

DIN EN 14870-1

ICS 75.200

Entwurf

Einsprüche bis 2021-09-09
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14870-1:2011-09

**Erdöl- und Erdgasindustrie –
Im Induktionsverfahren gefertigte Rohrbögen, Fittings und Flansche für
Rohrleitungs-Transportsysteme –
Teil 1: Im Induktionsverfahren gefertigte Rohrbögen (ISO 15590-1:2018,
modifiziert);
Deutsche und Englische Fassung prEN 14870-1:2021**

Petroleum and natural gas industries –
Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems –
Part 1: Induction bends (ISO 15590-1:2018, modified);
German and English version prEN 14870-1:2021

Industries du pétrole et du gaz naturel –
Coudes d'induction, raccords et brides pour systèmes de transport par conduites –
Partie 1: Coudes d'induction (ISO 15590-1:2018, modifiée);
Version allemande et anglaise prEN 14870-1:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-07-09 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 noeg@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 Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 84 Seiten

DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14870-1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) und CYS (Zypern) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 109-00-02 AA „Fernleitungssysteme – Spiegelausschuss zu ISO/TC 67/SC 2“ im DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG).

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

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheiten „°F (Grad Fahrenheit)“ und „in (Inch)“, die in Deutschland nicht zugelassen sind. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheiten dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheiten anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
°F	°C	$^{\circ}\text{C} = (5/9) (^{\circ}\text{F} - 32)$
in (inch)	mm	1 in = 25,4 mm

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 148-1	siehe	DIN EN ISO 148-1
ISO 3183:2012*	siehe	DIN EN ISO 3183:2013-03*
ISO 6507 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 6507 (alle Teile)
ISO 6508 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 6508 (alle Teile)
ISO 6892-1	siehe	DIN EN ISO 6892-1
ISO 6892-2	siehe	DIN EN ISO 6892-2
ISO 7438	siehe	DIN EN ISO 7438
ISO 7539-2	siehe	DIN EN ISO 7539-2
ISO 8501-1	siehe	DIN EN ISO 8501-1
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO 10893-4	siehe	DIN EN ISO 10893-4
ISO 10893-5	siehe	DIN EN ISO 10893-5
ISO 10893-8	siehe	DIN EN ISO 10893-8
ISO 10893-9	siehe	DIN EN ISO 10893-9
ISO 10893-10:2011	siehe	DIN EN ISO 10893-10:2011-07**

* Zurückgezogen. Nachfolgedokumente: ISO 3183:2019 bzw. DIN EN ISO 3183:2020-02.

** Zurückgezogen. Nachfolgedokument: DIN EN ISO 10893-10:2020-10.

ISO 10893-11:2011	siehe	DIN EN ISO 10893-11:2011-07***
ISO 17640	siehe	DIN EN ISO 17640
ISO 15156-2:2015	siehe	DIN EN ISO 15156-2:2015-12
ISO 29001	siehe	DIN EN ISO 29001
ISO 80000-1:2009	siehe	DIN EN ISO 80000-1:2013-08****

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14870-1:2011-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- b) Überarbeitung des Abschnittes 3 „Begriffe“;
- c) Ergänzung des Abschnittes 5 und dortige Integration des ehemaligen Abschnittes 2;
- d) Überarbeitung der Abschnitte 6, 9, 10 und 12;
- e) Literaturhinweise aktualisiert;
- f) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 3183:2013-03, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme (ISO 3183:2012); Deutsche Fassung EN ISO 3183:2012*

DIN EN ISO 6507 (alle Teile), *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers*

DIN EN ISO 6508 (alle Teile), *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell*

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

DIN EN ISO 6892-2, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 2: Prüfverfahren bei erhöhter Temperatur*

DIN EN ISO 7438, *Metallische Werkstoffe — Biegeversuch*

*** Zurückgezogen. Nachfolgedokument: DIN EN ISO 10893-11:2020-10.

**** Enthält zusätzlich die Internationale Berichtigung ISO 80000-1 Technical Corrigendum 1:2011.

DIN EN ISO 7539-2, *Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrißkorrosion — Teil 2: Vorbereitung und Anwendung von Biegeproben*

DIN EN ISO 8501-1, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit — Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 10893-4, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 4: Eindringprüfung nahtloser und geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Oberflächenunvollkommenheiten*

DIN EN ISO 10893-5, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 5: Magnetpulverprüfung nahtloser und geschweißter ferromagnetischer Stahlrohre zum Nachweis von Oberflächenunvollkommenheiten*

DIN EN ISO 10893-8, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 8: Automatisierte Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Dopplungen*

DIN EN ISO 10893-9, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 9: Automatisierte Ultraschallprüfung von Band/Blech, das für die Herstellung geschweißter Stahlrohre eingesetzt wird, zum Nachweis von Dopplungen*

DIN EN ISO 10893-10:2011-07, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 10: Automatisierte Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre über den gesamten Rohrumfang zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längs- und/oder Querrichtung (ISO 10893-10:2011); Deutsche Fassung EN ISO 10893-10:2011*

DIN EN ISO 10893-11:2011-07, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 11: Automatisierte Ultraschallprüfung der Schweißnaht geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längs- und/oder Querrichtung (ISO 10893-11:2011); Deutsche Fassung EN ISO 10893-11:2011*

DIN EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung*

DIN EN ISO 15156-2:2015-12, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Werkstoffe für den Einsatz in H₂S-haltiger Umgebung bei der Öl- und Gasgewinnung — Teil 2: Gegen Rissbildung beständige unlegierte und niedriglegierte Stähle und Gusseisen (ISO 15156-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 15156-2:2015*

DIN EN ISO 29001, *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Sektorspezifische Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen an Hersteller- und Serviceorganisationen*

DIN EN ISO 80000-1:2013-08, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines (ISO 80000-1:2009 + Cor 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 80000-1:2013*

<i>Titel de:</i>	Erdöl- und Erdgasindustrie — Im Induktionsverfahren gefertigte Rohrbögen, Fittings und Flansche für Rohrleitungs-Transportsysteme — Teil 1: Im Induktionsverfahren gefertigte Rohrbögen (ISO 15590-1:2018, modifiziert)
<i>Titel en:</i>	Petroleum and natural gas industries — Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems — Part 1: Induction bends (ISO 15590-1:2018, modified)
<i>Titel fr:</i>	Industries du pétrole et du gaz naturel — Coudes d'induction, raccords et brides pour systèmes de transport par conduites — Partie 1: Coudes d'induction (ISO 15590-1:2018, modifiée)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	11
4.1 Symbole	11
4.2 Abkürzungen	12
5 Allgemeine Anforderungen	13
5.1 Maßeinheiten	13
5.2 Rundung	13
5.3 Konformität mit diesem Dokument	13
6 Bezeichnung	13
7 Druckbemessung und -auslegung	14
8 Vom Käufer bereitzustellende Angaben	14
8.1 Allgemeine Angaben	14
8.2 Zusätzliche Angaben	15
8.3 Angaben zum Mutterrohr	16
9 Herstellung	16
9.1 Mutterrohr	16
9.2 Qualifizierung des Prüfrohrbogens	17
9.3 Biegen bei der Herstellung	18
9.4 Wärmebehandlung nach dem Biegen	18
9.5 Umformen und Schlichten nach dem Biegen	18
9.6 Schweißnaht am Ende eines Streifens/Blechs	18
9.7 Rohrverbindungen und Umfangsnähte	18
9.8 Vorbereitung der Enden	19
10 Prüfung und Inspektion	19
10.1 Allgemeine Anforderungen	19
10.2 Umfang von Prüfung und Inspektion	21
10.2.1 Rohrbogen für die Qualifizierungsprüfung	21
10.2.2 Hergestellte Rohrbögen	23
10.2.3 Rohrbögen für die Herstellungsprüfung	23
10.3 Chemische Zusammensetzung	23
10.4 Physikalische Prüfungen	24
10.4.1 Probekörper – Allgemeines	24
10.4.2 Zugversuch	24
10.4.3 Charpy-Kerbschlagprüfung	24
10.4.4 Härteprüfung über die gesamte Dicke	26
10.4.5 Oberflächenhärteprüfung	26
10.4.6 Metallografische Untersuchung	27
10.4.7 Rissöffnungsverschiebungsprüfung	27
10.4.8 Geführter Biegeversuch	27

10.4.9	Ringfaltversuche.....	28
10.5	Zerstörungsfreie Prüfung.....	28
10.5.1	Allgemeines	28
10.5.2	Sichtprüfung.....	28
10.5.3	Schweißnahtprüfung.....	29
10.5.4	Inspektion von Rohrbogenenden.....	29
10.5.5	Magnetpulverprüfung oder Farbeindringprüfung am Rohrbogenkörper.....	29
10.5.6	Ultraschallprüfung am Rohrbogenkörper	29
10.5.7	Restmagnetismusstufe	29
10.5.8	Reparaturen	29
10.5.9	NDT-Personal.....	30
10.6	Maße.....	30
10.7	Lehren.....	33
10.8	Wasserdruckprüfung.....	33
11	Prüfdokument	33
12	Kennzeichnung.....	33
Anhang A (normativ) Arbeitsvorschrift (MPS).....		34
A.1	Allgemeines	34
A.2	Arbeitsvorschrift	34
Anhang B (normativ) PSL 2S-Rohrbögen, bestellt für den Einsatz unter sauren Bedingungen.....		36
B.1	Einleitung	36
B.2	Zusätzliche vom Käufer bereitzustellende Angaben.....	36
B.3	Herstellung	36
B.3.1	Herstellungsverfahren	36
B.3.2	Rohrherstellung.....	36
B.4	Prüfung und Inspektion	37
B.4.1	Chemische Zusammensetzung.....	37
B.4.2	Im Zugversuch zu ermittelnde Eigenschaften	37
B.4.3	HIC/SWC-Prüfung.....	37
B.4.4	SSC-Prüfung	38
B.4.5	Härteprüfung	38
B.5	Sprödstellen	39
B.6	Inspektion	39
B.7	Zerstörungsfreie Prüfung.....	39
B.7.1	Dopplungen an den Rohrenden	39
B.7.2	Ultraschallprüfung am Rohrbogenkörper	39
B.7.3	Ultraschallprüfung neben der Schweißnaht	40
B.7.4	Zerstörungsfreie Prüfung von HFW-Schweißnähten	40
B.7.5	Ultraschallprüfung von SAW-Schweißnähten	40
Literaturhinweise.....		41

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14870-1:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN und CYS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14870-1:2011 ersetzen.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe EN 14870 kann auf der CEN-Internetseite abgerufen werden.

Der Text von ISO 15590-1:2018 wurde durch CEN/TC 12 übernommen mit einigen Änderungen zum Abschluss der durch CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ abgedeckten Gesichtspunkte. Diese Änderungen werden durch eine senkrechte Linie am linken Rand des Textes angezeigt [*Anmerkung: derzeit durch „Änderungskennzeichnung“ angezeigt*].

Einleitung

Dieses Dokument nimmt Bezug auf Fernleitungsrohre und Bögen mit Lieferzuständen auf der Grundlage von ISO 3183.

Die Anforderungen des Anhangs/der Anhänge gelten nur, sofern auf dem Bestellauftrag festgelegt.

Dieses Dokument enthält keine Leitlinien dazu, wann die Festlegung der vorstehenden ergänzenden Anforderungen notwendig ist. Es liegt in der Verantwortung des Käufers, die für einen bestimmten Bestellauftrag geltenden ergänzenden Anforderungen auf der Grundlage des vorgesehenen Verwendungszwecks und der Auslegungsanforderungen festzulegen.

Anwender dieses Dokuments sollten beachten, dass weitere oder abweichende Anforderungen für einzelne Anwendungen benötigt werden können. Dieses Dokument ist nicht dafür vorgesehen, einen Hersteller am Anbieten oder einen Käufer am Abnehmen alternativer Ausrüstung oder technischer Lösungen für die einzelne Anwendung zu hindern. Dies kann insbesondere bei Vorliegen innovativer oder sich entwickelnder Technologie zutreffen. Wird eine Alternative angeboten, liegt es in der Verantwortung des Herstellers, Einzelheiten jeglicher Abweichungen von diesem Dokument festzustellen und anzugeben.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 15590-1:2009), die technisch überarbeitet wurde.

ISO 15590-1:2018, erarbeitet durch ISO/TC 67/SC 2, wurde übernommen als EN 14870-1:202X (ISO 15590-1:2018, modifiziert).

Der Zuständigkeitsbereich von ISO/TC 67/SC 2 erstreckt sich ohne Ausnahmen auf Rohrleitungstransportsysteme für die Erdöl- und Erdgasindustrie. Bis 1995 überschneiden sich jedoch die Zuständigkeitsbereiche von CEN/TC 12 und CEN/TC 234 innerhalb von CEN. Diese Überschneidung verursachte Probleme hinsichtlich paralleler Arbeitsabläufe bei den vorstehend genannten Einheiten. Dieser Widerspruch im Zuständigkeitsbereich wurde gelöst, als sowohl die betroffenen Technischen Komitees von CEN als auch das Technische Büro von CEN entschieden, den Zuständigkeitsbereich von CEN/TC 12 durch ausdrücklichen Ausschluss *„der von der Gasversorgungsindustrie benutzten Rohrleitungstransportsysteme für die Gasversorgung an Land mit Ausnahme der Erdgasinfrastruktur von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte“* zu ändern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die technischen Lieferzustände für Bögen fest, die im Induktionsbiegeprozess zur Anwendung in Fernleitungssystemen für die Erdöl- und Erdgasindustrie nach ISO 13623 hergestellt werden.

ANMERKUNG 1 ISO 13623 wird mit Änderungen übernommen als EN 14161 zum Ausschluss der von der Europäischen Gasversorgungsindustrie benutzten Überland-Versorgungssysteme von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme für die Gasversorgung an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte.

Dieses Dokument ist anwendbar für im Induktionsverfahren aus nahtlosen und geschweißten Rohren gefertigte Rohrbögen aus unlegierten oder niedriglegierten Stählen.

ANMERKUNG 2 Dabei handelt es sich üblicherweise um C-Mn-Stähle oder niedriglegierte Stähle, die für die entsprechende Anforderungsstufe und Stahlsorte der Fernleitung nach ISO 3183 geeignet sind.

Dieses Dokument legt die Anforderungen für die Herstellung nach zwei Produkt-Anforderungsstufen (PSL, en: product specification level) von im Induktionsverfahren gefertigten Rohrbögen entsprechend den Produkt-Anforderungsstufen für Rohre nach ISO 3183 fest.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für die Wahl des PSL von im Induktionsverfahren gefertigten Rohrbögen. Die Festlegung der PSL auf der Grundlage des vorgesehenen Verwendungszwecks und der Auslegungsanforderungen liegt in der Verantwortung des Käufers; siehe auch ISO 3183, Einleitung.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für mit anderen Herstellungsprozessen gefertigte Rohrleitungsbögen.

Von der Europäischen Gasversorgungsindustrie benutzte Überland-Versorgungssysteme von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme für die Gasversorgung an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

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).

ISO 80000-1:2009, *Quantities and units — Part 1: General*

ISO 148-1, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method*

ISO 3183:2012, *Petroleum and natural gas industries — Steel pipe for pipeline transportation systems*¹

ISO 6507 (all parts), *Metallic materials — Vickers hardness test*

ISO 6508 (all parts), *Metallic materials — Rockwell hardness test*

ISO 6892-1, *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*

ISO 6892-2, *Metallic materials — Tensile testing — Part 2: Method of test at elevated temperature*

¹ Dieses Dokument wird nach der Veröffentlichung von ISO 15590-1:2018 ersetzt durch ISO 3183:2019. Da ISO 3183:2019 als ISO-Beiblatt zu API Spec 5L veröffentlicht wird, behält dieses Dokument die Verweisungen auf weiterhin als zutreffend angesehene einzelne Abschnitte in ISO 3183:2012 bei.

ISO 7438, *Metallic materials — Bend test*

ISO 7539-2, *Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 2: Preparation and use of bent-beam specimens*

ISO 8501-1, *Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings*

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel*

ISO 10474, *Steel and steel products — Inspection documents*

ISO 10893-4, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 4: Liquid penetrant inspection of seamless and welded steel tubes for the detection of surface imperfections*

ISO 10893-5, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 5: Magnetic particle inspection of seamless and welded ferromagnetic steel tubes for the detection of surface imperfections*

ISO 10893-8, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 8: Automated ultrasonic testing of seamless and welded steel tubes for the detection of laminar imperfections*

ISO 10893-9, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 9: Automated ultrasonic testing for the detection of laminar imperfections in strip/plate used for the manufacture of welded steel tubes*

ISO 10893-10:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 10: Automated full peripheral ultrasonic testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections*

ISO 10893-11:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 11: Automated ultrasonic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections*

ISO 12095, *Seamless and welded steel tubes for pressure purposes — Liquid penetrant testing*

ISO 13623, *Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems*²

ISO 17640, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment*

ASNT SNT-TC-1A, *Recommended Practice No. SNT-TC-1A: Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing*³

ASTM A370, *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*⁴

ASTM A435, *Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates*

ASTM A578/A578M, *Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Rolled Steel Plates for Special Applications*

2 Dieses Dokument wird mit Änderungen übernommen als EN 14161 zum Ausschluss der von der Europäischen Gasversorgungsindustrie benutzten Überland-Versorgungssysteme von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme für die Gasversorgung an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte.

3 American Society for Nondestructive Testing, 1711 Arlingate Lane, Columbus, OH 43228-0518, USA.

4 American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.

ASTM E18, *Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials*

ASTM E92, *Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials*

ASTM E112, *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size*

ASTM E165, *Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination*

ASTM E213, *Standard Practice for Ultrasonic Testing of Metal Pipe and Tubing*

ASTM E214, *Standard Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Contact Testing*

ASTM E340, *Standard Test Method for Macroetching Metals and Alloys*

ASTM E709, *Standard Guide for Magnetic Particle Testing*

ASTM E797, *Standard Practice for Measuring Thickness by Manual Ultrasonic Pulse-Echo Contact Method*

ASTM G39, *Standard Practice for Preparation and Use of Bent-Beam Stress-Corrosion Test Specimens*

NACE TM0177:2016, *Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking in Hydrogen Sulfide (H_2S) Environments*⁵

NACE TM0284:2016, *Standard Test Method — Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Bogen

gekrümmter Teil eines gebogenen Rohres (Krümmers)

3.2

wie vereinbart

zwischen Hersteller und Käufer vereinbart und bei Bestellung festgelegt

3.3

Biegungswinkel

Winkel des Rohrbogens

Größe der Richtungsänderung des Rohrbogens

⁵ NACE International, 1440 South Creek Drive, P.O. Box 201009, Houston, TX 77084-4906, USA.

3.4

Rohrbogen-Qualifizierungsprüfung

Qualifizierungsprüfung, bei der nach der MPS ein Rohrbogen erzeugt wird, an dem nachgewiesen wird, dass Rohrbögen hergestellt werden können, die den in diesem Dokument festgelegten Anforderungen entsprechen

3.5

Biegeradius

Radius des Rohrbogens

Abstand vom Krümmungsmittelpunkt zur Mittelachse des gebogenen Rohres

3.6

Sehne

Abschnitt einer Geraden, der den Anfangs- und den Endpunkt der Biegezone verbindet, gemessen an der Mittelachse

3.7

Fehler

Mangel

Defekt

Unvollkommenheit in einem Ausmaß und/oder einer Grundgesamtheitsdichte, die größer ist als die in diesem Dokument festgelegten Abnahmekriterien

3.8

äußere Bogenfläche

Bogenrücken

Oberseite

äußerer gekrümmter Abschnitt des Rohrbogens

3.9

Schmelze

Charge

Stahlcharge (Stahlmenge), die bei der Stahlerzeugung in einem Arbeitsgang hergestellt wird

3.10

falls vereinbart

wie vorgeschrieben oder strenger als vorgeschrieben, falls zwischen Hersteller und Käufer vereinbart und bei der Bestellung festgelegt

3.11

Mangel

Unvollkommenheit

Fehlerstelle

Diskontinuität oder Unregelmäßigkeit in der Wand oder auf der Oberfläche des Produkts, die durch die in diesem Dokument beschriebenen Prüfverfahren nachweisbar ist

3.12

Fehleranzeige

durch zerstörungsfreie Prüfung erbrachter Nachweis eines Fehlers

3.13

Induktionsbiegen

Biegen im Induktionsverfahren

kontinuierliches Biegeverfahren, das Induktionswärme nutzt, um einen schmalen, erhitzten Randbereich ringsherum den zu biegenden Werkstoff zu erzeugen

3.14

Prüfung Inspektion

Aktivitäten, z. B. Messen, Untersuchen, Prüfen, Wägen oder Lehren von einem oder mehreren Merkmalen eines Produkts und Vergleich der Ergebnisse dieser Aktivitäten mit den bei der Bestellung festgelegten Anforderungen, um die Konformität zu ermitteln

3.15

innere Bogenfläche Bogenleibung Unterseite

innerer gekrümmter Abschnitt des Rohrbogens

3.16

Schichtenbildung Lamination Materialtrennung

Abtrennung im Metall, durch die Schichten erzeugt werden, im Allgemeinen parallel zur Oberfläche des Rohrs/Rohrbogens

3.17

Hersteller

Firma, Unternehmen oder Körperschaft, die für die Herstellung und Kennzeichnung des Produkts in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieses Dokuments verantwortlich ist

3.18

Arbeitsvorschrift

MPS, en: manufacturing procedure specification

Dokument zur Festlegung der Eigenschaften und Beschreibung des Mutterrohrs, des Biegeverfahrens, der/des nach dem Biegen anzuwendenden Wärmebehandlungsausrüstung und -zyklus, der Ergebnisse der Qualifizierungsprüfung für das Biegen, der zerstörungsfreien Prüfverfahren und Einzelheiten für die Abschrägungen am Schweißnahtende, die für die Herstellung der Rohrbögen angewendet werden

3.19

Mutterrohr

geradliniger Rohrabschnitt, aus dem mit Hilfe von Induktionsverfahren ein Rohrbogen hergestellt wird

3.20

zerstörungsfreie Prüfung

Prüfung zum Nachweis von Mängeln mit Hilfe von in diesem Dokument festgelegten Durchstrahlungs-, Ultraschall- oder sonstigen Verfahren, bei denen die Werkstoffe nicht beeinträchtigt oder beansprucht werden oder zu Bruch gehen

3.21

Käufer

Partei, die sowohl für die Festlegung der Anforderungen beim Erwerb eines Produkts sowie auch für die Bezahlung der bestellten Produkte verantwortlich ist

3.22

Unterpulverschweißen

SAW, en: submerged-arc welding

Schweißverfahren, bei dem Metalle aufgeschmolzen und verschweißt werden, indem ein Wärmeeintrag durch einen Lichtbogen oder Lichtbögen zwischen dem Blankdraht einer selbstverzehrenden/selbstverzehrender Elektrode(n) und dem Werkstück erzeugt wird, wobei der Lichtbogen und das geschmolzene Metall durch eine Schicht aus Flussmittelgranulat geschützt werden

3.23

Einsatzbedingungen

bei der Anwendung vorliegende Bedingungen, die vom Käufer bei der Bestellung festgelegt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument werden die Einsatzbedingungen durch die Benennungen „Einsatz unter sauren Bedingungen“ und „Einsatz unter Offshore-Bedingungen“ bezeichnet.

3.24

Schweißnaht am Ende eines Streifens/Blechs

Schweißnaht, die die Enden eines Streifens oder eines Blechs verbindet

3.25

Tangente

gerader Abschnitt am Ende eines im Induktionsverfahren hergestellten Rohrbogens

3.26

Übergangszone

Bereich um den Anfangs- bzw. Endpunkt der Induktionserwärmung, der den Werkstoff umfasst, welcher sich vom nicht erwärmten Mutterrohr bis zu dem Werkstoffbereich erstreckt, der auf die volle Biegetemperatur erhitzt wurde

3.27

Wanddickenverringering

Betrag der Reduzierung der ursprünglichen Wanddicke des Rohrs auf die Wanddicke, die im äußeren Bogen nach dem Biegen vorhanden ist

4 Symbole und Abkürzungen

4.1 Symbole

A	Bruchdehnung der Probe im Zugversuch, in Prozent
CVD, L_{CVD}	Scheitel-Tal-Abstand
D_2 und D_4	Außendurchmesser zwei benachbarter Scheitel
D_3	Außendurchmesser des dazwischen liegenden Tals
D	festgelegter Durchmesser, außen oder innen
D_{max}	größter gemessener Durchmesser, außen oder innen
D_{min}	kleinster gemessener Durchmesser, außen oder innen
l	Abstand benachbarter Scheitel bei Wellung
O	Unrundheit
r_b	Biegeradius der Mittellinie
r_p	Nennradius des Mutterrohres bei mittlerer Dicke
R_m	Zugfestigkeit

$R_{t0,5}$	Dehngrenze für 0,5 % Gesamtdehnung
T_{dmin}	vom Käufer festgelegte Mindest-Auslegungstemperatur
t_i	Mindest-Wanddicke an der inneren Bogenfläche
t_{min}	erforderliche Mindest-Wanddicke nach ISO 13623 oder einer anderen anwendbaren Auslegungsvorschrift des an den Rohrbogen angrenzenden geraden Rohres, einschließlich aller Korrosionszuschläge

4.2 Abkürzungen

BQT	Rohrbogen-Qualifizierungsprüfung (en: bend qualification test)
CTOD	Rissöffnungsverschiebungsprüfung (en: crack tip opening displacement testing)
HAZ	Wärmeeinflusszone (en: heat-affected zone)
HIC	wasserstoffinduzierte Rissbildung (en: hydrogen-induced cracking)
HFV	elektrisches Hochfrequenz-Schweißverfahren für Rohre während der Herstellung (en: high-frequency electric welding process for pipe during manufacture)
MPS	Arbeitsvorschrift (en: manufacturing procedure specification)
MT	Magnetpulverprüfung (en: magnetic particle testing)
NDT	zerstörungsfreie Prüfung (en: non-destructive testing)
PSL	Produkt-Anforderungsstufen (en: product specification level)
PT	Farbeindringprüfung (en: liquid-penetrant testing)
RT	Durchstrahlungsprüfung (en: radiographic testing)
SAW	Unterpulverschweißprozess für Rohre während der Herstellung (en: submerged arc welding process for pipe during manufacture)
SAWH	Unterpulverschweißprozess mit Spiralnaht für Rohre während der Herstellung (en: submerged arc helical welding process for pipe during manufacture)
SAWL	Unterpulverschweißprozess mit Längsnaht für Rohre während der Herstellung (en: submerged arc longitudinal welding process for pipe during manufacture)
SSC	schwefelwasserstoffinduzierte Spannungsrissbildung (en: sulfide stress-cracking)
SWC	Stufenrissbildung (en: step-wise cracking)
UT	Ultraschallprüfung (en: ultrasonic testing)
WPS	Schweißanweisung (en: welding procedure specification)

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Maßeinheiten

In diesem Dokument werden Werte sowohl in SI- als auch in USC-Einheiten angegeben. Sofern nicht anders angegeben, darf für eine bestimmte Auftragsposition nur ein Einheitensystem ohne Kombination mit im anderen System angegebenen Werten verwendet werden.

Bei in SI-Einheiten angegebenen Werten werden ein Komma als das Dezimaltrennzeichen und ein Leerzeichen als das Tausendertrennzeichen verwendet. Bei in USC-Einheiten angegebenen Werten werden ein Punkt (auf der Grundlinie) als das Dezimaltrennzeichen und ein Leerzeichen als das Tausendertrennzeichen verwendet.

5.2 Rundung

Sofern in diesem Dokument nicht anders angegeben, müssen für die Bestimmung der Konformität mit den festgelegten Anforderungen beobachtete oder berechnete Werte auf die nächste Einheit in der letzten rechts stehenden Stelle von zur Angabe des Grenzwerts verwendeten Zahlen nach ISO 80000-1:2009, Anhang B, Regel A, gerundet werden.

ANMERKUNG Für die Anwendung dieser Vorschrift ist das Rundungsverfahren nach ASTM E29-04 [3] gleichwertig mit ISO 80000-1:2009, Anhang B, Regel A.

5.3 Konformität mit diesem Dokument

Ein Qualitätsmanagementsystem sollte angewendet werden, um die Konformität mit den Anforderungen dieses Dokuments zu unterstützen.

ANMERKUNG ISO 29001 [2] enthält branchenspezifische Leitlinien zu Qualitätsmanagementsystemen.

Ein Vertrag kann festlegen, dass der Hersteller dafür verantwortlich ist, alle anwendbaren Anforderungen dieses Dokuments zu erfüllen. Es muss zulässig sein, dass der Käufer jegliche erforderlichen Untersuchungen unternimmt, um sich der Konformität seitens des Herstellers zu versichern und nicht konforme Werkstoffe zurückzuweisen.

6 Bezeichnung

Die Bezeichnung von im Induktionsverfahren hergestellten Rohrbögen muss in Form von „IB xxx-PSL 1“ oder „IB xxx-PSL 2“ oder „IB xxx-PSL 2S“ erfolgen, wobei

- „xxx“ die festgelegte Mindest-Dehngrenze ist, angegeben in Megapascal (MPa);
- die Buchstaben „PSL 1“ oder „PSL 2“ die Klasse der technischen Lieferzustände von im Induktionsverfahren hergestellten Rohrbögen für den Einsatz unter nicht sauren Bedingungen bezeichnen;
- die Buchstaben „PSL 2S“ Rohrbögen der Klasse PSL 2 für den Einsatz unter sauren Bedingungen bezeichnen;
- die Buchstaben „PSL 2O“ Rohrbögen der Klasse PSL 2 für den Einsatz unter Offshore-Bedingungen bezeichnen;
- die Buchstaben „PSL 2SO“ Rohrbögen der Klasse PSL 2 für den Einsatz sowohl unter Offshore-Bedingungen als auch unter sauren Bedingungen bezeichnen.

7 Druckbemessung und -auslegung

Die Umfangsspannung infolge des inneren Mediendrucks in dem im Induktionsverfahren hergestellten Rohrbogen darf die nach ISO 13623 oder einer anderen anwendbaren Auslegungsvorschrift zulässige Umfangsspannung bei einem geraden Rohr an der Stelle des Bogens nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Gewöhnlich erfolgt die Druckauslegung und die Festlegung der Mindest-Wanddicke $t_{\min}$ durch den Käufer.

Die Wanddicke der äußeren Bogenfläche muss mindestens $t_{\min}$ entsprechen.

Die Wanddicke der inneren Bogenfläche muss mindestens der Angabe in Gleichung (1) entsprechen.

$$t_i = t_{\min} \times \frac{2r_b - r_p}{2(r_b - r_p)} \quad (1)$$

ANMERKUNG 2 Bei Rohrleitungen, die nicht nach ISO 13623 ausgelegt sind, kann die erforderliche Mindest-Wanddicke der äußeren Bogenflächen kleiner sein als $t_{\min}$.

ANMERKUNG 3 Die Anforderungen in diesem Abschnitt behandeln die Auslegung eines Rohrbogens gegen Innendruck. Für den Nachweis der Übereinstimmung mit den Festigkeitsanforderungen nach ISO 13623 ist es notwendig, dass Käufer oder Konstrukteur auch andere, sowohl dynamische als auch statische Lasten sowie die Prüfbedingungen für die Rohrleitung berücksichtigen.

8 Vom Käufer bereitzustellende Angaben

8.1 Allgemeine Angaben

Der Käufer muss die folgenden Angaben bereitstellen:

- a) Nummer dieses Dokuments und Jahr der Veröffentlichung (d. h. EN 14870-1:202X);
- b) Bezeichnung jedes Rohrbogens;
- c) Anzahl der Rohrbögen;
- d) Bereitstellung des Mutterrohres durch den Käufer oder den Hersteller;
- e) erforderliche Rohrbogenmaße, einschließlich
 - Durchmesser (innen oder außen),
 - Mindest-Wanddicke der inneren und äußeren Bogenflächen nach dem Biegen,
 - Biegeradius,
 - Biegungswinkel,
 - Tangentenlängen;
- f) Vorbereitungen der Rohrenden, sofern abweichend von rechtwinkligen Enden.

8.2 Zusätzliche Angaben

Der Käufer sollte die folgenden zusätzlichen Angaben bereitstellen:

- a) Mindest-Auslegungstemperatur;
- b) höchste Auslegungstemperatur (und jegliche Anforderungen für den Zugversuch bei hohen Temperaturen);
- c) größte Wanddicke;
- d) besondere Maßanforderungen;
- e) Anforderungen für ergänzende Inspektionen und Prüfungen;
- f) Anforderungen für Lehren und andere Messungen von Maßen, sofern von diesem Teil von EN 14870 abweichend;
- g) Auslegungsnorm oder Auslegungsfaktoren der Rohrleitung, sofern von ISO 13623 abweichend;
- h) Betriebsbedingungen der Rohrleitung;
- i) ob die Anwendung einer Wärmebehandlung nach dem Biegen erforderlich ist;
- j) Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften bei der höchsten Auslegungstemperatur;
- k) Temperatur der Charpy-Schlagprüfung;
- l) Anforderungen an Nachweis-, Berst- oder Wasserdruckprüfungen;
- m) Haltepunkte für Bezeugung und Abnahme durch den Käufer;
- n) Oberflächenzustand;
- o) Beschichtungsanforderungen;
- p) Anforderungen an die Kennzeichnung, sofern von diesem Teil von EN 14870 abweichend;
- q) Anforderungen für den Schutz von Enden oder Abschrägungen (z. B. Endkappen oder Schutzvorrichtungen für Abschrägungen);
- r) Verpackungs- und Versandanweisungen;
- s) Drittstelle für Prüfungen;
- t) Normbezeichnung des Prüfdokuments, erforderlich nach ISO 10474;
- u) Anforderungen an das Format und zusätzlichen Inhalt des Prüfdokuments;
- v) zusätzliche Anforderungen für Härteprüfungen;
- w) sonstige besondere Anforderungen.

8.3 Angaben zum Mutterrohr

Die folgenden Angaben zum Mutterrohr müssen dem Hersteller bereitgestellt werden:

- a) Bestellspezifikation;
- b) Rohrdurchmesser, innen oder außen;
- c) Rohrwanddicke, Nenn- oder Mindestwert;
- d) Rohrlängen;
- e) Rohrhersteller;
- f) Spezifikation und Bescheinigungen des Rohrwerkstoffs, einschließlich chemischer Zusammensetzung, Wärmebehandlung, mechanischer Eigenschaften, Maße und Ergebnisse der NDT;
- g) Schweißanweisung und chemische Zusammensetzung des Schweißmetalls für SAWL- und SAWH-Rohre;
- h) Schweißanweisung für Schweißnahtreparatur für SAWL- und SAWH-Rohre;
- i) Anwendbarkeit von Anhang B für den Einsatz unter sauren Bedingungen.

ANMERKUNG Die Angaben f), g) und h) sind notwendig für die Auslegung des Biegeverfahrens durch den Hersteller.

9 Herstellung

9.1 Mutterrohr

Das Mutterrohr muss nach ISO 3183 hergestellt werden.

Das Mutterrohr für die Herstellung von PSL 2-Rohrbögen muss ISO 3183, PSL 2, entsprechen.

Das Mutterrohr für die Herstellung von PSL 2S-Rohrbögen muss nach ISO 3183:2012, Anhang H, sowie entsprechend den zusätzlichen Anforderungen nach Anhang B dieses Dokuments hergestellt werden.

Das Mutterrohr für die Herstellung von PSL 20-Rohrbögen muss nach ISO 3183:2012, Anhang J, hergestellt werden.

Das Mutterrohr für die Herstellung von PSL 2SO-Rohrbögen muss nach ISO 3183:2012, Anhang H, ISO 3182:2012, Anhang J, sowie entsprechend den zusätzlichen Anforderungen nach Anhang B dieses Dokuments hergestellt werden.

Das Mutterrohr darf entweder vom Käufer oder vom Hersteller bereitgestellt werden.

Wird das Mutterrohr vom Käufer bereitgestellt, sollte der Hersteller hinzugezogen werden bezüglich der erforderlichen chemischen Zusammensetzung, Eigenschaften und Maße des Mutterrohres (einschließlich Schweißnaht und Schweißnahtreparatur) im Hinblick auf die Eignung für Induktionsbiegen.

Das Mutterrohr darf keine Schweißnahtreparaturen am Rohrkörper aufweisen.

Die Wanddicke des Mutterrohres muss angemessene Zuschläge für die Wanddickenverringerung an der äußeren Bogenfläche infolge Induktionsbiegen einschließen.

Die Oberfläche des Mutterrohres muss frei von Verunreinigungen durch Metalle mit niedriger Schmelztemperatur, wie z. B. Kupfer, Zink, Messing und Aluminium, sein und darf entsprechend ISO 8501-1, Sa 2, durch Strahlen gereinigt werden.

9.2 Qualifizierung des Prüfrohrbogens

Die Herstellung aller PSL-Prüfrohrbögen muss nach einer MPS erfolgen, die vor oder, falls vereinbart, bei Beginn der Produktion entsprechend Abschnitt 9 qualifiziert werden muss.

ANMERKUNG Anhang A enthält Einzelheiten zu MPS.

Ein Prüfrohrbogen mit einer mindestens für die Entnahme der erforderlichen Probekörper ausreichenden Bogenlänge muss in Übereinstimmung mit jeder vorläufigen MPS hergestellt werden. Die Inspektion und Prüfung des Prüfrohrbogens muss ausreichend Tangenten und sowohl Anfangs- als auch Endübergangszonen einschließen, sofern diese in den hergestellten Rohrbögen enthalten sind.

Der Prüfrohrbogen muss der Prüfung und Inspektion nach Abschnitt 10 unterzogen werden. Die für die Herstellung verwendete MPS muss für jede der wesentlichen Einflussgrößen nach Tabelle 1 Folgendes festlegen:

- die während der Herstellung des Prüfrohrbogens aufgezeichneten Werte;
- den während des Biegens bei der Herstellung zulässigen Bereich.

Die Abweichungen wesentlicher Einflussgrößen dürfen die in Tabelle 1 angegebenen zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten.

Tabelle 1 — Wesentliche Einflussgrößen und höchstzulässige Abweichungen

Wesentliche Einflussgröße	Höchstzulässige Abweichungen^a
Stahlcharge	Keine
WPS und Schweißzusätze für Mutterrohrschweißnaht	Keine
Oberflächenzustand	Nach Vereinbarung
Nenndurchmesser des Mutterrohres	Keine
Nennwanddicke des Mutterrohres	± 3 mm (0.118 in) oder ± 10 %, der kleinere Wert gilt
Radius des Rohrbogens	Eine zugelassene MPS qualifiziert alle größeren (nicht jedoch kleinere) Radien in den folgenden Bereichen: 1. Bis einschließlich $3D$ 2. $3D$ bis einschließlich $5D$ 3. $5D$ bis einschließlich $10D$ 4. $10D$ und größer
Umformgeschwindigkeit	$\pm 2,5$ mm/min (0.098 in/min)
Umformtemperatur	± 25 °C (± 45 °F)
Bandauslegung	Keine
Kühlmittel	Keine
Durchflussrate oder Druck des Kühlmittels	± 10 %
Temperatur des Kühlmittels	± 15 °C (± 27 °F)
Frequenz der Induktionserwärmung	± 10 % ^b
Lage der Schweißnaht	$\pm 15^\circ$ von der Lage des Prüfbogens ^c

Wesentliche Einflussgröße	Höchstzulässige Abweichungen ^a
Wärmebehandlung nach dem Biegen	Verfahren: Keine Änderung
	Lagerungszeit: $+15_0$ min
	Lagerungstemperatur: ± 15 °C (± 27 °F)
	Erwärmungs- und Abkühlungs- geschwindigkeiten: Nach Vereinbarung
^a Die zulässigen Abweichungen gelten für die in der zugelassenen Rohrbogen-Qualifizierungsprüfung (BQT) erzielten Werte. ^b Die Abweichung darf auf ± 20 % erhöht werden für Prüfrohbögen, die nach dem Biegen einer Wärmebehandlung zur Vergütung unterzogen werden. ^c Die Längsnaht des Rohres liegt gewöhnlich auf der Schwerpunktschwerachse während des Biegens.	

9.3 Biegen bei der Herstellung

Induktionsbiegen muss in Übereinstimmung mit einer qualifizierten MPS entsprechend den Festlegungen nach Anhang A erfolgen.

Eine Unterbrechung des Induktionsbiegevorgangs muss zur Zurückweisung des Rohrbogens führen.

9.4 Wärmebehandlung nach dem Biegen

Die Wärmebehandlung von Rohrbögen nach dem Biegen ist nicht obligatorisch für die Übereinstimmung mit diesem Dokument.

Wärmebehandlung nach dem Biegen darf erfolgen, um die erforderlichen Werkstoffeigenschaften zu erreichen, die Korrosionsbeständigkeit zu verbessern, Übergangszonen an den Enden des Bogens zu beseitigen oder Restspannungen zu entlasten.

Die Temperatur jeder Ofenbeladung von Rohrbögen muss durch Thermoelemente, die direkt mit ausgewählten Rohrbögen verbunden sind, überwacht und aufgezeichnet werden. Art und Anordnung der Thermoelemente müssen den Festlegungen in der MPS oder den zugehörigen Zeichnungen für die Wärmebehandlungsbeladung entsprechen.

9.5 Umformen und Schlichten nach dem Biegen

Warmumformen, einschließlich Punkterwärmung, oder Warmschlichten nach dem Biegen darf nur durchgeführt werden, sofern von anschließender vollständiger Wärmebehandlung über der oberen kritischen Temperatur gefolgt.

Kaltumformen oder Kaltschlichten ohne anschließende Wärmebehandlung ist für Ovalitäts- und Durchmesserkorrekturen in den Tangenten unter der Voraussetzung zulässig, dass die erzeugte dauerhafte Dehnung 1,5 % nicht überschreitet.

9.6 Schweißnaht am Ende eines Streifens/Blechs

Im Induktionsverfahren hergestellte Rohrbögen dürfen keine Schweißnähte am Ende von Bandstreifen oder Blechen enthalten.

9.7 Rohrverbindungen und Umfangsnähte

Im Induktionsverfahren hergestellte Rohrbögen dürfen keine Umfangsnähte enthalten.

9.8 Vorbereitung der Enden

Rohrbögen müssen mit rechtwinkligen Enden versehen werden, sofern vom Käufer nicht anders festgelegt.

10 Prüfung und Inspektion

10.1 Allgemeine Anforderungen

Die Zulassung einer MPS oder die Abnahme von hergestellten Rohrbögen darf nur erfolgen, sofern alle der nach Abschnitt 10 erforderlichen Prüf- und Inspektionstätigkeiten durchgeführt wurden und alle Ergebnisse die festgelegten Anforderungen erfüllen.

Sofern in Abschnitt 10 nicht anders angegeben, müssen die Prüf- und Inspektionsverfahren und Zulässigkeitskriterien für im Induktionsverfahren hergestellte Rohrbögen den Anforderungen nach ISO 3183 für Rohre derselben Stahlsorte und desselben Typs entsprechen.

Die obere Dehnspannungsgrenze für Rohre im Einsatz unter Offshore-Bedingungen (PSL 2) darf nach Vereinbarung erhöht werden.

Prüfung und Inspektion müssen an Rohrbögen nach der abschließenden Wärmebehandlung vorgenommen werden.

Bereits für das Mutterrohr vorliegende Prüfergebnisse dürfen in den in Tabelle 2 angegebenen Fällen statt Prüfung und Inspektion angewendet werden.

Erfordern die Verlegetechniken der Rohrleitungen die Wärmebehandlung des Rohrbogens nach dem Schweißen, darf der Käufer zusätzliche Prüfungen zum Nachweis fordern, dass die mechanischen Eigenschaften des Rohrbogens auch im Anschluss an die Wärmebehandlung nach dem Schweißen erreicht werden. Der Käufer muss die Einzelheiten des während der Verlegung der Rohrleitung anzuwendenden Wärmebehandlungszyklus nach dem Schweißen festlegen. Die Prüfanforderungen und Zulässigkeitskriterien müssen vereinbart werden.

Tabelle 2 — Zusammenfassung von Prüf- und Inspektionsanforderungen

Prüfung		PSL 1^a	PSL 2^a	Abnahme
Chemische Analyse	Chemische Zusammensetzung	M	M	Nach ISO 3183
Physikalische Prüfungen	Zugversuch	T ^b	T ^b	Nach ISO 3183 ^c
	Schlagprüfung	N	T	Nach ISO 3183
	Härteprüfung über die gesamte Dicke	O	T	Nach 10.4.4.2
	Oberflächenhärte	T und P	T und P	Nach 10.4.5.2
	Metallografische Prüfung	T	T	Nach 10.4.6.2
	HIC	N	T ^d	Nach B.4.3
	SSC	N	T ^d	Nach B.4.4
	CTOD	N	O	Nach Vereinbarung
	Geführter Biegeversuch (Schweißnaht)	M	M	Nach ISO 3183
	Ringfaltversuch	M	M	Nach ISO 3183

Prüfung		PSL 1 ^a	PSL 2 ^a	Abnahme
NDT	Sichtprüfung	T und P	T und P	Nach ISO 3183 und 10.5.1
	Schweißnaht (UT oder RT)	M	T und P	Nach ISO 3183
	Rohrbogenenden (Schichtenbildung)	P	P	Nach 10.5.3
	Rohrbogenkörper (MT oder PT)	T und P	T und P	Nach 10.5.4
	Rohrbogenkörper (UT), Fehler in Querrichtung	N	T und P	Nach 10.5.5
	Rohrbogenkörper (UT), Schichtenbildung	N	M	Nach 10.5.5
	Restmagnetismus an Enden	P	P	Nach 10.5.6
	Reparaturen	P	P	Nach ISO 3183 und 10.5.7
Maße	Wanddicke	T und P	T und P	Nach 10.6
	<i>D</i> des Rohrbogenkörpers	P	P	Nach 10.6
	<i>D</i> an Enden	P	P	Nach 10.6
	Unrundheit an Enden	P	P	Nach 10.6
	Unrundheit am Rohrkörper	P	P	Nach 10.6
	Lineare Maße	P	P	Nach 10.6
	Winkel	P	P	Nach 10.6
	Radius	T und P	T und P	Nach 10.6
	Rechtwinkligkeit der Enden	P	P	Nach 10.6
	Unebenheit	P	P	Nach 10.6
	Vorbereitung der Enden	Nach Vereinbarung		Nach Vereinbarung
Lehren		Nach Vereinbarung		Nach Vereinbarung
Wasserdruckprüfung		Nach Vereinbarung		Nach Vereinbarung

^a M – Die Prüfung des im Induktionsverfahren hergestellten Rohrbogens darf nicht gefordert werden, wenn zulässige Prüfergebnisse für das Mutterrohr vorliegen. Wenn keine zulässigen Prüfergebnisse für das Mutterrohr vorliegen, muss die Prüfung entweder am Mutterrohr oder am Rohrbogen durchgeführt werden. Bei chemischen und physikalischen Prüfungen, sofern zutreffend, ist die Durchführung an nur einem Mutterrohr oder Rohrbogen je Prüfeinheit zulässig, während NDT und Maßprüfungen an jedem Rohr oder Rohrbogen erfolgen müssen.

N – Nicht erforderlich.

O – Durchführung der Prüfung oder Inspektion an einem im Induktionsverfahren hergestellten Rohrbogen darf nach Vereinbarung gefordert werden.

P – Erforderlich für jeden hergestellten Rohrbogen.

T – Erforderlich für jeden Prüfrohbogen.

^b Die Ausrichtung der Tangente sowie der inneren und der äußeren Bogenfläche beim Zugversuch muss der Ausrichtung des Mutterrohres beim Zugversuch nach ISO 3183 entsprechen. Die Ausrichtung der Übergangszonen beim Zugversuch muss der Ausrichtung des Mutterrohres beim Zugversuch nach ISO 3183 entsprechen, falls vereinbart, in Längsrichtung mit der Übergangszone im Lehrenbereich der Zugprobekörper.

^c Bei Prüfung nur der Übergangszone darf R_m die festgelegte Mindest-Dehngrenze nicht unterschreiten und, falls vereinbart, darf $R_{t0,5}$ die festgelegte Mindest-Dehngrenze nicht unterschreiten.

^d Erforderlich nur bei PSL 2S-Rohrbögen.

10.2 Umfang von Prüfung und Inspektion

10.2.1 Rohrbogen für die Qualifizierungsprüfung

Der Umfang der an jedem Rohrbogen durchzuführenden Prüfung und Inspektion entspricht den Festlegungen nach Tabelle 2 für jede Produkt-Anforderungsstufe von Rohrbögen.

Ort und Art der Prüfungen müssen den Festlegungen nach Tabelle 3 mit den in Bild 1 dargestellten Probenahmestellen entsprechen.

Für SAWH-Rohre müssen die Inspektions- und Prüfanforderungen vereinbart werden.

Falls ein Probekörper für die mechanische Prüfung eines Rohrbogens für die Qualifizierungsprüfung nicht die Anforderungen nach diesem Dokument erfüllt und sofern $R_{t0,5}$ und R_m nicht geringer sind als 95 % der festgelegten Mindestwerte, dürfen zwei zusätzliche Probekörper aus demselben Prüfrohrbogen geprüft werden, falls vereinbart. Die Probekörper müssen ebenso wie jene entnommen werden, die die Prüfung nicht bestanden haben, und aus dem Bereich, der an den Bereich der Probekörper angrenzt, die die Prüfung nicht bestanden haben. Die Prüfanforderungen dürfen nur dann als erfüllt angesehen werden, wenn beide der Wiederholungsprüfung unterzogenen Probekörper den festgelegten Anforderungen entsprechen.

Tabelle 3 — Lage der Probekörper und Art der Prüfung für die zerstörende Prüfung von Prüfrohrbögen

Lage	Prüfung
Tangentengrundmetall ^a	Zugversuch Schlagprüfung Härteprüfung über die gesamte Dicke
Tangentenschweißnaht ^a	Querzugversuch Schlagprüfung Ringfaltversuch Härteprüfung über die gesamte Dicke Metallografische Prüfung Geführter Biegeversuch
Übergangszonen von Grundmetall äußerer Bogenflächen, Anfangs- und Endpunkt	Zugversuch ^b Schlagprüfung ^b Härteprüfung über die gesamte Dicke ^b Metallografische Prüfung ^b
Übergangszonen von Schweißnähten, Anfangs- und Endpunkt	Querzugversuch ^b Schlagprüfung ^b
Grundmetall äußerer Bogenflächen von Rohrbögen	Zugversuch Schlagprüfung Härteprüfung über die gesamte Dicke Metallografische Prüfung HIC und SSC ^{c, d}

Lage	Prüfung
Grundmetall innerer Bogenflächen von Rohrbögen	Zugversuch Schlagprüfung Härteprüfung über die gesamte Dicke
Rohrbogenschweißnaht ^e	Querzugversuch Schlagprüfung Härteprüfung über die gesamte Dicke Metallografische Prüfung nur für PSL 2 Geführter Biegeversuch HIC und SSC ^c
^a Prüfung nach dem Biegen ist nicht notwendig, wenn Prüfergebnisse für das Mutterrohr vorliegen und die Tangente keiner Wärmebehandlung während des Induktionsbiegens oder anschließender Wärmebehandlung unterzogen wird. ^b Wird die gesamte Länge des Mutterrohres einschließlich Tangenten denselben durchgehenden Parametern der Induktionserwärmung, Abkühlung und Geschwindigkeit ausgesetzt wie der gebogene Abschnitt während des Induktionsbiegeverfahrens, wird bei diesen im Induktionsverfahren hergestellten Rohrbögen, sofern vom Käufer nicht anders festgelegt, nicht angenommen, dass sie Übergänge für Prüfzwecke enthalten. ^c Erforderlich nur bei PSL 2S-Rohrbögen. ^d Nach Vereinbarung darf auf die Anforderung für die HIC-Prüfung von nahtlosen Rohrbögen verzichtet werden. ^e Zusätzliche Prüfungen für SAWH-Rohrbögen müssen vereinbart werden.	