden, in 7.2 bis 7.13 angegebenen Änderungen:

ANMERKUNG Nicht alle Schweißverfahren sind für alle Nickellegierungen geeignet.

Schweißzusätze dürfen aus EN ISO 14172, EN ISO 12153 und aus EN ISO 18274 ausgewählt werden.

7.2 Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR)

Es gelten die Anforderungen in EN 13480-4:2017, 9.3, mit den folgenden Änderungen:

- EN 13480-2:2017, Anhang B, gilt nicht.
- Ein Kerbschlagbiegeversuch muss für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen bei Temperaturen bis -196 °C mit Ausnahme von Legierungen der Gruppe 47 normalerweise nicht durchgeführt werden.
- Für Nickellegierungen der Werkstoffgruppe 47 muss der Kerbschlagbiegeversuch, wenn die Auslegungstemperatur weniger als -105 °C beträgt, bei -196 °C am Schweißgut und an der Wärmeinflusszone der WPQR durchgeführt werden.

7.3 Prüfung der Schweißer und des Bedienpersonals von Schweißeinrichtungen

Es gelten die Anforderungen in EN 13480-4:2017, 9.1.1, mit den folgenden Änderungen:

Die Verweisung auf EN 287-1 und EN ISO 9606-1 wird durch EN ISO 9606-4:1999 ersetzt.

7.4 Schweißnahtvorbereitung

Für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen gelten neben den Anforderungen in EN 13480-4:2017, 9.7, die folgenden Anforderungen:

- a) die Schnittkanten der Platten, Rohre und Armaturen, die durch thermisches Schneiden erzeugt wurden, sind durch mechanische Bearbeitung oder Schleifen über eine Tiefe von mindestens 1,5 mm nachzuarbeiten, um beschädigten Werkstoff zu entfernen;

ANMERKUNG Thermisches Schneiden erzeugt bei Nickel und Nickellegierungen keine Verfestigung.

- b) für Platten mit einer Dicke unter 20 mm ist Kalttrennen unter der Voraussetzung zulässig, dass die Schnittkanten mechanisch mindestens 1,5 mm nachbearbeitet werden, um vor dem Schweißen eine zufrieden stellende Untersuchung der Schnittkanten zu ermöglichen;
- c) Platten mit einer Dicke unter 10 mm, die kalt getrennt wurden, brauchen vor dem Schweißen nicht nachbearbeitet zu werden;
- d) bei beschichteten Teilen muss über einen Mindestabstand von 50 mm von der Kante der vorbereiteten Schweißnaht die Beschichtung entfernt werden, damit der Schweißprozess und die verbleibende Beschichtung nicht beeinträchtigt werden;
- e) vor dem Schweißen oder der Wärmebehandlung müssen Schneidflüssigkeiten und Ähnliches entfernt werden;
- f) nach dem Schweißen müssen die Schweißstellen gereinigt und alle Rückstände, Schlacke, Spritzer usw. entfernt werden.

7.5 Vorwärmen

Für Nickel und Nickellegierungen ist ein Vorwärmen üblicherweise nicht notwendig.

Beträgt die Temperatur des Metalls weniger als 5 °C, sollte auf eine Temperatur von maximal 75 °C erwärmt werden, um Kondensation zu beseitigen.

7.6 Umformverfahren

7.6.1 Kaltumformen

Das Kaltumformen von Nickel und Nickellegierungen erfolgt bei Temperaturen unter 300 °C. Vorzugsweise werden Nickel und Nickellegierungen, sofern möglich, kalt umgeformt.

7.6.2 Warmumformen

Das Warmumformen von Nickel und Nickellegierungen muss nach den Empfehlungen des Herstellers so durchgeführt werden, dass Korngrenzensteigerungen und Überhitzung vermieden werden.

Der Werkstoff muss gleichmäßig ohne Flammenbeaufschlagung erwärmt werden.

Die meisten Brennstoffe dürfen angewendet werden, sofern schädliche Verunreinigungen, z. B. Schwefel, auf nur geringe Anteile begrenzt bleiben.

Nickel und Nickellegierungen müssen vor dem Erwärmen gereinigt werden.

Verspröden mit niedrigem Schmelzpunkt, um Elemente wie z. B. Schwefel, Phosphor, Blei, Zink und deren Legierungen, die in Kennzeichnungsmaterialien, Gesenkschmier- oder -trennmitteln, Beizflüssigkeiten und in Abfallprodukten, die beim Herstellungsprozess angewendet werden, vorhanden sein können. Es sollte beachtet werden, dass ein Kontakt mit Fremdstoffen vermieden wird, die bei erhöhten Temperaturen in die Oberfläche des Werkstoffs aufgenommen werden können.

7.7 Wärmebehandlung nach der Formgebung

7.7.1 Allgemeines

Eine Wärmebehandlung nach dem Warm- und Kaltumformen muss nach den Anforderungen in 7.7.2, 7.7.3 oder 7.7.4 durchgeführt werden.

7.7.2 Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen

Die Anforderungen in EN 13480-4:2017, 7.2.1, sind für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend.

Die Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen muss nach den Empfehlungen des Werkstoffherstellers durchgeführt werden, falls nach Tabelle 2 gefordert.

Tabelle 2 — Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen

Werkstoffgruppen	Verformungsverhältnis F	Wärmebehandlung
41	$F \leq 10 \%$	Nein
41	$F > 10 \%$	Ja, weichglühen
42 bis 48	$F \leq 5 \%$	Nein
42 bis 48	$F > 5 \%$	Ja, weichglühen

7.7.3 Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen

Die Anforderungen in EN 13480-4:2017, 7.2.2, sind für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend.

Die Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen muss nach den Empfehlungen des Werkstoffherstellers durchgeführt werden, falls nach Tabelle 3 gefordert.

Tabelle 3 — Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen

Werkstoffgruppen	Krümmungsradius des Rohres <i>R</i>	Wärmebehandlung
41	$R \geq 1,3 D_e$	Nein
41	$R < 1,3 D_e$	Ja, weichglühen
42 bis 48	$R \geq 2,5 D_e$	Nein
42 bis 48	$R < 2,5 D_e$	Ja, weichglühen
Es sollte beachtet werden, dass bei einem Biegeradius von $1,3 D_e$ der Verformungsgrad 5 % überschreitet.		

7.7.4 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen

Die Anforderungen in EN 13480-4:2017, 7.3, sind für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend.

Nach dem Warmumformen ist eine Wärmebehandlung von Nickel und Nickellegierungen erforderlich; sie muss nach den Empfehlungen des Werkstoffherstellers durchgeführt werden.

7.8 Probenahme von umgeformten Erzeugnissen

7.8.1 Kalt umgeformte Erzeugnisse ohne Wärmebehandlung

Die Anforderungen in EN 13480-5:2017, 7.2.3, sind für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend.

Falls in Tabelle 2 oder in Tabelle 3 nach dem Kaltumformen von Platten oder Rohren keine Wärmebehandlung vorgesehen ist, muss keine mechanische Prüfung durchgeführt werden.

7.8.2 Warm oder kalt umgeformte Erzeugnisse mit Wärmebehandlung

Die Anforderungen in EN 13480-5:2017, 7.2.4.2, sind für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend.

Die Übereinstimmung mit den Werkstoffspezifikationen ist nach einer der folgenden Möglichkeiten zu verifizieren:

- an Probestücken, die aus der Überlänge des umgeformten Teils entnommen werden;
- alternativ an getrennt umgeformten Probestücken, die zusammen mit den umgeformten Teilen wärmebehandelt wurden;
- an getrennt umgeformten Probestücken, die der gleichen Wärmebehandlung wie die Teile unterzogen wurden, aber getrennt von ihnen.

Aus jeder Schmelze des Werkstoffs ist die folgende Anzahl von Probestücken zu entnehmen:

- a) ein Probestück aus einem Los von max. 10 Teilen;
- b) zwei Probestücke aus einem Los von max. 25 Teilen;
- c) drei Probestücke aus einem Los von max. 100 Teilen;
- d) ein Probestück für jeweils weitere 100 Teile.

7.9 Prüfungen

Die Anforderungen in EN 13480-5:2017, 7.2.5, sind für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend.

Für den Grundwerkstoff ist jedem nach 7.11.2 geforderten Probestück eine Zugprobe zu entnehmen. Die Zugproben sind nach Möglichkeit quer zur Walzrichtung zu entnehmen.

7.10 Wärmenachbehandlung (PWHT)

Die Anforderungen in EN 13480-4:2017, 9.14, sind für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen nicht zutreffend.

Es gilt Folgendes:

- a) Für geschweißte metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel oder Nickellegierungen ist eine Wärmenachbehandlung üblicherweise nicht notwendig. Wenn im Betrieb das Risiko einer Rissbildung besteht, z. B. Rohrleitungen in Kontakt mit Natronlauge, Fluorsilicaten oder einigen Quecksilbersalzen, sollte ein Spannungsarmglühen erwogen werden.
- b) Ist eine Wärmenachbehandlung erforderlich, muss die Wärmebehandlung nach einem schriftlichen Verfahrensablauf durchgeführt werden, in dem die geforderten Parameter beschrieben werden.
- c) Die Wärmebehandlung ist nach den Empfehlungen des Werkstoffherstellers durchzuführen.
- d) Es sind Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen, um eine Verunreinigung und Versprödung (wie in 7.6.2 beschrieben) zu vermeiden; nach dem Glühen müssen die Oberflächen entzündert werden.

7.11 Reparaturen

Es gelten die Anforderungen in EN 13480-4:2017, Abschnitt 10, mit der Ausnahme, dass kein thermisches Hobeln angewendet werden darf.

Jede ZfP nach der Beseitigung von unabsichtlichen Zündstellen der Gruppe 46 muss als Eindringprüfung (PT) durchgeführt werden.

8 Inspektion und Prüfung

8.1 Allgemeines

Es gelten die Anforderungen in EN 13480-5:2017 mit den folgenden Änderungen:

8.2 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen

Die Anforderungen für Werkstoffgruppe 8.2 müssen für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen angewendet werden.

8.3 Auswahl der Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung von inneren Fehlern

Die Anforderungen für Werkstoffgruppe 8.2 müssen für metallische industrielle Rohrleitungen aus Nickel und Nickellegierungen angewendet werden.