

DIN EN ISO 3183

ICS 23.040.10

Ersatz für
DIN EN 10208-1:2009-07 und
DIN EN 10208-2:2009-07**Erdöl- und Erdgasindustrie –
Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme (ISO 3183:2012);
Deutsche Fassung EN ISO 3183:2012**Petroleum and natural gas industries –
Steel pipe for pipeline transportation systems (ISO 3183:2012);
German version EN ISO 3183:2012Industries du pétrole et du gaz naturel –
Tubes en acier pour les systèmes de transport par conduites (ISO 3183:2012);
Version allemande EN ISO 3183:2012

Gesamtumfang 201 Seiten

Normenausschuss Eisen und Stahl (FES) im DIN
Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3183:2012) wurde vom Technischen Komitee ECISS/TC 110 „Stahlrohre und Eisen- und Stahlittings“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI (Italien) gehalten wird. Es handelt sich dabei um die unveränderte Übernahme der von ISO/TC 67/SC 2 „Pipeline transportation systems“ (Sekretariat: UNI, Italien) ausgearbeiteten Norm ISO 3183.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss 09/3 „Fernleitungsrohre“ des Normenausschusses Eisen und Stahl (FES). Mitträger ist der Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG).

Dieses Dokument enthält Festlegungen für Rohre in zwei Anforderungsstufen PSL 1 und PSL 2, die für Rohrleitungstransportsysteme der Erdöl- und Erdgasindustrie anwendbar sind. Die Anforderungsstufe PSL 1 ist als eine Standard-Anforderungsstufe zu betrachten. Für die Anforderungsstufe PSL 2 sind zusätzliche verbindliche Anforderungen an die chemische Zusammensetzung, die Kerbschlagarbeit und die Festigkeitseigenschaften festgelegt.

Für Rohre für den Transport saurer Medien und für den Offshoreeinsatz sind besondere Festlegungen getroffen.

Besondere Festlegungen wurden auch für Rohre getroffen, die für die Erdgasdurchleitung im europäischen Onshore Bereich zum Einsatz kommen.

Dieses Dokument wurde auf der Grundlage der Normen ISO 3183:2007 und API Specification 5L erstellt und soll als weltweit angewendete Norm sowohl die entsprechenden Internationalen und Europäischen Normen als auch (durch eine inhaltsgleiche Neuausgabe) die bisherige API Specification 5L ersetzen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 10208-1:2009-07 und DIN EN 10208-2:2009-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen.

- a) Zusammenfassung beider Normen zu einer Norm unter Einbeziehung zusätzlicher Anforderungen;
- b) neben dem metrischen System in Verbindung mit ISO-Referenznormen wurde gleichberechtigt das amerikanische USC-System in Verbindung mit ASTM-Referenznormen zugelassen;
- c) Festlegung von sieben neuen Stahlsorten für die Produkthanforderungsstufe PSL 1, wobei der Festigkeitsbereich von bisher 210 MPa bis 360 MPa auf 175 MPa bis 485 MPa Mindeststreckgrenze deutlich ausgeweitet wurde;
- d) die Stahlsorte L235GA (1.0458) ist nicht mehr festgelegt;
- e) Festlegung von elf neuen Stahlsorten für die Produkthanforderungsstufe PSL 2, wobei für geschweißte Rohre auch thermomechanisch gewalzte Stahlsorten mit höherer Festigkeit (bis 830 MPa Mindeststreckgrenze) aufgenommen wurden;
- f) Anforderungen an die chemische Zusammensetzung, die mechanischen Eigenschaften, die Maße, die Oberflächenbeschaffenheit und die mechanischen und zerstörungsfreien Prüfungen wurden überarbeitet;
- g) Festlegungen zur Beständigkeit gegen lang laufende Scherrisse sind als Option festgelegt;

- h) Festlegungen für Rohre für saure Medien und für den Offshore-Einsatz mit besonderen Anforderungen an die chemische Zusammensetzung (Schweißeignung), die mechanischen Eigenschaften und (bei Rohren für den Offshore-Einsatz) an die Maße wurden zusätzlich aufgenommen;
- i) besondere Festlegungen wurden auch für Rohre getroffen, die für die Erdgasdurchleitung im europäischen Onshore-Bereich zum Einsatz kommen (siehe Anhang M);
- j) Festlegungen für Rohrkupplungen wurden zusätzlich aufgenommen;
- k) Festlegungen für TFL-Rohre für die Durchleitung von Bohrlochausrüstungen auf Bohrfeldern wurden zusätzlich aufgenommen;
- l) im Anhang P werden Hintergrundinformationen zu Gleichungen für geschraubte und gekuppelte Rohre und für Proben zum geführten Biege- und CVN-Versuch gegeben;
- m) redaktionelle Überarbeitung.

Der Text dieser Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit USC. Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

Frühere Ausgaben

DIN 1629: 1929-08, 1932-09, 1984-10
 DIN 1626: 1952x-12, 1984-10
 DIN 1629-1: 1961-01
 DIN 1629-3: 1961-01
 DIN 1626-1: 1965-01
 DIN 1626-3: 1965-01
 DIN 17172: 1966-10, 1978-05
 DIN EN 10208-2: 1996-08, 2009-07
 DIN EN 10208-1: 1998-02, 2009-07

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Erdöl- und Erdgasindustrie - Stahlrohre für
Rohrleitungstransportsysteme (ISO 3183:2012)

Petroleum and natural gas industries - Steel pipe for
pipeline transportation systems (ISO 3183:2012)

Industries du pétrole et du gaz naturel - Tubes en acier
pour les systèmes de transport par conduites (ISO
3183:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. September 2012 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Konformität.....	8
2.1 Maßeinheiten	8
2.2 Rundungen	8
2.3 Erfüllung der Anforderungen dieser Internationalen Norm	8
3 Normative Verweisungen	9
4 Begriffe	12
5 Symbole und Abkürzungen	19
5.1 Symbole	19
5.2 Abkürzungen	20
6 Rohrsorte, Stahlsorte und Lieferzustand	21
6.1 Rohrsorte und Stahlsorte	21
6.2 Lieferzustand.....	21
7 Bestellangaben	23
7.1 Allgemeine Angaben	23
7.2 Zusätzliche Angaben	24
8 Herstellung	28
8.1 Herstellverfahren	28
8.2 Verfahren, für die eine Bestätigung erforderlich ist.....	30
8.3 Ausgangsmaterial	30
8.4 Heftschweißung	31
8.5 Schweißnähte bei COW-Rohre	32
8.6 Schweißnähte bei SAW-Rohre	32
8.7 Schweißnähte bei Rohren mit zwei Schweißnähten	32
8.8 Behandlung der Schweißnähte bei EW- und LW-Rohren.....	32
8.8.1 PSL 1 EW-Rohre.....	32
8.8.2 LW-Rohre und PSL 2 HFW- Rohre	32
8.9 Kaltmaßumformung und Kaltaufweitung	32
8.10 Band-/Blechverbindungsnahte.....	33
8.11 Rundnahtrohre	33
8.12 Wärmebehandlung.....	33
8.13 Rückverfolgbarkeit	33
9 Zulässigkeitskriterien	34
9.1 Allgemeines	34
9.2 Chemische Zusammensetzung	34
9.3 Im Zugversuch zu ermittelnde Eigenschaften	37
9.4 Innendruckversuch mit Wasser	40
9.5 Biegeversuch	40
9.6 Ringfaltversuch.....	40
9.7 Geführter Biegeversuch.....	41
9.8 Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch für PSL 2-Rohre	41
9.8.1 Allgemeines	41
9.8.2 Prüfungen am Rohrkörper	41
9.8.3 Prüfungen an der Rohrschweißnaht und die WEZ.....	42
9.9 Fallgewichtsversuch für geschweißte PSL 2-Rohre	42
9.10 Oberflächenbeschaffenheit, Unvollkommenheiten und Fehler	43

9.10.1	Allgemeines	43
9.10.2	Einbrandkerben	43
9.10.3	Verbrennungen durch Lichtbogen	43
9.10.4	Dopplungen.....	43
9.10.5	Geometrische Abweichungen.....	44
9.10.6	Harte Stellen.....	44
9.10.7	Sonstige Oberflächenunvollkommenheiten	44
9.11	Maße, längenbezogene Masse sowie Grenzabmaße und Formtoleranzen	44
9.11.1	Maße.....	44
9.11.2	Längenbezogene Masse	45
9.11.3	Grenzabmaße und Formtoleranzen für Durchmesser, Wanddicke, Länge und Geradheit.....	46
9.12	Fertigung der Rohrenden	49
9.12.1	Allgemeines	49
9.12.2	Enden mit Gewinde (nur PSL 1-Rohre)	49
9.12.3	Glockenförmige Rohrenden (nur PSL 1-Rohre)	50
9.12.4	Für den Einsatz von Spezialkupplungen vorbereitete Rohrenden (nur PSL 1-Rohre)	50
9.12.5	Glatte Rohrenden	50
9.13	Grenzabmaße und Formtoleranzen der Schweißnaht	51
9.13.1	Radialer Versatz der Band-/Blechkanten	51
9.13.2	Höhe des Stauchwulstes oder der Scheißnaht/Schweißnahtüberhöhung.....	53
9.13.3	Lagenversatz der Schweißlagen bei SAW- und COW-Rohren.....	54
9.14	Masseabweichungen.....	54
9.15	Schweißung von PSL 2-Rohren.....	55
10	Prüfung.....	55
10.1	Arten der Prüfung und Prüfbescheinigungen	55
10.1.1	Allgemeines	55
10.1.2	Prüfbescheinigungen für PSL 1-Rohre	55
10.1.3	Prüfbescheinigungen für PSL 2-Rohre	56
10.2	Spezifische Prüfung	57
10.2.1	Prüfumfang	57
10.2.2	Probenabschnitte und Proben für die Stückanalyse.....	61
10.2.3	Probenabschnitte und Proben für die mechanischen Prüfungen.....	61
10.2.4	Prüfverfahren	71
10.2.5	Makrographische und metallographische Prüfung	74
10.2.6	Innendruckversuch mit Wasser	74
10.2.7	Sichtprüfung	78
10.2.8	Maßkontrolle	78
10.2.9	Wägen.....	79
10.2.10	Zerstörungsfreie Prüfung	79
10.2.11	Erneute Behandlung	79
10.2.12	Wiederholprüfungen	80
11	Klassifizierung, Bezeichnung und Codierung.....	82
11.1	Allgemeines	82
11.2	Kennzeichnung von Rohren.....	83
11.3	Kennzeichnung von Kupplung	85
11.4	Kennzeichnung von mehreren Stahlsorten auf Rohren	85
11.5	Gewindekennzeichnung und -zertifizierung	86
11.6	Kennzeichnungen von Rohrweiterverarbeitern	86
12	Überzüge und Gewindeschutz	87
12.1	Überzüge und Auskleidungen.....	87
12.2	Gewindeschutz	87
13	Aufbewahrung von Aufzeichnungen.....	87
14	Verladung von Rohren	88
Anhang A (normativ) Festlegungen für Rundnahtrohre		89
Anhang B (normativ) Qualifizierung des Herstellverfahren für PSL 2-Rohre.....		90

Anhang C (normativ) Behandlung von Oberflächenunvollkommenheiten und Fehlern	95
Anhang D (normativ) Verfahren für Schweißreparaturen	97
Anhang E (normativ) Zerstörungsfreie Prüfung (außer für saure Einsatzbedingungen oder für den Offshore-Einsatz)	103
Anhang F (normativ) Anforderungen an Kupplungen (nur PSL 1)	116
Anhang G (normativ) PSL 2-Rohre mit Beständigkeit gegen langlaufende Scherrisse	119
Anhang H (normativ) Für saure Medien bestellte PSL 2-Rohre	126
Anhang I (normativ) Als „through-the-flowline“ (TFL)-Rohre bestellte Rohre	139
Anhang J (normativ) Für den Offshore-Einsatz bestellte PSL 2-Rohre.....	141
Anhang K (normativ) Zerstörungsfreie Prüfung von Rohren, die für saure Medien und/oder den Offshore-Einsatz bestellt wurden.....	157
Anhang L (informativ) Stahlbezeichnungen	162
Anhang M (normativ) Zu bestellende PSL-2-Rohre für die Erdgasdurchleitung im europäischen Onshore-Einsatz	166
Anhang N (informativ) Identifizierung/Erklärung von Abweichungen	183
Anhang O (informativ).....	184
Anhang P (informativ) Gleichungen für geschraubte und gekuppelte Rohre und erklärende Gleichungen für Proben zum geführten Biege- und CVN-Versuch	185
Literaturhinweise	196

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 3183:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee EC/TC 110 „Stahlrohre- und Eisen- und Stahl fittings“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 10208-1:2009, EN 10208-2:2009.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Türkei, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 3183:2012 wurde vom CEN als EN ISO 3183:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm ist das Ergebnis der Harmonisierung der Anforderungen folgender Normen:

- API Specification 5L; 44 Ausgabe, veröffentlicht am 1. Oktober 2007;
- ISO 3183:2007; 2. Ausgabe, veröffentlicht am 15. März 2007.

Bei der Erstellung dieser dritten Ausgabe der ISO 3183, ging das Technische Komitee davon aus, dass es bei den allgemeinen technischen Anforderungen an Leitungsrohre zwei grundlegende Anforderungsstufen gibt. (PSL 1 and PSL 2). Die Anforderungsstufe PSL 1 ist als eine Standard-Anforderungsstufe Rohrleitungen zu betrachten. Für die Anforderungsstufe PSL 2 sind zusätzliche verbindliche Anforderungen an die chemische Zusammensetzung, die Kerbschlagarbeit, die Festigkeitseigenschaften und die ZfP festgelegt. Anforderungen, die nur für PSL 1 oder nur für PSL 2 gelten sind besonders gekennzeichnet. Anforderungen, für die keine Anforderungsstufe angegeben ist, gelten sowohl für PSL 1 als auch für PSL 2 Rohre.

Das Technische Komitee berücksichtigte auch, dass die Erdöl- und Erdgasindustrie häufig zusätzliche Anforderungen für besondere Anwendungsfälle festlegt. Um sich diesen Wünschen anzupassen, sind zusätzlich Optionen für besondere Anwendungsfälle verfügbar:

- PSL 2-Rohre, die nach einem qualifizierten Herstellungsverfahren gefertigt wurden (Anhang B), die Anforderungen wurden erhöht um auch Einzelheiten kritischer Produktionsprozesse beim Ausgangsmaterial, bei der Rohrleitungsherstellung und den Prüfungen zu berücksichtigen;
- PSL 2-Rohre, die mit Beständigkeit gegen lang laufende Scherrisse in Gasrohrleitungen geliefert werden (Anhang G);
- PSL 2 -Rohre, die für saure Einsatzbedingungen bestellt werden (Anhang H);
- Rohre, die als TFL-Rohre bestellt werden (Anhang I);
- PSL 2-Rohre, die für den Offshore-Einsatz bestellt werden (Anhang J).

Die folgenden zwei neuen Anhänge wurden zur dritten Ausgabe dieser Internationalen Norm hinzugefügt:

- PSL 2-Rohre, die für die Durchleitung von Erdgas im europäischen Onshore-Bereich bestellt werden (Anhang M);
- Gleichungen für geschraubte und gekuppelte Rohre und erklärende Gleichungen für Proben zum geführten Biege- und CVN-Versuch (Anhang P).

Die Anforderungen der entsprechenden Anhänge sind nur normativ, wenn sie im Bestellauftrag festgelegt sind.

Werden Rohre für Druck- oder Mehrfachanwendung bestellt, können die Anforderungen mehr als eines Anhangs für spezielle Anwendungen betroffen sein. In derartigen Fällen und wenn Rohre für Doppel- oder Mehrfachanwendungen bestellt werden, muss im Fall daraus resultierender widersprüchlicher technischer Anforderungen die für den beabsichtigten Einsatz strengere Anforderung erfüllt werden.

Diese Internationale Norm enthält keine Hinweise darauf, wann die oben angegebenen Zusatzanforderungen festgelegt werden sollten. Stattdessen liegt es in der Anforderung des Bestellers auf der Grundlage des beabsichtigten Einsatzes und der Konstruktionsanforderungen, ob und welche der Zusatzanforderungen für den besonderen Bestellauftrag gelten.

Die dritte Ausgabe der ISO 3183 ist das Resultat der kontinuierlichen Harmonisierung von Dokumenten unterschiedlicher Herkunft. Es mussten traditionelle Symbole (zur Angabe der mechanischen oder physikalischen Eigenschaften oder der entsprechenden Werte, Maße und Prüfparameter) und das Format eingeführter und anerkannter Gleichungen, die in ihrem traditionellen Format wiederum oft Bezug auf andere breit angewendete Normen und Spezifikationen und die wissenschaftlichen Arbeiten zu ihrer Ableitung nehmen, berücksichtigt werden. Dementsprechend sind zwar in einigen Fällen eingeführte Symbole und Gleichungen geändert worden, um eine Optimierung im Hinblick auf die ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 zu sichern; in anderen Fällen, insbesondere in 9.2 und in Tabelle F.1, wurde aber das traditionelle Format beibehalten, um Unklarheiten in diesem Stadium unmittelbar nach der Harmonisierung zu vermeiden. Bei Änderungen wurde darauf geachtet, dass das neue Symbol vollständig und eindeutig definiert ist.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen für die Fertigung nahtloser und geschweißter Rohre für Rohrleitungstransportsysteme der Erdöl- und Erdgasindustrie nach zwei Produkt-Anforderungsstufen (PSL 1 und PSL 2) fest.

Diese Internationale Norm gilt nicht für gegossene Rohre.

2 Konformität

2.1 Maßeinheiten

In dieser Internationalen Norm sind Werte sowohl in SI-Einheiten als auch in USC-Einheiten angegeben. Für einen bestimmten Auftrag darf nur ein Maßeinheitensystem (ohne Kombination mit Werten aus dem anderen System) verwendet werden. Werte ausgedrückt in SI- und USC-Einheiten dürfen nicht in der gleichen Prüfbescheinigung oder in der gleichen verlangten Rohrleitungskennzeichnung verwendet werden.

Wenn Erzeugnisse entsprechend eines Maßsystems (USC oder SI) auf ihre Anforderungen geprüft werden und eine Prüfbescheinigung im anderen Maßsystem ausgestellt wird, muss in einer Erklärung auf der Prüfbescheinigung hingewiesen werden, dass die Werte vom Maßsystem der ursprünglich ausgestellten Prüfbescheinigung umgerechnet wurden.

Der Besteller muss angeben, ob die Daten, Zeichnungen und Maße der Rohre in internationalen Einheiten (SI) oder in US Customary (USC) festgelegt werden. Die Verwendung von SI-Einheiten impliziert, dass die Messungen nach SI-Einheiten durchzuführen sind und die Verwendung von USC-Einheiten impliziert, dass die Messungen nach USC-Einheiten durchzuführen sind.

Bei in SI-Einheiten angegebenen Werten wird das Komma als Trennzeichen für Dezimalstellen und ein Leerzeichen für die Tausender-Trennung verwendet. Bei in USC-Einheiten angegebenen Werten dient ein Punkt (auf der Zeile) zur Trennung der Dezimalstellen und ein Leerzeichen zur Trennung der Tausender.

2.2 Rundungen

Soweit in dieser Internationalen Norm nichts anderes festgelegt wurde, sind die erfassten oder berechneten Werte bei der Überprüfung auf Übereinstimmung mit den festgelegten Anforderungen auf die nächste Einheit der letzten Stelle des den Grenzwert angegebenden Zahlenwerts nach ISO 80000-1:2009, Anhang B, Regel A zu runden.

ANMERKUNG Für die Anwendung dieser Festlegung wird das Rundungsverfahren nach ASTM E 29-08 [1] als äquivalent mit ISO 80000:2009, Anhang B, Regel A angesehen.

2.3 Erfüllung der Anforderungen dieser Internationalen Norm

Ein Qualitätsmanagementsystem ist anzuwenden, um die Erfüllung der Anforderungen dieser Internationalen Norm zu unterstützen.

ANMERKUNG Die Dokumentation eines Qualitätsmanagementsystems verlangt nicht die Zertifizierung durch eine notifizierte Stelle. Es ist nur der Aufbau oder die Übernahme eines niedergeschriebenen Qualitätsmanagementsystems erforderlich, um die Anforderungen dieser Norm zu erfüllen. ISO legt den Aufbau und die Anpassung eines Qualitätsmanagementsystems, welches am besten die Gegebenheiten einer Firma widerspiegelt, in das Fachwissen des jeweils zuständigen Personals. Es gibt mehrere bestehende Qualitätsmanagementsysteme, an die sich das zuständige Personal anlehnen kann bei der Entwicklung eines angepassten Qualitätssystems, einschließlich ISO/TS 29001 [2] und API Spec Q1 [3], welche spezifische Vorschriften für die Öl- und Gasindustrie enthalten, oder ISO 9001 [4], welche allgemeine Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem enthält, die auditierbar sind. Diese Auflistung ist nicht erschöpfend und dient lediglich der Information.

Ein Vertrag darf festlegen, dass der Hersteller für die Erfüllung aller anwendbaren Anforderungen dieser Internationalen Norm verantwortlich ist. Es ist zulässig, dass der Besteller alle notwendigen Untersuchungen durchführt, um dies sicherzustellen, und er darf nicht anforderungsgerechte Erzeugnisse zurückweisen.

3 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).

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

ISO 404, *Steel and steel products — General technical delivery requirements*

ISO 2566-1, *Steel — Conversion of elongation values — Part 1: Carbon and low alloy steels*

ISO 4885, *Ferrous products — Heat treatments — Vocabulary*

ISO 5173, *Destructive tests on welds in metallic materials – Bend tests – Third Edition*

ISO 6506 (all parts), *Metallic materials — Brinell hardness test*

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 temperatures*

ISO 6929, *Steel products — Definitions and classification*

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 8491, *Metallic materials — Tube (in full section) — Bend test*

ISO 8492, *Metallic materials — Tube — Flattening test*

ISO 8501-1:2007, *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 personnel*

ISO/TR 9769, *Steel and iron — Review of available methods of analysis*

ISO 10474:1991, *Steel and steel products — Inspection documents*

ISO 10893-2:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 2: Automated eddy current testing of seamless and welded (except submerged arc welded) steel tubes for the detection of imperfections.*

ISO 10893-3:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 3: Automated full peripheral flux leakage testing of seamless and welded (except submerged arc welded) ferromagnetic steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections.*

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

ISO 10893-6, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 6: Radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections*

ISO 10893-7:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 7: Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections*

ISO 10893-8:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 8: Automated ultrasonic testing of seamless and welded steel tubes for the detection of laminar imperfections.*

ISO 10893-9:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 9: Automated ultrasonic testing for the detection of laminar imperfections in strip/plate used for 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 flash 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 10893-12:2011, *Non-destructive testing of steel tubes — Part 12: Automated full peripheral ultrasonic thickness testing of seamless and welded (except submerged arc welded) steel tubes*

ISO 11484, *Steel products — Employer's qualification system for non-destructive testing (NDT) personnel*

ISO 11699-1:2008, *Non-destructive testing — Industrial radiographic films — Part 1: Classification of film systems for industrial radiography*

ISO 12135, *Metallic materials — Unified method of test for the determination of quasistatic fracture toughness*

ISO 13678, *Petroleum and natural gas industries — Evaluation and testing of thread compounds for use with casing, tubing and line pipe*

ISO 14284, *Steel and iron — Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition*

ISO 19232-1:2004, *Non-destructive testing— Image quality of radiographs — Part 1: Image quality indicators (wire type) — Determination of image quality value*

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

API Spec 5B¹⁾, *Specification for threading, gauging, and thread inspection of casing, tubing, and line pipe Threads (US customary units)*

API RP 5A3, *Recommended practice for thread compounds for casing, tubing, and line pipe*

API RP 5L3, *Recommended practice for conducting drop-weight tear tests on line pipe*

API TR 5T1, *Standard on Imperfection Terminology*

ASNT SNT-TC-1A²⁾, *Recommended Practice No. SNT-TC-1A*

ASTM A 370³⁾, *Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products*

¹⁾ American Petroleum Institute, 1220 L Street, N.W., Washington, DC 20005, USA

²⁾ American Society for Nondestructive Testing, 1711 Arlingate Lane, Columbus, Ohio 43228-0518

³⁾ ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959, USA

- ASTM A 435, *Standard specification for straight-beam ultrasonic examination of steel plates*
- ASTM A 578/A578M, *Standard specification for straight-beam ultrasonic examination of rolled steel plates for special applications*
- ASTM A 751, *Standard Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products*
- ASTM A 941, *Standard terminology Relating to Steel, Stainless Steel, Related Alloys, and Ferroalloys*
- ASTM A 956, *Standard Test Method for Leeb Hardness Testing of Steel Products*
- ASTM A 1038, *Standard Test Method for Portable Hardness Testing by the Ultrasonic Contact Impedance Method*
- ASTM E 18, *Standard Test Methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials*
- ASTM E 94, *Standard Guide for Radiographic Examination*
- ASTM E 110, *Standard Test Method for Indentation Hardness of Metallic Materials by Portable Hardness Testers*
- ASTM E 114, *Standard Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Contact Testing*
- ASTM E 164, *Standard Practice for Contact Ultrasonic Testing of Weldments*
- ASTM E 165, *Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for general Industry*
- ASTM E 213, *Standard Practice for Ultrasonic Examination of Metal Pipe and Tubing*
- ASTM E 273, *Standard Practice for Ultrasonic Testing of the Weld Zone of Welded Pipe and Tubing*
- ASTM E 309, *Standard Practice for Eddy-Current Examination of Steel Tubular Products Using Magnetic Saturation*
- ASTM E 384, *Standard Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials*
- ASTM E 570, *Standard Practice for Flux Leakage Examination of Ferromagnetic Steel Tubular Products*
- ASTM E 587, *Standard Practice for Ultrasonic Angle-Beam Contact Testing*
- ASTM E 709, *Standard Guide for Magnetic Particle Testing*
- ASTM E 747, *Standard Practice for Design, Manufacture and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology*
- ASTM E 1290, *Standard Test Method for Crack-Tip Opening Displacement (CTOD) Fracture Toughness Measurement*
- ASTM E 1806, *Standard Practice for Sampling Steel and Iron for Determination of Chemical Composition*
- ASTM E 1815-08, *Standard Test Method for Classification of Film Systems for Industrial Radiography*
- ASTM E2033, *Standard Practice for Computed Radiology (Photostimulable Luminescence Method)*
- ASTM E2698, *Standard Practice for Radiological Examination Using Digital Detector Arrays*
- ASTM G39, *Standard Practice for Preparation and Use of Bent-Beam Stress-Corrosion Test Specimens*

BS 7448-1, *Fracture mechanics toughness tests - Method for determination of K_{Ic} , critical CTOD and critical J values of metallic materials*

EN 10168⁴⁾, *Stahlerzeugnisse — Prüfbescheinigungen — Liste und Beschreibung der Angaben*

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

NACE TM0177:2005⁵⁾, *Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H_2S Environments*

NACE TM0284:2011, *Standard Test Method — Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking*

4 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe sowie die Begriffe nach

- ISO 6929 oder ASTM A 941 für Stahlerzeugnisse,
- ISO 4885 oder ASTM A 941 für Wärmebehandlungen,
- API Std 5T1 für die Begriffe zu Unvollkommenheiten
- ISO 404, ISO 10474 oder ASTM A 370 je nach Anwendungsfall für die Entnahme der Probenabschnitte, Prüfungen und Prüfdokumente,

4.1 wie vereinbart
Anforderung, die der Vereinbarung zwischen Hersteller und Besteller entsprechen und im Bestellauftrag festgelegt sein muss

ANMERKUNG Gilt zum Beispiel für die Punkte unter 7.2 a).

4.2 gewalzt
Lieferzustand ohne besondere Festlegungen zum Walzen und/oder zur Wärmebehandlung

4.3 Band-/Blechendschweißung
Schweißung, die die Band- oder Blechenden verbindet

4.4 kalt aufgeweitetes Rohr
Rohr, das bei Umgebungstemperatur (in der Werkhalle) im Außendurchmesser oder Umfang über seine Länge im Gesenk unter innerem hydrostatischem Druck oder mittels Innenaufweitungsanlage dauerhaft aufgeweitet wurde

4.5 kalt maßumgeformtes Rohr
Rohr, das nach der Umformung (einschließlich der Maßumformung bei EW-Rohren) bei Umgebungstemperatur im Außendurchmesser oder Umfang über einen Längenabschnitt oder über seine Gesamtlänge dauerhaft aufgeweitet oder reduziert wurde

4) CEN, European Committee for Standardization, Management Center, Avenue Marnix 17, B-1000, Brussels, Belgium

5) NACE International, P.O. Box 201009, Houston, Texas 77216-1009, USA

4.6

Kaltfertigbearbeitung

Verfahren der Kaltumformung (üblicherweise Kaltziehen) mit einer bleibenden Dehnung $> 1,5 \%$

ANMERKUNG Der Betrag der bleibenden Dehnung unterscheidet dieses Verfahren grundsätzlich von der Kaltaufweitung und Kaltmaßumformung.

4.7

Kalteinformung

Verfahren, nach dem Band oder Blech ohne Erwärmung zu einem Rohr geformt wird

4.8

kontinuierliches Schweißen

CW

Verfahren, bei dem die Schweißnaht erzeugt wird, indem die Kanten von in einem Ofen erwärmtem Band mechanisch zusammengepresst werden, wobei Band aufeinander folgender, an den Enden zusammengeschweißter Coils kontinuierlich der Schweißanlage zugeführt wird

4.9

Kombiniertes Schweißverfahren Rohr

COW-Rohr

Rohr mit einer Längsnaht oder zwei Längsnähten oder mit einer Spiralnaht, das durch Kombination des Schutzgasschweißverfahrens mit dem Unterpulverschweißverfahren gefertigt wird, wobei die durch Schutzgasschweißen erzeugte Naht durch die Unterpulverschweißung nicht vollständig entfernt wird

4.10

COWH-Rohr

Rohr mit einer Spiralnaht, das durch Kombination des Schutzgasschweißverfahrens mit dem Unterpulverschweißverfahren gefertigt wird, wobei die durch Schutzgasschweißen erzeugte Naht durch die Unterpulverschweißung nicht vollständig entfernt wird

4.11

COWL-Rohr

Rohr mit einer Längsnaht oder zwei Längsnähten, das durch Kombination des Schutzgasschweißverfahrens mit dem Unterpulverschweißverfahren gefertigt wird, wobei die durch Schutzgasschweißen erzeugte Naht durch die Unterpulverschweißung nicht vollständig entfernt wird

4.12

COW-Naht

Längsnaht oder Spiralnaht, die durch Kombination des Schutzgasschweißverfahrens mit dem Unterpulverschweißverfahren erzeugt wird, wobei die durch Schutzgasschweißen erzeugte Naht durch die Unterpulverschweißung nicht vollständig entfernt wird

4.13

CW-Rohr

Rohr mit einer durch kontinuierliches Schweißen gefertigten Längsnaht

4.14

Tochtercoil

Teil des Stahls, der durch Teilen, Schneiden oder Scheren von dem Muttercoil entfernt wurde und für die Herstellung von einen oder mehreren Rohrstücken verwendet wird

4.15

Tochterblech

Teil des Stahls, der durch Teilen, Schneiden oder Scheren von dem Mutterblech entfernt wurde und für die Herstellung von einen oder mehreren Rohrstücken verwendet wird

4.16

Fehler

Unvollkommenheit einer Größe und/oder Häufigkeit, die die in diesem Dokument festgelegten Zulässigkeitskriterien nicht erfüllt

4.17

elektrisches Schweißen

Verfahren, bei dem die Schweißnaht durch elektrisches Widerstandsschweißen erzeugt wird, indem die zu verschweißenden Kanten mechanisch zusammengepresst werden und die für das Verschweißen benötigte Wärme durch induktive oder konduktive elektrische Widerstandserwärmung erzeugt wird

4.18

EW-Rohr

Rohr mit einer Längsnaht, die durch elektrisches Mittelfrequenz- oder Hochfrequenzschweißen gefertigt wurde

4.19

EW-Naht

durch elektrisches Schweißen erzeugte Naht

4.20

Metall-Aktivgasschweißen mit Füllelektrode

Schweißverfahren, mit dem Metalle durch Wärmeeintrag mittels eines Lichtbogens zwischen der kontinuierlichen Füllelektrode und dem Werkstück aufgeschmolzen und verschweißt werden, wobei der Lichtbogen und das geschmolzene Metall durch Schlackebildner innerhalb der rohrförmigen Elektrode geschützt werden

ANMERKUNG In einigen Fällen wird ein zusätzlicher Schutz durch die externe Zufuhr von Gas oder einem Gasgemisch erreicht.

4.21

Metall-Schutzgasschweißen

Schweißverfahren, mit dem Metalle durch Wärmeeintrag mittels eines Lichtbogens oder von Lichtbögen zwischen einer kontinuierlich zugeführten selbstverzehrenden Elektrode und dem Werkstück aufgeschmolzen und verschweißt werden, wobei der Lichtbogen und das geschmolzene Metall durch ein zugeführtes Gas oder eine Gasmischung geschützt werden

ANMERKUNG Anpressdruck wird nicht ausgeübt, und die Elektrode liefert den Schweißzusatzwerkstoff.

4.22

Schmelze

Metall aus der gleichen Erschmelzung

4.23

Hochfrequenz elektrisch geschweißte Rohre –HFW-Rohr

EW-Rohr, das mit einer Schweißstromfrequenz ≥ 70 kHz gefertigt wurde

4.24

wenn vereinbart

Anforderung nach Angabe oder strenger als festgelegt, soweit dies zwischen Hersteller und Besteller vereinbart und im Bestellauftrag festgelegt wurde

ANMERKUNG Gilt zum Beispiel für die Punkte unter 7.2 c).

4.25

Unvollkommenheit

Diskontinuität oder Ungänge in der Erzeugniswand oder auf der Erzeugnisoberfläche, die mit den Prüfverfahren nach diesem Dokument nachweisbar ist

4.26

Anzeige

Nachweis bei der zerstörungsfreien Prüfung

4.27

informative Elemente

Elemente die:

- a) Dokumente identifizieren, in ihren Inhalt einführen und Hintergründe, Entwicklungen und ihre Beziehungen zu anderen Dokumenten oder
- b) Zusätzliche Information geben um das Verständnis oder die Anwendung von Dokumenten zu erleichtern

ANMERKUNG Siehe ISO/IEC Direktive Teil 2.

4.28

Prüfung

Tätigkeiten wie Messen, Untersuchen, Durchführung von Prüfverfahren, Wägen, Prüfen mit Lehren zur Bestimmung einer oder mehrerer Eigenschaft(en) eines Erzeugnisses und Vergleich der Ergebnisse dieser Tätigkeiten mit den festgelegten Anforderungen zur Bestimmung der Konformität

ANMERKUNG In Anlehnung an ISO 404.

4.29

Messgerätejustierung

Einstellung eines Gerätes für die zerstörungsfreie Prüfung auf einen beliebigen Referenzwert

4.30

Rundnahtrohr

zwei oder drei beim Hersteller durch eine Kupplung oder durch eine Rundnaht verbundene Rohrlängen

4.31

Pfannenbehandlung

Ein Sekundärprozess nach der Stahlherstellung der vor dem Vergießen durchgeführt wird, um die Stahlqualität zu erhöhen zu dem unter anderem die Entgasung, Entschwefelung und verschiedenen Verfahren zur Entfernung der nichtmetallischen Einschlüsse und der Kontrolle der Einschlussgeometrie gehören können

4.32

Dopplung

innere Trennung im Metall, durch die Schichten gebildet werden, die im Allgemeinen parallel zur Rohroberfläche verlaufen

4.33

Laserschweißen

Verfahren, bei dem eine Laserstrahl-Schlüssellochtechnik angewendet wird, um die zu verschweißenden Kanten mit oder ohne Vorwärmung aufzuschmelzen und zu verschweißen, wobei die Schweißzone durch ein zugeführtes Gas oder eine Gasmischung geschützt wird

4.34

Niedrigfrequenz elektrisch geschweißte Rohre – LFW-Rohr

EW-Rohr das mit einer Schweißstromfrequenz < 70 kHz gefertigt wurde

4.35

LW-Rohr

Rohr mit einer durch Laserstrahlschweißen erzeugten Naht

4.36

Hersteller

Firma, Unternehmen oder Gesellschaft, die/das für die Fertigung und Kennzeichnung der Erzeugnisse nach diesem Dokument verantwortlich ist

ANMERKUNG 1 Hersteller ist das Rohrwerk, der Verarbeiter, der Hersteller von Kupplungen oder der Hersteller von Rohrgewinden.

ANMERKUNG 2 In Anlehnung an ISO 11961 [5].

4.37

Muttercoil

warmgewalztes Stahlcoil hergestellt aus einer wiedererwärmten Bramme welches zur Herstellung von einem oder mehreren Rohren benutzt wird

4.38

Mutterblech

warmgewalztes Stahlblech hergestellt aus einer wiedererwärmten Bramme welches zur Herstellung von einem oder mehreren Rohren benutzt wird

4.39

zerstörungsfreie Prüfung

ZfP

Rohrprüfung zur Ermittlung von Unvollkommenheiten unter Anwendung von Durchstrahlungs-, Ultraschall- und anderer Verfahren nach dieser Internationalen Norm, die den Werkstoff weder beeinträchtigt, noch Spannungen einbringt oder zum Bruch führt

4.40

normalisierende Umformung

Umformverfahren mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand führt, der dem nach einem Normalglühen gleichwertig ist, sodass die Sollwerte der mechanischen Eigenschaften auch nach einem zusätzlichen Normalglühen eingehalten werden

4.41

normalisierendes Walzen

Walzverfahren mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand führt, der dem nach einem Normalglühen gleichwertig ist, sodass die Sollwerte der mechanischen Eigenschaften auch nach einem zusätzlichen Normalglühen eingehalten werden

4.42

normative Elemente

Elemente die die Anwendung eines Dokumentes beschreiben und die die notwendigen Vorschriften zur Umsetzung der Norm festlegen

ANMERKUNG Siehe ISO/IEC-Direktive Teil 2.

4.43

Rohrkörper

für SMLS-Rohre das gesamte Rohr

4.44

Rohrkörper

für geschweißte Rohre das gesamte Rohr ohne Schweißnaht (bzw. Schweißnähte) und Wärmeeinflusszone(n)

4.45

Rohrsorte

Bezeichnung des Rohrfestigkeitsniveaus

ANMERKUNG Chemische Zusammensetzung und/oder Wärmebehandlung der Rohrsorte können differieren.

4.46

Rohrwerk

Firma, Unternehmen oder Gesellschaft, die/das Fertigungsanlagen für Rohre betreibt

ANMERKUNG In Anlehnung an ISO 11960 [6].

4.47

Verarbeiter

Firma, Unternehmen oder Gesellschaft, die Fertigungsanlagen für die Wärmebehandlung von Rohren aus einem Rohrwerk betreibt

ANMERKUNG In Anlehnung an ISO 11960 [6].

4.48

Stückanalyse

chemische Analyse des Rohres, Bleches oder Bandes

4.49

Besteller

Stelle, die sowohl für die Definition der Anforderung an eine Erzeugnisbestellung als auch für die Bezahlung des entsprechenden Auftrages zuständig ist

4.50

Vergüten

Wärmebehandlung bestehend aus Abschrecken und Anlassen

4.51

Probenabschnitt

Material entnommen von dem Erzeugnis zur Herstellung einer oder mehrerer Probenstücke

4.52

Unterpulverschweißen

SAW-Schweißen

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

ANMERKUNG Anpressdruck wird nicht ausgeübt und die Elektrode liefert teilweise oder vollständig den Schweißzusatzwerkstoff.

4.53

SAW-Rohr

Rohr mit einer Längsnaht oder zwei Längsnähten oder mit einer Spiralnaht, das nach dem Unterpulverschweißverfahren gefertigt wird

4.54

SAWH-Rohr

Rohr mit einer Spiralnaht, das nach dem Unterpulverschweißverfahren gefertigt wird

4.55

SAWL-Rohr

Rohr mit einer Längsnaht oder zwei Längsnähten, das nach dem Unterpulverschweißverfahren gefertigt wird

4.56

SAW-Naht

Längsnaht oder Spiralnaht, die durch Unterpulverschweißen erzeugt wird

4.57

Nahtloses Rohr SMLS-Rohr

Rohr ohne Schweißnaht, das nach einem Warmumformverfahren gefertigt wird, dem sich eine Kaltmaßumformung oder eine Kaltfertigumformung zur Erzielung der gewünschten Form, Maße und Eigenschaften anschließen kann

4.58

Betriebsbedingung

Einsatzbedingung, die durch den Besteller im Auftrag festgelegt wird

ANMERKUNG In dieser Internationalen Norm sind „Betrieb für saure Medien“ und „Offshore-Betrieb“ Betriebsbedingungen.

4.59

Lichtbogenschweißen mit umhüllter Elektrode (Lichtbogenhandschweißen)

Schweißverfahren, mit dem Metalle durch Wärmeeintrag mittels eines Lichtbogens unter Einsatz einer umhüllten abschmelzenden Elektrode aufgeschmolzen und verschweißt werden, wobei der Lichtbogen und das geschmolzene Metall durch die abschmelzende Elektrodenumhüllung geschützt werden

ANMERKUNG Anpressdruck wird nicht ausgeübt und die Elektrode liefert den Schweißzusatzwerkstoff.

4.60

Heftnaht

Diskontinuierliche oder kontinuierliche Schweißnaht, die der Verbindung/Ausrichtung der aufeinander treffenden Bandkanten dient, bis die endgültige Schweißnaht erzeugt ist

4.61

Probe

Teil eines Probenabschnittes mit festgelegten Abmessungen, bearbeitet oder unbearbeitet, im erforderlichen Zustand für einen Test

4.62

Prüfeinheit

beschriebene Anzahl von Rohren, die mit demselben Nennaußendurchmesser und derselben Nennwanddicke hergestellt aus Band/Blechen durch das gleiche Warmwalzen (wie bei geschweißten Rohren anwendbar) nach demselben Rohrfertigungsverfahren aus der gleichen Schmelze und unter gleichen Rohrfertigungsbedingungen gefertigt wurden

4.63

thermomechanisches Umformen

Umformverfahren zur Herstellung von Rohren mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand mit bestimmten Eigenschaften führt, der durch eine Wärmebehandlung allein nicht erreicht wird und nicht wiederholbar ist, wobei der Umformung eine Abkühlung, möglicherweise mit höherer Abkühlgeschwindigkeit, ohne oder mit Anlassen, einschließlich Selbstanlassen, folgt

Warnung — Nachfolgendes Erwärmen über 580 °C (1 075 °F) kann die Festigkeitswerte vermindern.

4.64

thermomechanisches Walzen

Walzverfahren für Band und Blech mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand mit bestimmten Eigenschaften führt, der durch eine Wärmebehandlung allein nicht erreicht wird und nicht wiederholbar ist, wobei der Umformung eine Abkühlung, möglicherweise mit höherer Abkühlgeschwindigkeit, ohne oder mit Anlassen, einschließlich Selbstanlassen, folgt

Warnung — Nachfolgendes Erwärmen über 580 °C (1 075 °F) kann die Festigkeitswerte vermindern.

4.65

Einbrandkerbe

durch Aufschmelzen erzeugte, unmittelbar an die Schweißnaht angrenzende Vertiefung, die nicht mit aufgetragenem Schweißzusatzwerkstoff gefüllt ist

4.66

soweit nicht anders festgelegt

Anforderung nach Angabe, wenn nicht eine strengere oder weniger strenge Anforderung zwischen Hersteller und Besteller vereinbart und im Bestellauftrag festgelegt wurde

ANMERKUNG Gilt zum Beispiel für die Punkte unter 7.2 b).

4.67

geschweißtes Rohr

CW-, COWH-, COWL-, HFW-, LFW-, LW-, SAWH- oder SAWL-Rohr

5 Symbole und Abkürzungen

5.1 Symbole

a	Länge der Band-/Blechverbindungsnaht
A_f	Bruchdehnung, in % (gerundet auf 1 %)
A_{gb}	Breite/Durchmesser des Biegedorns/der Biegerolle
A_i	innere Querschnittsfläche des Rohres, in mm ² (in ²)
A_P	Querschnittsfläche der Rohrwand, in mm ² (in ²)
A_R	Querschnittsfläche des Stempels, in mm ² (in ²)
A_{xc}	anwendbare Querschnittsfläche der Zugprobe, in mm ² (in ²)
b	Nennbreite der Anlagefläche
B	Abstand der Gesenkwände oder Abstand der Widerlager beim geführten Biegeversuch
C	Konstante in Abhängigkeit vom angewendeten Einheitensystem
CE_{IIW}	Kohlenstoffäquivalent nach der Gleichung des International Institute of Welding
CE_{Pcm}	Kohlenstoffäquivalent unter Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung nach Ito-Bessyo
d	berechneter Innendurchmesser des Rohres, in mm (in)
D	Nennaußendurchmesser des Rohres, in mm (in)
D_a	vom Hersteller angegebener Außendurchmesser nach der Maßumformung, in mm (in)
D_b	vom Hersteller angegebener Außendurchmesser vor der Maßumformung, in mm (in)
f	Frequenz, in Hz (1/s)
K_V	Kerbschlagarbeit für Charpy-V-Standardproben in Joule (ft lbf)
L	Rohrlänge in Metern (ft)
N_L	festgelegte Mindestlänge (Kupplungsmaß)
P	hydrostatischer Prüfdruck, in MPa (psi)
P_R	innerer Druck auf den Abdichtungsstempel, in MPa (psi)
Q	Nennendurchmesser der Aussparung (Kupplungen)

r	Radius
r_a	Radius des Biegedorns beim (geführten) Biegeversuch
r_b	Radius des Gesenks beim (geführten) Biegeversuch
r_o	Rohraußenradius
R_m	Zugfestigkeit
$R_{p0,2}$	Dehngrenze (für 0,2 % nicht proportionale Dehnung)
$R_{t0,5}$	Dehngrenze (für 0,5 % Gesamtdehnung)
s_r	Maßumformungsverhältnis
S	Umfangsspannung beim Innendruckversuch mit Wasser in MPa (psi)
t	Nennwanddicke des Rohres, in mm (in)
$t_{\min}$	zulässige Mindestwanddicke des Rohres, in mm (in)
U	festgelegte Mindestzugfestigkeit, in MPa (psi)
V_t	Ultraschallgeschwindigkeit in Querrichtung, in m/s (ft/s)
W	Nennaußendurchmesser (Kupplungen)
ε	Dehnung
λ	Wellenlänge in Metern (ft)
ρ_l	längenbezogene Masse in kg/m (lb/ft)
σ_h	Auslege-Umfangsspannung für die Rohrleitung in MPa (psi)

5.2 Abkürzungen

COWH	kombiniertes Schweißverfahren der Rohrfertigung für Spinalnähte
COWL	kombiniertes Schweißverfahren der Rohrfertigung für Längsnähte
CTOD	Rissspitzenaufweitung
CVN	Charpy V-Kerb
CW	kontinuierliches Schweißverfahren der Rohrfertigung
DWT	Fallgewicht [Abkürzung in dt. Fassung nicht verwendet]
EDI	elektronischer Datenaustausch
EW	elektrisches Widerstands- oder Induktionsschweißverfahren der Rohrfertigung
HAZ	Wärmeeinflusszone (WEZ)
HBW	Brinellhärte
HFW	elektrisches Hochfrequenzschweißverfahren der Rohrfertigung
HIC	wasserstoffinduzierte Rissbildung
HRC	Rockwellhärte, Skala C
HV	Vickershärte
IQI	Bildgüteindikator
LFW	elektrisches Niederfrequenzschweißverfahren der Rohrfertigung

LW	Laserschweißverfahren der Rohrfertigung
MT	Magnetpulverprüfung
NDT	Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)
PSL	Anforderungsstufe für das Erzeugnis
PT	Eindringprüfung
SAWH	Unterpulverschweißverfahren der Rohrfertigung für Spiralnähte
SAWL	Unterpulverschweißverfahren der Rohrfertigung für Längsnähte
SI	Internationales System der Einheiten
SSC	Sulfid-Spannungsrisssbildung
SWC	Stufenrisssbildung
TFL	Through the flowline
USC	USA-üblich(es Einheitensystem)
UT	Ultraschallprüfung

6 Rohrsorte, Stahlsorte und Lieferzustand

6.1 Rohrsorte und Stahlsorte

6.1.1 Für die Rohrsortenbezeichnung für PSL 1-Rohre gelten die Angaben in Tabelle 1. Sie ist mit dem jeweiligen Stahlkurznamen identisch. Sie besteht aus einem alpha- oder alphanumerischen Zeichen, mit denen die Festigkeitsstufe des Rohres identifiziert ist, und sie ist mit einer bestimmten chemischen Zusammensetzung des Stahles verknüpft.

ANMERKUNG Die Bezeichnungen für die Stahlsorten A und B geben keinen Hinweis auf die festgelegte Mindeststreckgrenze; der numerische Teil der anderen Stahlsortenbezeichnungen entspricht dagegen dem Mindestwert der Streckgrenze in SI-Einheiten oder dem nach oben gerundeten Mindestwert der Streckgrenze in 1000 psi für die USC-Einheiten. Der Suffix „P“ gibt an, dass für die Stahlsorte ein festgelegter Phosphorbereich gilt.

6.1.2 Für die Rohrsortenbezeichnung für PSL 2-Rohre gelten die Angaben in Tabelle 1. Sie besteht aus einem alpha- oder alphanumerischen Zeichen, mit dem die Festigkeitsstufe des Rohres identifiziert ist. Der Kurzname des Stahls (Bezeichnung der Stahlsorte) ist mit der chemischen Zusammensetzung des Stahles verknüpft und enthält zusätzlich ein Suffix aus einem einzelnen Buchstabe (R, N, Q oder M), der den Lieferzustand identifiziert (siehe Tabelle 3).

ANMERKUNG 1 Die Bezeichnung für die Stahlsorte B gibt keinen Hinweis auf die festgelegte Mindeststreckgrenze; der numerische Teil der anderen Stahlsortenbezeichnungen entspricht dagegen dem Mindestwert der Streckgrenze in SI- bzw. USC-Einheiten.

ANMERKUNG 2 Bei Betrieb mit sauren Medien siehe H.4.1.1.

ANMERKUNG 3 Bei Offshore-Betrieb siehe J.4.1.1.

ANMERKUNG 4 Für die Europäische Onshore Gasdurchleitung, siehe M.4.1.1.

6.1.3 Andere Stahlbezeichnungen (Werkstoffnummern), die in Europa zusätzlich zum Stahlkurznamen verwendet werden, sind zur Information in Tabelle L.1 aufgeführt.

6.2 Lieferzustand

6.2.1 Für alle Auftragspositionen ist die Wahl des Lieferzustands für PSL 1-Rohre dem Hersteller überlassen, wenn im Bestellauftrag nicht ein besonderer Lieferzustand festgelegt ist. Für den Lieferzustand

für PSL 1 und PSL 2 Rohre gelten die Festlegungen nach Tabelle 1 mit zusätzlichen Informationen für PSL 2-Rohre nach Tabelle 3.

6.2.2 Für PSL 2-Rohre gilt der durch den Stahlkurznamen festgelegte Lieferzustand der Bestellung.

Tabelle 1 — Rohrsorte, Stahlsorte und zulässige Lieferzustände

PSL	Lieferzustand	Rohrsorte/Stahlsorte ^{a,b}
PSL 1	gewalzt, normalisierend gewalzt, normalgeglüht oder normalisierend umgeformt	L 175 oder A25
		L 175P oder A25P
		L 210 oder A
PSL 1	gewalzt, normalisierend gewalzt, thermomechanisch gewalzt, thermomechanisch umgeformt, normalisierend umgeformt, normalgeglüht, normalgeglüht und angelassen oder, nach Vereinbarung, vergütet (nur für SMLS-Rohre)	L 245 oder B
PSL 1	gewalzt, normalisierend gewalzt, thermomechanisch gewalzt, thermomechanisch umgeformt, normalisierend umgeformt, normalgeglüht, normalgeglüht und angelassen oder vergütet	L 290 oder X42
		L 320 oder X46
		L 360 oder X52
		L 390 oder X56
		L 415 oder X60
		L 450 oder X65
		L 485 oder X70
PSL 2	gewalzt	L 245R oder BR
		L 290R oder X42R
PSL 2	normalisierend gewalzt, normalisierend umgeformt, normalgeglüht oder normalgeglüht und angelassen	L 245N oder BN
		L 290N oder X42N
		L 320N oder X46N
		L 360N oder X52N
		L 390N oder X56N
PSL 2	vergütet	L 415N oder X60N
		L 245Q oder BQ
		L 290Q oder X42Q
		L 320Q oder X46Q
		L 360Q oder X52Q
		L 390Q oder X56Q
		L 415Q oder X60Q
		L 450Q oder X65Q
		L 485Q oder X70Q
		L 555Q oder X80Q
		L 625Q oder X90Q ^c
		L 690Q oder X100Q ^c

Tabelle 1 (fortgesetzt)

PSL	Lieferzustand	Rohrsorte/Stahlsorte ^{a,b}
PSL 2	thermomechanisch gewalzt oder thermomechanisch umgeformt	L245M oder BM
		L290M oder X42M
		L320M oder X46M
		L360M oder X52M
		L390M oder X56M
		L415M oder X60M
		L450M oder X65M
		L485M oder X70M
		L555M oder X80M
PSL 2	thermomechanisch gewalzt	L625M oder X90M
		L690M oder X100M
		L830M oder X120M
^a Bei Zwischengüten erfolgt die Benennung der Stahlsorten nach dem folgenden Schema: (1) Der Buchstabe L wird gefolgt von der festgelegten unteren Streckgrenze in MPa und, für PSL 2 Rohre beschreibt der Buchstabe den Lieferzustand (R, N, Q oder M) (2) Der Buchstabe X wird gefolgt von zwei oder drei Zahlen die die festgelegte untere Streckgrenze in 1000 PSI abgerundet auf den nächsten ganzen Wert angeben, für PSL 2 Rohre beschreibt der anschließende Buchstabe den Lieferzustand (R, N, Q oder M).		
^b Der Anhang (R, N, Q oder M) der PSL 2-Sorten gehört zum Stahlkurznamen.		
^c Nur nahtlose Rohre		

7 Bestellangaben

7.1 Allgemeine Angaben

Im Bestellauftrag sind folgende Angaben zu machen:

- a) Bestellmenge (z. B. Gesamtmasse oder Gesamtlänge der Rohre);
- b) PSL (1 oder 2);
- c) Rohrart (siehe Tabelle 2);
- d) Hinweis auf diese Internationale Norm (ISO 3183) oder API 5L;
- e) Stahlkurzname (siehe 6.1, H.4.1.1, J.4.1.1 oder M.4.1.1 je nach Anwendbarkeit);
- f) Außendurchmesser und Wanddicke (siehe 9.11.1.2);
- g) Länge und Längenart (Herstelllänge oder Festlänge) (siehe 9.11.1.3, 9.11.3.3 und Table 12);
- h) Bestätigung der Anwendbarkeit der einzelnen Anhänge.

7.2 Zusätzliche Angaben

Im Bestellauftrag muss angegeben werden, welche der folgenden Festlegungen für die jeweilige Auftragsposition gelten.

- a) Anforderungen, über die — soweit anwendbar — verbindliche Vereinbarungen zu treffen sind:
- 1) Rohrbezeichnung für Zwischengüten (siehe Tabelle 1, Fußnote a);
 - 2) chemische Zusammensetzung für Zwischengüten (siehe 9.2.1 und 9.2.2);
 - 3) chemische Zusammensetzung für Rohre mit $t > 25,0$ mm (0.984 in) (siehe 9.2.3);
 - 4) Grenzwerte des Kohlenstoffäquivalents für PSL 2-Rohre aus den Stahlsorten L415N oder X60N (siehe Tabelle 5);
 - 5) Grenzwerte des Kohlenstoffäquivalents für PSL 2-Rohre aus den Stahlsorten L555Q oder X80Q, L625Q oder X90Q und L690Q oder X100Q (siehe Tabelle 5);
 - 6) Grenzwerte des Kohlenstoffäquivalents für PSL 2-SMLS-Rohre mit $t > 20,0$ mm (0.787 in) [siehe Tabelle 5, Fußnote a)];
 - 7) Durchmesser- und Unrundheitsgrenzabmaße für Rohre mit $D > 1\,422$ mm (56.000 in) (siehe Tabelle 10);
 - 8) Durchmesser- und Unrundheitsgrenzabmaße für die Rohrenden von SMLS-Rohren mit $t > 25,0$ mm (0.984 in) [siehe Tabelle 10, Fußnote b)];
 - 9) Norm, die für Rundschweißnähte gilt (siehe A.1.2).
- b) Anforderungen nach Angabe, soweit nichts anderes festgelegt wurde:
- 1) Bereich für das Maßumformungsverhältnis kalt aufgeweiteter Rohre (siehe 8.9.2);
 - 2) Gleichung für das Maßumformungsverhältnis (siehe 8.9.3);
 - 3) Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung für PSL 1-Rohre [siehe Tabelle 4, Fußnoten c), e) und f)];
 - 4) Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung für PSL 2-Rohre [siehe Tabelle 5, Fußnoten c), e), f), g), h), i), k) und l)];
 - 5) Streckgrenzenverhältnis für die Sorten L625Q oder X90Q, L690 oder X100 und L830 und X120 [siehe Tabelle 7, Fußnote g oder Tabelle J.2, Fußnote h und i)];
 - 6) Beurteilung und Bericht über die Charpy-Scherfläche (siehe 9.8.2.3);
 - 7) Grenzabmaße für Rohrherstelllängen [siehe 9.11.3.3 a)];
 - 8) Gewindeverbindungsart (siehe 9.12.2.4);
 - 9) Ausführung der Rohrenden (siehe 9.12.5.1 oder 9.12.5.2);
 - 10) Internationale Norm, die für die Charpy-Prüfung gilt (siehe 10.2.3.3, 10.2.4.3, D.2.3.4.2 und D2.3.4.3);
 - 11) Verfahren zur Stückanalyse (siehe 10.2.4.1);
 - 12) alternatives Verfahren zur Messung des Durchmessers für $D \geq 508$ mm (20.000 in) (siehe 10.2.8.1);

- 13) Versatz der Längsnähte an Bandverbindungsnahten (siehe A.2.4);
 - 14) Reparaturen an kalt aufgeweiteten Rohren (siehe C.4.2);
 - 15) andere BPKs (siehe E.4.3.1);.
- c) Anforderungen die nach Vereinbarung gelten:
- 1) Lieferzustand (siehe 6.2 und Tabelle 1);
 - 2) Lieferung von nahtlosen vergüteten PSL 1-Rohren der Sorte L245 oder B (siehe Tabelle 1);
 - 3) Lieferung von Zwischensorten [siehe Tabelle 2, Fußnote a)];
 - 4) Lieferung von SAWL-Rohren mit zwei Schweißnähten [siehe Tabelle 2, Fußnote c)];
 - 5) Alternative zur für PSL 1-Rohre festgelegten Wärmebehandlung (siehe 8.8.1);
 - 6) Lieferung von SAWH-Rohren mit Band-/Blechverbindungsnaht am Rohrende (siehe 8.10.3);
 - 7) Lieferung von Rundnahtrohren (siehe 8.11 und H.3.3.3);
 - 8) Prüftemperatur unter 0 °C (32 °F) für den Kerbschlagbiegeversuch (siehe 9.8.2.1, 9.8.2.2 und 9.8.3);
 - 9) Kerbschlagbiegeversuch am Rohrkörper von geschweißten PSL 2-Rohren mit $D < 508$ mm (20.000 in) für den Bereich von Scherrissen (siehe 9.8.2.2 und Tabelle 18);
 - 10) Kerbschlagbiegeversuch für die Längsschweißnaht von PSL 2-HFW-Rohren (siehe 9.8.3 und Tabelle 18);
 - 11) Fallgewichtsversuch am Rohrkörper von geschweißten PSL 2-Rohren mit $D \geq 508$ mm (20.000 in) (siehe 9.9.1 und Tabelle 18);
 - 12) Prüftemperatur unter 0 °C (32 °F) für den Fallgewichtsversuch (siehe 9.9.1);
 - 13) andere Anteile an Rundnahtrohren bestehend aus zwei oder drei Teilen [siehe 9.11.3.3.c), d) und e)];
 - 14) Kupplungen druckdicht aufschrauben (siehe 9.12.2.3 und 10.2.6.1);
 - 15) besondere Rohrendenanschrägung (siehe 9.12.5.3);
 - 16) Entfernung der äußeren Schweißnahtüberhöhung an den Rohrenden von SAW- oder COW-Rohren [siehe 9.13.2.2 e)];
 - 17) Angaben oder Prüfungen zur Schweißeignung von PSL 2-Rohren (siehe 9.15);
 - 18) Art der Prüfbescheinigung bei PSL 1-Rohren (siehe 10.1.2.1);
 - 19) Angaben zur Fertigung bei PSL 1-Rohren (siehe 10.1.2.2);
 - 20) alternative Prüfbescheinigung für PSL 2-Rohre (siehe 10.1.3.1);
 - 21) Verwendung von Querproben für den Zugversuch bei nicht kalt aufgeweiteten nahtlosen Rohren [siehe Tabelle 20, Fußnote c)];
 - 22) Anwendung des Ringaufweitversuchs für die Bestimmung der Streckgrenze in Querrichtung (siehe 10.2.3.2, Tabelle 19, Fußnote c und Tabelle 20, Fußnote d);
 - 23) Anwendung einer alternativen Untersuchung zur makrographischen Prüfung (siehe 10.2.5.2);

- 24) Härteprüfung bei der Fertigung von EW- und LW-Rohren (siehe 10.2.5.3);
- 25) besondere Bedingungen beim Innendruckversuch für Rohre mit Gewinde und Kupplungen (siehe 10.2.6.1);
- 26) abweichender Druck beim Innendruckversuch (siehe Tabelle 26);
- 27) Bestimmung des Prüfdrucks beim Innendruckversuch auf der Basis der zulässigen Mindestwanddicke (siehe 10.2.6.7);
- 28) Anwendung eines besonderen Verfahrens zur Bestimmung des Rohrdurchmessers (siehe 10.2.8.1);
- 29) Bestimmung des Durchmessers und der Unrundheit von aufgeweiteten Rohren mit $D \geq 219,1$ mm (8.625 in) und für nicht aufgeweitete Rohre auf der Basis von Innendurchmesser-Messungen [siehe 10.2.8.3 und Tabelle 10, Fußnote c)];
- 30) besonderes Verfahren zur Bestimmung anderer Rohrabmessungen (siehe 10.2.8.7);
- 31) Kennzeichnung von Kupplungen durch Aufschablonieren mit Farbe (siehe 11.1.2);
- 32) zusätzliche, durch den Besteller festgelegte Kennzeichnungen (siehe 11.1.4);
- 33) besondere Oberfläche oder Stelle für die Kennzeichnung von Rohren [siehe 11.2.2 b) und 11.2.6 b)];
- 34) Prägemarkieren oder Vibrationsätzen von Rohren (siehe 11.2.3);
- 35) alternative Stelle für die Rohrkennzeichnung (siehe 11.2.4);
- 36) alternative Form für die Kennzeichnung der Rohrlänge (siehe 11.2.6 a);
- 37) Farbidentifizierung von Rohren (siehe 11.2.7);
- 38) Kennzeichnung mit mehreren Sorten (siehe 11.4.1);
- 39) temporärer äußerer Schutz (siehe 12.1.2);
- 40) besonderer Überzug der Beschichtung (siehe 12.1.3);
- 41) Auskleidung (siehe 12.1.4);
- 42) Qualifizierung des Herstellverfahrens für PSL 2-Rohre nach Anhang B (siehe B.2);
- 43) Durchstrahlungsprüfung von SAW-Schweißnähten oder Band/Blechverbindungsnahten (siehe Tabelle E.1);
- 44) zerstörungsfreie Prüfung von PSL 1-SMLS-Rohren (siehe E.3.1.2);
- 45) ZfP-Prüfung der Schweißnaht elektrisch geschweißter Rohre nach dem Innendruckversuch [(E.3.1.3 b)];
- 46) Ultraschallprüfung geschweißter Rohre auf Dopplungen an den Rohrenden (siehe E.3.2.3);
- 47) Ultraschallprüfung nahtloser Rohre auf Dopplungen an den Rohrenden (siehe E.3.3.2);
- 48) Durchstrahlungsprüfung in Übereinstimmung mit Abschnitt E.4 (siehe K.5.3 a);
- 49) Verwendung sowohl von Bohrungen als auch von Nuten beim Ultraschall-Bezugsstandard (siehe Tabelle E.7);
- 50) alternative Technik der Nachprüfung für COW-Nähte (siehe E.5.5.5);

- 51) Ultraschallprüfung auf Dopplungen im Rohrkörper bei EW-, SAW- oder COW-Rohren (siehe E.8);
- 52) Ultraschallprüfung auf Dopplungen entlang der Band-/Blechkanten oder der Schweißnaht bei EW-, SAW- oder COW-Rohren (siehe E.9);
- 53) Lieferung geschweißter Kupplungen an Rohren mit $D \geq 355,6$ mm (14.000 in) (siehe F.1.3);
- 54) Anwendung des Anhangs G für PSL 2-Rohre. Der Besteller muss in der Bestellung die Prüftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch, die minimale Arbeit für jeden einzelnen Versuch und die minimale durchschnittliche Kerbschlagarbeit angeben (siehe G.2);
- 55) PSL 2-Rohre für saure Medien nach Anhang H (siehe H.2);
- 56) TFL-Rohre nach Anhang I (siehe I.2);
- 57) Rohre für den Offshore-Einsatz nach Anhang J (siehe J.2);
- 58) PSL 2-Rohre für die Erdgasdurchleitung im europäischen Onshore-Einsatz nach Anhang M (siehe M.2);
- 59) Weitere zusätzliche oder schärfere Anforderungen.

8 Herstellung

8.1 Herstellverfahren

Rohre nach dieser Internationalen Norm sind entsprechend den Anforderungen nach den Tabellen 2 und 3 zu fertigen.

Tabelle 2 — Zugelassene Herstellverfahren und Produktanforderungsstufen

Rohr- oder Rohrendenart	PSL 1 Stahlsorte ^a					PSL 2 Stahlsorte ^a		
	L175 oder A25 ^b	L175P oder A25P ^b	L210 oder A	L245 oder B	L290 oder X42 bis L485 oder X70	L245 oder B bis L555 oder X80	►L555 oder X80 bis L690 oder X100	►L690 oder X100 bis L830 oder X120
Rohrart								
SMLS	X	X	X	X	X	X	X	—
CW	X	X	—	—	—	—	—	—
LFW	X	—	X	X	X	—	—	—
HFW	X	—	X	X	X	X	—	—
LW	—	—	—	—	X	—	—	—
SAWL ^c	—	—	X	X	X	X	X	X
SAWH ^d	—	—	X	X	X	X	X	X
COWL ^c	—	—	X	X	X	X	—	—
COWH ^d	—	—	X	X	X	X	—	—
Rohrendenart								
Glockenförmiges Ende ^e	X	—	X	X	X	—	—	—
glattes Ende	X	—	X	X	X	X	X	X
glattes Ende für Sonderkupplungen	X	—	X	X	—	—	—	—
Ende mit Gewinde ^f	X	X	X	X	—	—	—	—
^a Zwischengüten sind nach Vereinbarung verfügbar, aber nur für Stahlsorten ab L290 oder X42. ^b Die Stahlsorten L175, L175R, A25 und A25R sind nur für Rohre mit $D \leq 141,3$ mm (5.563 in) verfügbar. ^c Rohre mit zwei Schweißnähten sind nach Vereinbarung für Rohre ab $D \geq 914$ mm (36.000 in) verfügbar. ^d Spiralnahtrohre sind ab $D \geq 114,3$ mm (4.500 in) verfügbar. ^e Rohre mit glockenförmigem Rohrende sind für $D \leq 219,1$ mm (8.625 in) und $t \leq 3,6$ mm (0.141 in) verfügbar. ^f Gewinderohre sind nur für SMLS- und längsnahtgeschweißte Rohre mit $D \leq 508$ mm (20.000 in) verfügbar.								

Tabelle 3 — Zugelassene Herstellverfahren für PSL 2-Rohre

Rohrart	Ausgangsmaterial	Rohrumformung	Wärmebehandlung	Lieferzustand
SMLS	Block, Vorblock oder Knüppel	Walzzustand	—	R
		Normalisierendes Walzen	—	N
		Warmeinformung	Normalglühen	N
			Vergüten	Q
		Warmeinformung und Kaltfertigumformung	Normalglühen	N
			Vergüten	Q
HFW	Normalisierend gewalztes Band	Kalteinformung	Wärmebehandlung ^a des Schweißnahtbereichs	N
	Thermomechanisch gewalztes Band	Kalteinformung	Wärmebehandlung ^a des Schweißnahtbereichs	M
			Wärmebehandlung ^a des Schweißnahtbereichs und Spannung-armglühen des gesamten Rohres	M
	Walzzustand oder thermomechanisch gewalztes Band	Kalteinformung	Normalglühen	N
			Vergüten	Q
		Kalteinformung und Warmstreckreduzieren bei kontrollierter Temperatur, sodass ein normgeglühter Zustand erreicht wird	—	N
		Kalteinformung mit nachfolgender thermomechanischer Umformung des Rohres	—	M
SAW oder COW Rohre	Normalgeglühtes oder normalisierend gewalztes Band oder Blech	Kalteinformung	—	N
	Im Walzzustand, thermomechanisch gewalzt, normalisierend gewalzt oder normalgeglüht	Kalteinformung	Normalglühen	N
	Thermomechanisch gewalztes Band oder Blech	Kalteinformung	—	M
	Vergütetes Blech	Kalteinformung	—	Q
	Im Walzzustand, thermomechanisch gewalztes, normalisierend gewalztes oder normalgeglühtes Band oder Blech	Kalteinformung	Vergüten	Q
	Im Walzzustand, thermomechanisch gewalztes, normalisierend gewalztes oder normalgeglühtes Band oder Blech	Normalisierende Einformung	—	N

^a Siehe 8.8 für anwendbare Wärmebehandlungen.

8.2 Verfahren, für die eine Bestätigung erforderlich ist

Werden während der Rohrfertigung abschließende Verfahrensschnitte angewendet, die auf in dieser Internationalen Norm geforderten Eigenschaften (mit Ausnahme der chemischen Zusammensetzung und der Maße) Auswirkungen haben können, müssen die entsprechenden Verfahren bestätigt sein.

Für folgende Prozesse ist eine Bestätigung erforderlich:

— nahtlose Rohre im Walzzustand:	abschließende Erwärmung und Warmmaßumformung oder Streckreduzierung; soweit anwendbar, Stauchen, Kaltfertigbearbeitung;
— nahtlose wärmebehandelte Rohre:	Wärmebehandlung;
— elektrisch geschweißte Rohre im Walzzustand:	Maßumformen und Nahtschweißen; soweit anwendbar Wärmebehandlung und Stauchen
— elektrisch geschweißte wärmebehandelte Rohre:	Nahtwärmebehandlung und Wärmebehandlung des gesamten Rohrs.
— Für SAW und COW-Rohre, nicht aufgeweitet:	Rohreinformung, Nahtschweißung, Schweißnahtreparatur; soweit anwendbar, Wärmebehandlung
— Für SAW und COW-Rohre, aufgeweitet:	Rohreinformung, Nahtschweißung, Schweißnahtreparatur, Aufweitung

8.3 Ausgangsmaterial

8.3.1 Die liefernden Stahl- und Walzwerke müssen ein dokumentiertes Qualitätsmanagementsystem besitzen.

ANMERKUNG Die Dokumentation eines Qualitätssystems verlangt nicht die Zertifizierung durch eine dritte Stelle. Nur das Vorhandensein oder die Übernahme eines niedergeschriebenen Qualitätsmanagements ist notwendig, um die Anforderungen dieser Norm zu erfüllen. Es bleibt im Ermessen des verantwortlichen Personals für das Qualitätsmanagementsystem, ein System aufzubauen oder zu übernehmen, welches die Erfordernisse für das entsprechende Unternehmen am besten wiedergeben. Es gibt eine ganze Anzahl von Qualitätsmanagementsystemen auf welches sich das Personal bei der Entwicklung eines geeigneten Qualitätssystems beziehen kann, einschließlich ISO/TS 29001 und API Spec Q1, welche spezifische Vorschriften für die Öl- und Gasindustrie beinhalten oder ISO 9001, welches allgemeine Anforderungen an auditable Qualitätsmanagementsysteme beinhaltet. Diese Liste ist nicht erschöpfend und dient lediglich der Information.

8.3.2 Die Blöcke, Vorblöcke, Knüppel, Bänder oder Bleche, die als Ausgangsmaterial für die Rohrfertigung verwendet werden, müssen aus Stahl bestehen, der nach einem der folgenden Verfahren erschmolzen wurde:

- dem Sauerstoffkonverterverfahren,
- dem Elektrolichtbogenverfahren oder
- dem Siemens-Martin-Verfahren nur in Kombination mit einer Pfannenbehandlung.

8.3.3 Für PSL 2-Rohre ist beruhigter Stahl, der unter Anwendung einer Feinkornstechnologie erschmolzen wurde, zu verwenden.

8.3.4 Das für die Fertigung von PSL 2-Rohren zu verwendende Band oder Blech darf keine Reparatur-schweißungen enthalten.

8.3.5 Rohre mit Spiralnaht sind unter Verwendung von Band zu fertigen, dessen Breite mindestens das 0,8 fache und maximal das 3,0 fache des Rohraußendurchmessers beträgt.

8.3.6 Schmiermittel, welche die die Schweißnaht vorbereitende Anstrahlung oder die angrenzenden Bereiche verunreinigen, müssen vor dem Längsnahtschweißen von SAWL- und COWL-Rohren und vor dem Spiralnahtschweißen von SAWH- oder COWH-Rohren entfernt werden.

8.3.7 Für geschweißte Rohre im Lieferzustand M sind die kritischen Einflussgrößen (z. B. Wiedererwärmen, Walz- und Kühltemperaturen, -zeiten und Toleranzen) beim Band/Blechwalzen zu bestimmen und zu überwachen, so dass die mechanischen Eigenschaften über das ganze Rohr gleichmäßig sind und zwar unter Beachtung von:

- Band/Blecheigenschaften und deren Änderungen;
- Empfindlichkeit der Eigenschaften aufgrund des Walzvorgangs;
- Angemessener Abstand zur abgeschnittenen Band/Blechkante;
- Veränderung der Zugversuchseigenschaften durch die Einförmung.

Die erlaubten Bereiche der kritischen Einflussgrößen für das Band-/Blechwalzen sind zu dokumentieren.

8.3.8 Für geschweißte Rohre im Lieferzustand M ist die Fähigkeit des Band-/Blechwalzens zum Erreichen der geplanten Ergebnisse in Übereinstimmung mit 8.3.7 folgendermaßen nachzuweisen:

- Repräsentative Untersuchungen am Band/Blech und am Rohr durch den Hersteller oder historische Daten der Eigenschaften und Verfahrensbedingungen vom Band/Blech und/oder Rohr die zeigen, dass innerhalb bestimmter Bereiche, nachgewiesen durch niedergeschriebene Grenzwerte des Walzens, die verlangten Rohreigenschaften erreicht werden.
- Für höhere Sorten als L360M oder X52M hat (oder hatte bereits früher) der Rohrhersteller ein technisches Erstaudit vor Ort im Band-/ Blechwalzwerk durchzuführen. Ebenso sind regelmäßige Bestätigungen (nicht notwendigerweise vor Ort) durchzuführen, ob das Band-/Blechwalzwerk die geplanten Ergebnisse weiterhin erreicht. Die Validierungswerte des Band/Blechwalzens sind als Teil eines Audits zu überprüfen.

8.3.9 Abweichungen beim Warmwalzen von den durch den Hersteller niedergeschriebenen Grenzen müssen qualifiziert werden und die Qualifizierung ist zu dokumentieren. Entweder erfolgt diese am warmgewalzten Werkstoff durch mechanische Versuche mit definierten Grenzen und/oder durch Zuordnung des Rohres als neue Prüfeinheit.

8.4 Heftschweißung

8.4.1 Für Heftschweißungen sind folgende Verfahren festgelegt:

- a) halbautomatisches Unterpulverschweißen;
- b) Elektrisches Schweißen;
- c) Metallschutzgasschweißen;
- d) Metallschutzgasschweißen mit Fülldraht;
- e) Lichtbogenschweißen unter Verwendung einer wasserstoffarmen Elektrode oder
- f) Laserschweißen.

8.4.2 Heftschweißnähte müssen

- a) in der Fertignäht aufgeschmolzen und mit ihr verbunden sein;
- b) spanend entfernt werden oder
- c) nach C.2 behandelt werden.

8.5 Schweißnähte bei COW-Rohre

Bei Schweißnähten in COW-Rohren ist die erste Lage unter Anwendung des Metallschutzgasschweißens auszuführen. Anschließend erfolgt das Unterpulverschweißen mit mindestens einer Innenlage und mindestens einer Außenlage, wobei die durch das Metallschutzgasschweißen erzeugte Naht durch die nachfolgenden durch Unterpulverschweißen aufgetragten Lagen nicht vollständig entfernt wird.

8.6 Schweißnähte bei SAW-Rohre

Schweißnähte in SAW-Rohren sind mit mindestens einer unterpulvergeschweißten Innenlage und mindestens einer unterpulvergeschweißten Außenlage auszuführen.

8.7 Schweißnähte bei Rohren mit zwei Schweißnähten

Die Schweißnähte in Rohren mit zwei Schweißnähten müssen um ungefähr 180° gegeneinander versetzt sein.

8.8 Behandlung der Schweißnähte bei EW- und LW-Rohren

8.8.1 PSL 1 EW-Rohre

Bei Stahlsorten höher als L290 oder X42 müssen die Schweißnaht und die Wärmeeinflusszone in einer Normalglühbehandlung simulierenden Weise wärmebehandelt werden — mit der Ausnahme, dass nach Vereinbarung alternative Wärmebehandlungen ersatzweise angewendet werden dürfen. Bei Anwendung eines derartigen Verfahrens muss der Hersteller dessen Wirksamkeit unter Einsatz eines vereinbarten Verfahrens nachweisen. Ein derartiges Verfahren kann aus einer Härteprüfung, der Beurteilung des Mikrogefüges oder einer mechanischen Prüfung bestehen, muss aber nicht notwendigerweise darauf beschränkt sein.

Bei Rohren aus den Stahlsorten bis L290 oder X42 ist die Schweißnaht so wärmezubehandeln wie in einer simulierenden Normalglühbehandlung, oder die Rohre sind auf eine Weise zu behandeln, dass kein nicht angelassener Martensit zurückbleibt.

8.8.2 LW-Rohre und PSL 2 HFW- Rohre

Bei Rohren aus allen Stahlsorten sind die Schweißnaht und die Wärmeeinflusszone so zu behandeln, dass eine Normalglühbehandlung simuliert wird.

8.9 Kaltmaßumformung und Kaltaufweitung

8.9.1 Mit der nach 8.9.2 möglichen Ausnahme darf das Maßumformungsverhältnis für kalt maßumgeformte Rohre höchstens 0,015 betragen, wenn die Rohre

- a) nicht anschließend normalgeglüht oder vergütet werden oder
- b) der gesamte kalt maßumgeformte Rohrbereich nicht spannungsarm geglüht wird.

8.9.2 Soweit nichts anderes festgelegt wurde, muss das Maßumformungsverhältnis kalt aufgeweiteter Rohre mindestens 0,003 und darf höchstens 0,015 betragen.

8.9.3 Soweit nichts anderes festgelegt wurde, ist das Maßumformungsverhältnis s_r nach Gleichung (1) zu berechnen:

$$s_r = \frac{|D_a - D_b|}{D_b} \quad (1)$$

Dabei ist

- D_a der vom Hersteller angegebene Außendurchmesser nach der Maßumformung, in mm (in);
- D_b der vom Hersteller angegebene Außendurchmesser vor der Maßumformung, in mm (in);
- $|D_a - D_b|$ der Absolutwert der Außendurchmesserdifferenz, in mm.

8.10 Band-/Blechverbindungsnahte

8.10.1 Band-/Blechverbindungsnahte sind für fertige Längsnahtrohre nicht zugelassen.

8.10.2 In fertigen Spiralnahtrohren müssen die Kreuzungspunkte von Band-/Blechverbindungen und der Spiralnaht mindestens 300 mm (12.0 in) von den Rohrenden entfernt sein.

8.10.3 Nach Vereinbarung dürfen Band-/Blechverbindungsnahte an den Rohrenden von Spiralnahtrohren dann auftreten, wenn der Abstand zwischen der Spiralnaht und der Band-/Blechverbindungsnaht am betreffenden Rohrende über den Umfang mindestens 150 mm (6.0 in) beträgt.

8.10.4 Band-/Blechverbindungsnahte in fertigen Spiralnahtrohren müssen

- nach dem Unterpulverschweißverfahren oder einem aus Unterpulverschweißen und Metallschutzgasschweißen kombinierten Verfahren gefertigt sein;
- auf gleiche Weise geprüft sein, wie es für die Spiralnaht festgelegt ist.

8.11 Rundnahtrohre

8.11.1 Rundnahtrohre dürfen nach Vereinbarung geliefert werden.

8.11.2 Für die Fertigung von Rundnahtrohren gelten die Festlegungen in Anhang A.

8.11.3 Rohre für die Fertigung von Rundnahtrohren müssen mindestens 1,5 m (5.0 ft) lang sein.

8.11.4 Rohrteile die zur Herstellung von Rundnahtrohren benutzt werden, müssen die Prüfung einschließlich Innendruckversuch mit Wasser bestanden haben. Es kann stattdessen auch das fertige Rundnahtrohr durch den Innendruckversuch mit Wasser geprüft werden.

8.12 Wärmebehandlung

Die Wärmebehandlung ist nach dokumentierten Verfahren durchzuführen.

8.13 Rückverfolgbarkeit

8.13.1 Bei PSL 1-Rohren muss der Hersteller über dokumentierte Verfahren verfügen und diese anwenden, zur

- Sicherstellung der Schmelzenidentität, bis alle entsprechenden Prüfungen der chemischen Zusammensetzung durchgeführt sind und Übereinstimmung mit den festgelegten Anforderungen nachgewiesen ist;
- Sicherstellung der Identität nach Prüfeinheiten, bis alle entsprechenden mechanischen Prüfungen durchgeführt sind und Übereinstimmung mit den Anforderungen nachgewiesen ist.

8.13.2 Bei PSL 2-Rohren muss der Hersteller über dokumentierte Verfahren verfügen und diese anwenden, um die Schmelzenidentität und die Identität nach Prüfeinheiten für alle Rohre sicherzustellen. Solche Verfahren müssen es gestatten, jede Rohrlänge der richtigen Prüfeinheit und den jeweiligen Ergebnissen der chemischen Analyse und der mechanischen Prüfungen zuzuordnen.

9 Zulässigkeitskriterien

9.1 Allgemeines

9.1.1 Für die allgemeinen technischen Lieferbedingungen gelten die Festlegungen in ISO 404.

9.1.2 Rohre, die unter Einsatz der Stahlsorten L415 oder X60 oder höher gefertigt wurden, dürfen ohne Zustimmung des Bestellers nicht durch Rohre ersetzt werden, die in der Sorte L360 oder X52 oder einer niedrigeren Sorte bestellt werden.

9.2 Chemische Zusammensetzung

9.2.1 Für PSL 1-Rohre mit $t \leq 25,0$ mm (0.984 in) gilt für Standardstahlsorten die chemische Zusammensetzung nach Tabelle 4; für Zwischengüten gilt die vereinbarte chemische Zusammensetzung, die aber mit Tabelle 4 vereinbar sein muss.

ANMERKUNG Die Stahlsorte L175P oder A25P ist durch Rückphosphorung besser für die Gewindefertigung geeignet. Sie könnte aber schwieriger zu biegen sein.

9.2.2 Für PSL 2-Rohre mit $t \leq 25,0$ mm (0.984 in) gilt für Standardstahlsorten die chemische Zusammensetzung nach Tabelle 5; für Zwischengüten gilt die vereinbarte chemische Zusammensetzung, die aber mit Tabelle 5 vereinbar sein muss.

9.2.3 Für PSL 1 und PSL 2-Rohre mit $t > 25,0$ mm (0.984 in) muss die chemische Zusammensetzung vereinbart werden, indem die Anforderungen nach Tabelle 4 und 5 entsprechend modifiziert werden.

9.2.4 Für PSL 2-Rohre mit einem Kohlenstoffanteil $\leq 0,12$ % in der Stückanalyse ist das Kohlenstoff-äquivalent CE_{Pcm} nach Gleichung (2) zu bestimmen:

$$CE_{Pcm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (2)$$

Die Symbole für die chemischen Elemente geben dabei den Massenanteil in Prozent an (siehe Tabelle 5).

Bei Boranteilen in der Schmelzenanalyse $< 0,0005$ % muss bei der Stückanalyse Bor nicht bestimmt werden, und der Boranteil darf bei der CE_{Pcm} -Berechnung mit dem Wert Null berücksichtigt werden.

9.2.5 Für PSL 2-Rohre mit einem Kohlenstoffanteil $> 0,12$ % in der Stückanalyse ist das Kohlenstoff-äquivalent CE_{IIW} nach Gleichung (3) zu bestimmen:

$$CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + Mo + V)}{5} + \frac{(Ni + Cu)}{15} \quad (3)$$

Die Symbole für die chemischen Elemente geben dabei den Massenanteil in Prozent an (siehe Tabelle 5).

ANMERKUNG Eine Abweichung von den ISO-Regeln für die Präsentation von Gleichungen wurde für die Gleichungen (2) und (3) aufgrund ihrer langjährigen Anwendung in der Industrie zugelassen.

Tabelle 4 — Chemische Zusammensetzung von PSL 1-Rohren mit $t \leq 25,0$ mm (0.984 in)

Stahlsorte (Kurzname)	Massenanteile für Schmelzen- und Stückanalyse ^{a, g}							
	%							
	C max. ^b	Mn max. ^b	P min. max.		S max.	V max.	Nb max.	Ti max.
Nahtlose Rohre								
L175 oder A25	0,21	0,60	—	0,030	0,030	—	—	—
L175P oder A25P	0,21	0,60	0,045	0,080	0,030	—	—	—
L210 oder A	0,22	0,90	—	0,030	0,030	—	—	—
L245 oder B	0,28	1,20	—	0,030	0,030	c,d	c,d	d
L290 oder X42	0,28	1,30	—	0,030	0,030	d	d	d
L320 oder X46	0,28	1,40	—	0,030	0,030	d	d	d
L360 oder X52	0,28	1,40	—	0,030	0,030	d	d	d
L390 oder X56	0,28	1,40	—	0,030	0,030	d	d	d
L415 oder X60	0,28 ^e	1,40 ^e	—	0,030	0,030	f	f	f
L450 oder X65	0,28 ^e	1,40 ^e	—	0,030	0,030	f	f	f
L485 oder X70	0,28 ^e	1,40 ^e	—	0,030	0,030	f	f	f
Geschweißte Rohre								
L175 oder A25	0,21	0,60	—	0,030	0,030	—	—	—
L175P oder A25P	0,21	0,60	0,045	0,080	0,030	—	—	—
L210 oder A	0,22	0,90	—	0,030	0,030	—	—	—
L245 oder B	0,26	1,20	—	0,030	0,030	c,d	c,d	d
L290 oder X42	0,26	1,30	—	0,030	0,030	d	d	d
L320 oder X46	0,26	1,40	—	0,030	0,030	d	d	d
L360 oder X52	0,26	1,40	—	0,030	0,030	d	d	d
L390 oder X56	0,26	1,40	—	0,030	0,030	d	d	d
L415 oder X60	0,26 ^e	1,40 ^e	—	0,030	0,030	f	f	f
L450 oder X65	0,26 ^e	1,45 ^e	—	0,030	0,030	f	f	f
L485 oder X70	0,26 ^e	1,65 ^e	—	0,030	0,030	f	f	f
^a Cu ≤ 0,50 %, Ni ≤ 0,50 %; Cr ≤ 0,50 % und Mo ≤ 0.15% ^b Bei jeder Verminderung um 0,01 % unter den festgelegten Höchstwert für C ist eine Erhöhung um 0,05 % Mn zulässig, bis zu einem Höchstwert von: 1,65 % für die Sorten ≥ L245 oder B, aber ≤ L360 oder X52; 1,75 % für Sorten > L360 oder X52, aber < L485 oder X70; und 2,00 % für Sorte L485 oder X70. ^c Soweit nichts anderes vereinbart, Nb + V ≤ 0,06 %. ^d Nb + V + Ti ≤ 0,15 %. ^e Soweit nichts anderes vereinbart. ^f Soweit nichts anderes vereinbart, Nb + V + Ti ≤ 0,15 %. ^g Es sind keine absichtlichen Zugaben von B erlaubt und der Rest-B-Anteil muss ≤ 0,001 % sein.								

Tabelle 5 — Chemische Zusammensetzung von PSL 2-Rohren mit $t \leq 25,0$ mm (0.984 in)

Stahlsorte (Kurzname)	Massenanteile für Schmelzen und Stückanalyse									Kohlenstoff- äquivalent ^a	
	% max.									% max.	
	C ^b	Si	Mn ^b	P	S	V	Nb	Ti	Sonst.	CE _{IW}	CE _{Pcm}
Nahtlose und geschweißte Rohre											
L245R oder BR	0,24	0,40	1,20	0,025	0,015	c	c	0,04	e,l	0,43	0,25
L290R oder X42R	0,24	0,40	1,20	0,025	0,015	0,06	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L245N oder BN	0,24	0,40	1,20	0,025	0,015	c	c	0,04	e,l	0,43	0,25
L290N oder X42N	0,24	0,40	1,20	0,025	0,015	0,06	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L320N oder X46N	0,24	0,40	1,40	0,025	0,015	0,07	0,05	0,04	d,e,l	0,43	0,25
L360N oder X52N	0,24	0,45	1,40	0,025	0,015	0,10	0,05	0,04	d,e,l	0,43	0,25
L390N oder X56N	0,24	0,45	1,40	0,025	0,015	0,10 ^f	0,05	0,04	d,e,l	0,43	0,25
L415N oder X60N	0,24 ^f	0,45 ^f	1,40 ^f	0,025	0,015	0,10 ^f	0,05 ^f	0,04 ^f	g,h,l	wie vereinbart	
L245Q oder BQ	0,18	0,45	1,40	0,025	0,015	0,05	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L290Q oder X42Q	0,18	0,45	1,40	0,025	0,015	0,05	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L320Q oder X46Q	0,18	0,45	1,40	0,025	0,015	0,05	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L360Q oder X52Q	0,18	0,45	1,50	0,025	0,015	0,05	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L390Q oder X56Q	0,18	0,45	1,50	0,025	0,015	0,07	0,05	0,04	d,e,l	0,43	0,25
L415Q oder X60Q	0,18 ^f	0,45 ^f	1,70 ^f	0,025	0,015	g	g	g	h,l	0,43	0,25
L450Q oder X65Q	0,18 ^f	0,45 ^f	1,70 ^f	0,025	0,015	g	g	g	h,l	0,43	0,25
L485Q oder X70Q	0,18 ^f	0,45 ^f	1,80 ^f	0,025	0,015	g	g	g	h,l	0,43	0,25
L555Q oder X80Q	0,18 ^f	0,45 ^f	1,90 ^f	0,025	0,015	g	g	g	i,j	wie vereinbart	
L625Q oder X90Q	0,16 ^f	0,45 ^f	1,90	0,020	0,010	g	g	g	j,k	wie vereinbart	
L690Q oder X100Q	0,16 ^f	0,45 ^f	1,90	0,020	0,010	g	g	g	j,k	wie vereinbart	
Geschweißte Rohre											
L245M oder BM	0,22	0,45	1,20	0,025	0,015	0,05	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L290M oder X42M	0,22	0,45	1,30	0,025	0,015	0,05	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L320M oder X46M	0,22	0,45	1,30	0,025	0,015	0,05	0,05	0,04	e,l	0,43	0,25
L360M oder X52M	0,22	0,45	1,40	0,025	0,015	d	d	d	e,l	0,43	0,25
L390M oder X56M	0,22	0,45	1,40	0,025	0,015	d	d	d	e,l	0,43	0,25
L415M oder X60M	0,12 ^f	0,45 ^f	1,60 ^f	0,025	0,015	g	g	g	h,l	0,43	0,25
L450M oder X65M	0,12 ^f	0,45 ^f	1,60 ^f	0,025	0,015	g	g	g	h,l	0,43	0,25
L485M oder X70M	0,12 ^f	0,45 ^f	1,70 ^f	0,025	0,015	g	g	g	h,l	0,43	0,25
L555M oder X80M	0,12 ^f	0,45 ^f	1,85 ^f	0,025	0,015	g	g	g	i,l	0,43 ^f	0,25
L625M oder X90M	0,10	0,55 ^f	2,10 ^f	0,020	0,010	g	g	g	i,l	—	0,25
L690M oder X100M	0,10	0,55 ^f	2,10 ^f	0,020	0,010	g	g	g	i,j		0,25
L830M oder X120M	0,10	0,55 ^f	2,10 ^f	0,020	0,010	g	g	g	i,j		0,25

Tabelle 5 — Chemische Zusammensetzung von PSL 2-Rohren mit $t \leq 25,0$ mm (0.984 in) (fortgesetzt)

a	Nach der Stückanalyse. Für nahtlose Rohre mit $t > 20,0$ mm (0.787 in) gelten vereinbarte Werte für das Kohlenstoffäquivalent. Die CE_{IIW} -Werte gelten für $C > 0,12$ %, die CE_{Pcm} -Werte für $C \leq 0,12$ % Massenanteil.
b	Bei jeder Verminderung um 0,01 Prozentpunkte unter den festgelegten Höchstwert für C ist eine Erhöhung um 0,05 Prozentpunkte Mn über den entsprechenden Höchstwert zulässig, bis zu einem Höchstwert von 1,65 % für Sorten $\geq$ L245 oder B, aber $\leq$ L360 oder X52; 1,75 % für Sorten $>$ L360 oder X52, aber $<$ L485 oder X70; 2,00 % für Sorte $\geq$ L485 oder X70, aber $\leq$ L555 oder X80; und 2,20 % für Sorten $>$ L555 oder X80.
c	Soweit nichts anderes vereinbart, $Nb + V \leq 0,06$ %.
d	$Nb + V + Ti \leq 0,15$ %.
e	Soweit nichts anderes vereinbart $Cu \leq 0,50$ %, $Ni \leq 0,30$ %, $Cr \leq 0,30\%$ und $Mo \leq 0,15$ %.
f	Soweit nichts anderes vereinbart.
g	Soweit nichts anderes vereinbart, $Nb + V + Ti \leq 0,15$ %.
h	Soweit nichts anderes vereinbart $Cu \leq 0,50$ %, $Ni \leq 0,50$ %, $Cr \leq 0,50\%$ und $Mo \leq 0,50$ %.
i	Soweit nichts anderes vereinbart $Cu \leq 0,50$ %, $Ni \leq 1,00$ %, $Cr \leq 0,50\%$ und $Mo \leq 0,50$ %.
j	$B \leq 0,004$ %
k	Soweit nichts anderes vereinbart $Cu \leq 0,50$ %, $Ni \leq 1,00$ %, $Cr \leq 0,55\%$ und $Mo \leq 0,80$ %.
l	Für alle PSL 2-Rohrsorten, außer denen auf die die Fußnote j bereits anwendbar ist, gilt. Es sind, falls nicht anders vereinbart, keine absichtlichen Zugaben von B erlaubt und der Rest-B-Anteil muss $\leq 0,001$ % sein.

9.3 Im Zugversuch zu ermittelnde Eigenschaften

9.3.1 Für PSL 1-Rohre gelten für die im Zugversuch zu ermittelnden Eigenschaften die Festlegungen in Tabelle 6.

9.3.2 Für PSL 2-Rohre gelten für die im Zugversuch zu ermittelnden Eigenschaften die Festlegungen in Tabelle 7.

Tabelle 6 — Anforderungen an die im Zugversuch zu ermittelnden Eigenschaften für PSL 1-Rohre

Rohrsorte	Rohrkörper nahtloser und geschweißter Rohre			Schweißnaht von EW, LW, SAW und COW Rohren
	Streckgrenze ^a $R_{t0,5}$ MPa (psi) min.	Zugfestigkeit ^a R_m MPa (psi) min.	Dehnung (50 mm oder 2 in) A_f % min.	Zugfestigkeit ^b R_m MPa (psi) min.
L175 oder A25	175 (25 400)	310 (45 000)	c	310 (45 000)
L175P oder A25P	175 (25 400)	310 (45 000)	c	310 (45 000)
L210 oder A	210 (30 500)	335 (48 600)	c	335 (48 600)
L245 oder B	245 (35 500)	415 (60 200)	c	415 (60 200)
L290 oder X42	290 (42 100)	415 (60 200)	c	415 (60 200)
L320 oder X46	320 (46 400)	435 (63 100)	c	435 (63 100)
L360 oder X52	360 (52 200)	460 (66 700)	c	460 (66 700)
L390 oder X56	390 (56 600)	490 (71 100)	c	490 (71 100)
L415 oder X60	415 (60 200)	520 (75 400)	c	520 (75 400)
L450 oder X65	450 (65 300)	535 (77 600)	c	535 (77 600)
L485 oder X70	485 (70 300)	570 (82 700)	c	570 (82 700)

^a Bei Zwischengüten muss die Differenz zwischen der Mindestzugfestigkeit und der Mindeststreckgrenze für den Rohrkörper genauso groß sein wie bei der in der Tabelle angegebenen nächsthöheren Stahlsorte.

^b Bei Zwischengüten gilt für die Mindestzugfestigkeit der Schweißnaht derselbe Wert wie jener, der für den Rohrkörper nach Fußnote a bestimmt wurde.

^c Der Mindestwert der Dehnung, A_f , ausgedrückt in Prozent und auf das nächste Prozent gerundet, wird durch folgende Gleichung bestimmt:

$$A_f = C \frac{A_{xc}^{0,2}}{U^{0,9}}$$

Dabei ist

C der Wert 1 940 bei Berechnung in SI-Einheiten und der Wert 625 000 bei Berechnung in USC-Einheiten;

A_{xc} der anwendbare Querschnitt der Zugprobe, in mm² (in²), wie folgt:

- für Proben mit kreisförmigem Querschnitt: 130 mm² (0.20 in²) für Proben mit 12,7 mm (0.500 in) und 8,9 mm (0.350 in) Durchmesser; 65 mm² (0.10 in²) für Proben mit 6,4 mm (0.250 in) Durchmesser;
- für Rohrproben mit Vollwand: der kleinere Wert von a) 485 mm² (0.75 in²) und b) dem Probenquerschnitt, abgeleitet aus dem Nennaußendurchmesser und der Nennwanddicke, auf 10 mm² (0.01 in²) gerundet;
- für Flachproben aus Band: der kleinere Wert von a) 485 mm² (0.75 in²) und b) dem Probenquerschnitt, abgeleitet aus der Nennbreite der Probe und der Nennwanddicke des Rohres, auf 10 mm² (0.01 in²) gerundet;

U die festgelegte Mindestzugfestigkeit, in MPa (psi).

Tabelle 7 — Anforderungen an die im Zugversuch zu ermittelnden Eigenschaften für PSL 2-Rohre

Rohrsorte	Rohrkörper nahtloser und geschweißter Rohre						Schweißnaht von HFW, SAW und COW Rohren
	Streckgrenze ^a		Zugfestigkeit ^a		Streck- grenzen- verhältnis ^{a, c} $R_{t0,5}/R_m$	Dehnung (50 mm oder 2 in) A_f %	Zugfestigkeit ^d R_m MPa (psi) min.
	$R_{t0,5}$ MPa (psi) min.	max.	R_m MPa (psi) min.	max.	max.	min.	min.
L245R oder BR L245N oder BN L245Q oder BQ L245M oder BM	245 (35 500)	450 ^e (65 300) ^e	415 (60 200)	655 (95 000)	0,93	f	415 (60 200)
L290R oder X42R L290N oder X42N L290Q oder X42Q L290M oder X42M	290 (42 100)	495 (71 800)	415 (60 200)	655 (95 000)	0,93	f	415 (60 200)
L320N oder X46N L320Q oder X46Q L320M oder X46M	320 (46 400)	525 (76 100)	435 (63 100)	655 (95 000)	0,93	f	435 (63 100)
L360N oder X52N L360Q oder X52Q L360M oder X52M	360 (52 200)	530 (76 900)	460 (66 700)	760 (110 200)	0,93	f	460 (66 700)
L390N oder X56N L390Q oder X56Q L390M oder X56M	390 (56 600)	545 (79 000)	490 (71 100)	760 (110 200)	0,93	f	490 (71 100)
L415N oder X60N L415Q oder X60Q L415M oder X60M	415 (60 200)	565 (81 900)	520 (75 400)	760 (110 200)	0,93	f	520 (75 400)
L450Q oder X65Q L450M oder X65M	450 (65 300)	600 (87 000)	535 (77 600)	760 (110 200)	0,93	f	535 (77 600)
L485Q oder X70Q L485M oder X70M	485 (70 300)	635 (92 100)	570 (82 700)	760 (110 200)	0,93	f	570 (82 700)
L555Q oder X80Q L555M oder X80M	555 (80 500)	705 (102 300)	625 (90 600)	825 (119 700)	0,93	f	625 (90 600)
L625M oder X90M	625 (90 600)	775 (112 400)	695 (100 800)	915 (132 700)	0,95	f	695 (100 800)
L625Q oder X90Q	625 (90 600)	775 (112 400)	695 (100 800)	915 (132 700)	0,97 ^g	f	—
L690M oder X100M	690 ^b (100 100) ^b	840 ^b (121 800) ^b	760 (110 200)	990 (143 600)	0,97 ^h	f	760 (110 200)
L690Q oder X100Q	690 ^b (100 100) ^b	840 ^b (121 800) ^b	760 (110 200)	990 (143 600)	0,97 ^h	f	—
L830M oder X120M	830 ^b (120 400) ^b	1 050 ^b (152 300) ^b	915 (132 700)	1 145 (166 100)	0,99 ^h	f	915 (132 700)

Tabelle 7 — Anforderungen an die im Zugversuch zu ermittelnden Eigenschaften für PSL 2-Rohre (fortgesetzt)

a	Bei Zwischengüten muss die Differenz zwischen dem für die Streckgrenze festgelegten Höchstwert und Mindestwert genauso groß sein wie bei der in der Tabelle angegebenen nächst höheren Stahlsorte. Die Differenz zwischen dem für die Zugfestigkeit und der Streckgrenze festgelegten Mindestwert muss genauso groß sein wie bei der nächsthöheren Sorte. Bei Zwischengüten bis zur Sorte L320 oder X46 beträgt die Zugfestigkeit ≤ 655 MPa (95 000 psi). Bei Zwischengüten größer als L320 oder X46 und kleiner als L555 oder X80 beträgt die Zugfestigkeit ≤ 760 MPa (110 200 psi). Bei Zwischengüten oberhalb der Sorte L555 oder X80 ist der zulässige Höchstwert durch Interpolation zu ermitteln. Die berechnete Werte sind auf 5 MPa (100 psi) zu runden.
b	Für die Stahlsorten $> L625$ oder X90 gilt $R_{p0,2}$.
c	Dieser Grenzwert gilt für Rohre mit $D > 323,9$ mm (12.750 in).
d	Bei Zwischengüten gilt für die Mindestzugfestigkeit der Schweißnaht derselbe Wert wie jener, der für den Rohrkörper nach Fußnote a bestimmt wurde.
e	Für Rohre die Versuche in Längsrichtung erfordern ist ein Höchstwert der Streckgrenze ≤ 495 MPa (71 800 psi) festgelegt.
f	Der Mindestwert der Dehnung, A_f , ausgedrückt in Prozent und auf das nächste Prozent gerundet, wird durch folgende Gleichung bestimmt:
	$A_f = C \frac{A_{xc}^{0,2}}{U^{0,9}}$ Dabei ist C der Wert 1 940 bei Berechnung in SI-Einheiten und der Wert 625 000 bei Berechnung in USC-Einheiten; A_{xc} der anwendbare Querschnitt der Zugprobe, in mm² (in²), wie folgt: — für Proben mit kreisförmigem Querschnitt: 130 mm² (0.20 in²) für Proben mit 12,7 mm (0.500 in) und 8,9 mm (0.350 in) Durchmesser; 65 mm² (0.10 in²) für Proben mit 6,4 mm (0.250 in) Durchmesser; — für Rohrproben mit Vollwand: der kleinere Wert von a) 485 mm² (0.75 in²) und b) dem Probenquerschnitt, abgeleitet aus dem Nennaußendurchmesser und der Nennwanddicke, auf 10 mm² (0.01 in²) gerundet; — für Flachproben aus Band: der kleinere Wert von a) 485 mm² (0.75 in²) und b) dem Probenquerschnitt, abgeleitet aus der Nennbreite der Probe und der Nennwanddicke des Rohres, auf 10 mm² (0.01 in²) gerundet; U die festgelegte Mindestzugfestigkeit, in MPa (psi).
g	Nach Vereinbarung können niedrigere Streckgrenzenverhältnisse $R_{t0,5}/R_m$ festgelegt werden.
h	Für Sorten $> L625$ oder X90, ist das Streckgrenzenverhältnis $R_{p0,2}/R_m$ anzuwenden, Geringere Werte $R_{p0,2}/R_m$ können vereinbart werden.

9.4 Innendruckversuch mit Wasser

9.4.1 Mit der nach 9.4.2 zugelassenen Ausnahme müssen die Rohre einen Innendruckversuch mit Wasser durchlaufen, ohne dass Undichtheiten der Schweißnaht oder am Rohrkörper auftreten.

9.4.2 Rundnahtrohre brauchen nicht mittels Innendruckversuch geprüft werden, wenn die für ihre Fertigung verwendeten Teilrohre vor dem Verschweißen erfolgreich mittels Innendruckversuch geprüft wurden.

9.5 Biegeversuch

Die Proben dürfen an keiner Stelle Risse oder eine Öffnung der Schweißnaht aufweisen.

ANMERKUNG Als Schweißnahtbereich wird bei allen Biegeversuchen der Bereich beidseitig der Schmelzlinie der Schweißnaht mit einer Breite von 6,4 mm (0.25 in) betrachtet.

9.6 Ringfaltversuch

Für den Ringfaltversuch gelten folgende Zulässigkeitskriterien:

- a) EW-Rohre aus den Rohrsorten $\geq L210$ oder A und LW-Rohre mit $D < 323,9$ mm (12.750 in)
- 1) Bei den Rohrsorten $\geq (L415$ oder X60) mit $t \geq 12,7$ mm (0.500 in) darf keine Öffnung der Schweißnaht auftreten, bevor der Abstand der Druckplatten weniger als 66 % des ursprünglichen Außendurchmessers beträgt. Bei allen anderen Kombinationen von Rohrsorten und Wanddicken darf keine Öffnung der Schweißnaht auftreten, bevor der Abstand der Druckplatten weniger als 50 % des ursprünglichen Außendurchmessers beträgt.

- 2) Bei Rohren mit $D/t > 10$ dürfen — außer in der Schweißnaht — keine Risse oder Brüche auftreten, bevor der Abstand der Druckplatten weniger als 33 % des ursprünglichen Außendurchmessers beträgt.
 - 3) Es dürfen keine Anzeichen von Lamellen oder verbranntem Material während des gesamten Versuchs auftreten, bevor sich die gegenüberliegenden Wände des Rohres berühren.
- b) EW- und CW-Rohre aus den Rohrarten L175, L175P, A25 oder A25P
- 1) Eine Öffnung der Schweißnaht darf nicht auftreten, bevor der Abstand der Druckplatten weniger als 75 % des ursprünglichen Außendurchmessers beträgt.
 - 2) Risse oder Brüche dürfen — außer in der Schweißnaht — nicht auftreten, bevor der Abstand der Druckplatten weniger als 60 % des ursprünglichen Außendurchmessers beträgt.

ANMERKUNG 1 Als Schweißnahtbereich wird der Bereich beidseitig der Schmelzlinie der Schweißnaht mit einer Breite von 6,4 mm (0.25 in) für $D < 60,3$ mm (2.375 in) bzw. von 13 mm (0.5 in) für $D \geq 60,3$ mm (2.375 in) betrachtet.

ANMERKUNG 2 Bei EW-Rohren, die vor dem Durchlaufen einer Warm-Streckreduzieranlage im Kaltversuch geprüft werden, ist der ursprüngliche Durchmesser der vom Hersteller angegebene Durchmesser; in allen anderen Fällen ist der ursprüngliche Außendurchmesser der Nennaußendurchmesser.

ANMERKUNG 3 Der Begriff „Öffnung der Schweißnaht“ schließt Risse oder Brüche ein, die während des Ringfaltversuches sichtbar werden, aber sie schließen nicht kleinere beginnende Risse an den Kanten der Probe ein.

9.7 Geführter Biegeversuch

9.7.1 Mit der nach 9.7.2 zugelassenen Ausnahme dürfen die Proben

- a) nicht vollständig brechen;
- b) keine Risse oder Bruchstellen im Schweißwerkstoff — unabhängig von ihrer Tiefe — aufweisen, die länger als 3,2 mm (0.125 in) sind;
- c) keine Risse oder Bruchstellen im Grundwerkstoff, der WEZ oder der Schmelzlinie der Schweißnaht aufweisen, die länger als 3,2 mm (0.125 in) oder tiefer als 12,5 % der Nennwanddicke sind.

9.7.2 Risse, die während der Prüfung an den Probenkanten entstehen, begründen keine Zurückweisung — vorausgesetzt sie sind nicht länger als 6,4 mm (0.250 in).

9.8 Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch für PSL 2-Rohre

9.8.1 Allgemeines

9.8.1.1 Bei Verwendung von Untermaßproben gilt der festgelegte Mindestdurchschnittswert der Kerbschlagarbeit (für einen Satz von drei Proben) multipliziert mit dem aus dem Quotienten der Probenbreite der Untermaßprobe und der Nennbreite der Standardprobe ermittelten Faktor. Der berechnete Wert ist auf 1 J (ft-lbf) zu runden.

9.8.1.2 Für alle Einzelproben muss mindestens ein Wert ≥ 75 % des festgelegten Mindestdurchschnittswertes (für den Satz von drei Proben) ermittelt werden.

9.8.1.3 Prüfungen bei den niedrigeren als den angegebenen Temperaturen sind zulässig, wenn bei diesen niedrigeren Temperaturen den Anforderungen an Kerbschlagarbeit und Scherbruchanteil entsprochen wird.

9.8.2 Prüfungen am Rohrkörper

9.8.2.1 Der Mindestdurchschnittswert der Kerbschlagarbeit (für einen Satz von drei Proben) muss den Anforderungen in Tabelle 8 für Standardproben und eine Prüftemperatur von 0 °C (32 °F) oder eine vereinbarte niedrigere Prüftemperatur entsprechen.

ANMERKUNG Mit den Werten in Tabelle 8 ist hinreichende Beständigkeit gegen Risseinleitung für die meisten Anwendungsfälle im Leitungsbau gegeben.

9.8.2.2 Bei geschweißten Rohren mit $D < 508$ mm (20.000 in) muss, falls vereinbart, der Minstdurchschnittswert für den Scherbruchanteil (Satz von drei Proben) bei jeder Prüfung bei einer Prüftemperatur von 0 °C (32 °F) oder einer vereinbarten niedrigeren Temperatur 85 % betragen.

ANMERKUNG Bei einem derartigen Scherbruchanteil ist ein hinreichend duktiler Bruch bei oder oberhalb der Prüftemperatur sichergestellt.

9.8.2.3 Gilt 9.8.2.2 für die Auftragsposition nicht, ist der Scherbruchanteil zu Informationszwecken für alle Rohrarten und Rohrgrößen, die mittels CVN getestet wurden, zu bestimmen und anzugeben, soweit nichts anderes festgelegt wurde.

Tabelle 8 — Anforderungen an die Kerbschlagarbeit für den Rohrkörper von PSL 2-Rohren

Nennaußendurchmesser D mm (in)	Kerbschlagarbeit für Standardproben, min. K_v J (ft lbf)						
	Sorte						
	$\leq$ L415 oder X60	$>$ L415 oder X60 bis $\leq$ L450 oder X65	$>$ L450 oder X65 bis $\leq$ L485 oder X70	$>$ L485 oder X70 bis $\leq$ L555 oder X80	$>$ L555 oder X80 bis $\leq$ L625 oder X90	$>$ L625 oder X90 bis $\leq$ L690 oder X100	$>$ L690 oder X100 bis $\leq$ L830 oder X120
$508 (20.000) \leq D$	27 (20)	27 (20)	27 (20)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)
$508 (20.000) < D \leq 762 (30.000)$	27 (20)	27 (20)	27 (20)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)
$762 (30.000) < D \leq 914 (36.000)$	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	54 (40)	54 (40)
$914 (36.000) < D \leq 1\,219 (48.000)$	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	54 (40)	68 (50)
$1\,219 (48.000) < D \leq 1\,422 (56.000)$	40 (30)	54 (40)	54 (40)	54 (40)	54 (40)	68 (50)	81 (60)
$1\,422 (56.000) < D \leq 2\,134 (84.000)$	40 (30)	54 (40)	68 (50)	68 (50)	81 (60)	95 (70)	108 (80)

9.8.3 Prüfungen an der Rohrschweißnaht und die WEZ

Der Minstdurchschnittswert der Kerbschlagarbeit (für einen Satz von drei Proben) für alle Rohrschweißnähte und die WEZ, ermittelt aus Standardproben bei einer Prüftemperatur von 0 °C (32 °F) oder einer vereinbarten niedrigeren Prüftemperatur, muss

- a) 27 J (20 ft·lbf) für Rohre mit $D < 1\,422$ mm (56.000 in) aus den Rohrarten $\leq$ L555 oder X80;
- b) 40 J (30 ft·lbf) für Rohre mit $D \geq 1\,422$ mm (56.000 in);
- c) 40 J (30 ft·lbf) für die Rohrarten $>$ L555 oder X80

betragen.

9.9 Fallgewichtsversuch für geschweißte PSL 2-Rohre

9.9.1 Bei jeder Prüfung (für einen Satz von zwei Proben) muss der durchschnittliche Scherbruchanteil ≥ 85 % bei einer Prüftemperatur von 0 °C (32 °F) oder einer vereinbarten niedrigeren Prüftemperatur betragen. Für Wanddicken $\geq 25,4$ mm (1.000 in) müssen die Anforderungen für den Fallgewichtsversuch vereinbart werden.

ANMERKUNG 1 Bei einem derartigen Scherbruchanteil ist ein hinreichend duktiler Bruch bei oder oberhalb der Prüftemperatur sichergestellt.

ANMERKUNG 2 Ein hinreichender Scherbruchanteil in Kombination mit einer hinreichenden Kerbschlagarbeit ist eine wesentliche Eigenschaft des Rohrkörpers zur Vermeidung von Sprödbbruch und für die Kontrolle langlaufender Scherrisse in Gasrohrleitungen (siehe Anhang G und Tabelle 20).

9.9.2 Prüfungen bei den niedrigeren als den angegebenen Temperaturen sind zulässig, wenn bei diesen niedrigeren Temperaturen den Anforderungen an Kerbschlagarbeit und Scherbruchanteil entsprochen wird.

9.10 Oberflächenbeschaffenheit, Unvollkommenheiten und Fehler

9.10.1 Allgemeines

9.10.1.1 Die Rohre müssen im fertigen Zustand frei von Fehlern sein.

9.10.1.2 Die Rohre müssen frei von Rissen und Lecks sein.

9.10.1.3 Für die Zulässigkeitskriterien im Hinblick auf Unvollkommenheiten, die bei der zerstörungsfreien Prüfung gefunden werden, gelten die Festlegungen in Anlage E.

9.10.2 Einbrandkerben

Einbrandkerben in SAW- und COW-Rohren sind auf folgende Weise zu untersuchen, einzuordnen und zu behandeln:

- a) Einbrandkerben mit einer Tiefe $\leq 0,4$ mm (0.016 in) sind unabhängig von ihrer Länge zugelassen und nach Abschnitt C.1 zu behandeln.
- b) Einbrandkerben mit einer Länge $> 0,4$ mm (0.016 in) aber $\leq 0,8$ mm (0.031 in) sind zulässig, vorausgesetzt, sie werden entsprechend Abschnitt C.2 behandelt und vorausgesetzt, dass
 - 1) ihre individuelle Länge $\leq 0,5 t$, beträgt;
 - 2) ihre individuelle Tiefe $\leq 0,1 t$, beträgt;
 - 3) nicht mehr als zwei derartiger Einbrandkerben über eine Länge der Schweißnaht von 300 mm (12.0 in) auftreten.
- c) Einbrandkerben, deren Maße die in b) festgelegten Grenzwerte überschreiten, sind nach C.3 zu behandeln.

ANMERKUNG Einbrandkerben können am besten durch Sichtprüfung ermittelt werden.

9.10.3 Verbrennungen durch Lichtbogen

9.10.3.1 Verbrennungen durch Lichtbogen sind als Fehler einzuordnen.

ANMERKUNG 1 Verbrennungen durch Lichtbogen sind lokale Punkte, an denen die Oberfläche durch unkontrollierte Lichtbögen zwischen der Elektrode oder dem Untergrund und dem Rohr aufgeschmolzen ist.

ANMERKUNG 2 Kontaktmarken, die intermittierend im an die Nahtlinie angrenzenden Bereich von EW-Rohren infolge elektrischen Kontakts zwischen den Strom liefernden Elektroden und der Rohroberfläche auftreten, werden nach 9.10.7 behandelt.

9.10.3.2 Verbrennungen durch Lichtbogen sind nach Abschnitt C.2, C.3 b) oder C.3 c) zu behandeln, mit der Ausnahme, dass Schleifen und spanabhebende Verfahren zugelassen sind, wenn die bleibende Vertiefung grundsätzlich gereinigt und auf vollständige Entfernung des geschädigten Materials durch Ätzen mit einer 10 %igen Lösung von Ammoniumpersulfat oder einer 5 %igen Nitallösung geprüft wurde.

9.10.4 Dopplungen

Dopplungen oder Einschlüsse auf der Stirnfläche oder der Stirnflächenanschrägung, die eine visuell bestimmte Länge in Umfangsrichtung von $> 6,4$ mm (0.250 in) haben, sind als Fehler einzuordnen. Rohre, die derartige Fehler enthalten, sind zurückzuweisen, oder ihre Enden sind abzutrennen, bis keine derartigen Dopplungen oder Einschlüsse an den Rohrenden vorhanden sind.

9.10.5 Geometrische Abweichungen

9.10.5.1 Für andere geometrische Abweichungen als Einbeulungen von der normalen zylindrischen Kontur des Rohres (z. B. Flachstellen und Überhöhungen), die als Ergebnis des Rohrumformprozesses oder des Fertigungsprozesses auftreten und deren Tiefe einen Wert von 3,2 mm (0.125 in) — gemessen als Abstand zwischen dem extremen Punkt der Abweichung und der Verlängerung der normalen Rohrkontur — übertrifft, sind als Fehler einzuordnen und nach C.3 b) oder C.3 c) zu behandeln.

9.10.5.2 Bei Einbeulungen, deren Länge in beliebiger Richtung $\leq 0,5 D$ beträgt, darf deren Tiefe — gemessen als Abstand zwischen dem extremen Punkt der Einbeulungen und der normalen Rohrkontur — folgende Werte nicht überschreiten:

- a) 3,2 mm (0.125 in) für kaltgeformte Einbeulungen mit scharfer Einkehlung;
- b) 6,4 mm (0.250 in) für andere Einbeulungen.

Einbeulungen, bei denen die festgelegten Grenzwerte überschritten sind, müssen als Fehler eingeordnet und nach C.3 b) oder C.3 c) behandelt werden.

9.10.6 Harte Stellen

Harte Stellen mit einer Ausdehnung von mehr als 50 mm (2.0 in) in beliebiger Richtung sind als Fehler einzuordnen, wenn ihre Härte bei Einzelmessungen einen Wert von 35 HRC, 345 HV10 oder 327 HBW überschreitet. Rohre, die derartige Fehler enthalten sind nach C.3 b) oder C.3 c) zu behandeln.

9.10.7 Sonstige Oberflächenunvollkommenheiten

Sonstige Oberflächenunvollkommenheiten sind mittels Sichtprüfung zu untersuchen, einzuordnen und in der folgenden Weise zu behandeln.

- a) Unvollkommenheiten mit einer Tiefe $\leq 0,125 t$, bei denen die zulässige Mindestwanddicke nicht unterschritten ist, sind als zulässig einzuordnen und nach Abschnitt C.1 zu behandeln.
- b) Unvollkommenheiten mit einer Tiefe $> 0,125 t$ bei denen die zulässigen Mindestwanddicke nicht unterschritten ist, sind als Fehler einzuordnen. Sie müssen durch Schleifen nach Abschnitt C.2 entfernt oder nach Abschnitt C.3 behandelt werden.
- c) Unvollkommenheiten, bei denen die zulässige Mindestwanddicke unterschritten ist, sind als Fehler einzuordnen und nach Abschnitt C.3 zu behandeln.

ANMERKUNG Unter „Unvollkommenheiten, bei denen die zulässige Mindestwanddicke unterschritten ist“ wird verstanden, dass die Wanddicke unterhalb der Oberflächenunvollkommenheit geringer ist als der zulässige Mindestwert.

9.11 Maße, längenbezogene Masse sowie Grenzabmaße und Formtoleranzen

9.11.1 Maße

9.11.1.1 Die Rohre müssen mit den vom Hersteller im Bestellauftrag festgelegten Maßen und den anwendbaren Toleranzen geliefert werden.

9.11.1.2 Für den Nennaußendurchmesser und die Nennwanddicke gelten die in Tabelle 9 festgelegten Grenzwerte.

9.11.1.3 Die Rohre sind in Herstelllängen oder Festlängen entsprechend dem Bestellauftrag zu liefern.

Tabelle 9 — Zulässige Werte für Nennaußendurchmesser und Nennwanddicke

Nennaußendurchmesser D mm (in)	Nennwanddicke t mm (in)	
	Sondermaße, glattwandig ^a	Normalmaße
$10,3 (0.405) \leq D \leq 13,7 (0.540)$	—	$\geq 1,7 (0.068) \text{ bis } \leq 2,4 (0.094)$
$13,7 (0.540) < D \leq 17,1 (0.675)$	—	$\geq 2,2 (0.088) \text{ bis } \leq 3,0 (0.118)$
$17,1 (0.675) < D \leq 21,3 (0.840)$	—	$\geq 2,3 (0.091) \text{ bis } \leq 3,2 (0.125)$
$21,3 (0.840) < D \leq 26,7 (1.050)$	—	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 7,5 (0.294)$
$26,7 (1.050) < D \leq 33,4 (1.315)$	—	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 7,8 (0.308)$
$33,4 (1.315) < D \leq 48,3 (1.900)$	—	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 10,0 (0.394)$
$48,3 (1.900) < D \leq 60,3 (2.375)$	—	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 12,5 (0.492)$
$60,3 (2.375) < D \leq 73,0 (2.875)$	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 3,6 (0.141)$	$> 3,6 (0.141) \text{ bis } \leq 14,2 (0.559)$
$73,0 (2.875) < D \leq 88,9 (3.500)$	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 3,6 (0.141)$	$> 3,6 (0.141) \text{ bis } \leq 20,0 (0.787)$
$88,9 (3.500) < D \leq 101,6 (4.000)$	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 4,0 (0.156)$	$> 4,0 (0.156) \text{ bis } \leq 22,0 (0.866)$
$101,6 (4.000) < D \leq 168,3 (6.625)$	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 4,0 (0.156)$	$> 4,0 (0.156) \text{ bis } \leq 25,0 (0.984)$
$168,3 (6.625) < D \leq 219,1 (8.625)$	$\geq 2,1 (0.083) \text{ bis } \leq 4,0 (0.156)$	$> 4,0 (0.156) \text{ bis } \leq 40,0 (1.575)$
$219,1 (8.625) < D \leq 273,1 (10.750)$	$\geq 3,2 (0.125) \text{ bis } \leq 4,0 (0.156)$	$> 4,0 (0.156) \text{ bis } \leq 40,0 (1.575)$
$273,1 (10.750) < D \leq 323,9 (12.750)$	$\geq 3,6 (0.141) \text{ bis } \leq 5,2 (0.203)$	$> 5,2 (0.203) \text{ bis } \leq 45,0 (1.771)$
$323,9 (12.750) < D \leq 355,6 (14.000)$	$\geq 4,0 (0.156) \text{ bis } \leq 5,6 (0.219)$	$> 5,6 (0.219) \text{ bis } \leq 45,0 (1.771)$
$355,6 (14.000) < D \leq 457 (18.000)$	$\geq 4,5 (0.177) \text{ bis } \leq 7,1 (0.281)$	$> 7,1 (0.281) \text{ bis } \leq 45,0 (1.771)$
$457 (18.000) < D \leq 559 (22.000)$	$\geq 4,8 (0.188) \text{ bis } \leq 7,1 (0.281)$	$> 7,1 (0.281) \text{ bis } \leq 45,0 (1.771)$
$559 (22.000) < D \leq 711 (28.000)$	$\geq 5,6 (0.219) \text{ bis } \leq 7,1 (0.281)$	$> 7,1 (0.281) \text{ bis } \leq 45,0 (1.771)$
$711 (28.000) < D \leq 864 (34.000)$	$\geq 5,6 (0.219) \text{ bis } \leq 7,1 (0.281)$	$> 7,1 (0.281) \text{ bis } \leq 52,0 (2.050)$
$864 (34.000) < D \leq 965 (38.000)$	—	$\geq 5,6 (0.219) \text{ bis } \leq 52,0 (2.050)$
$965 (38.000) < D \leq 1\,422 (56.000)$	—	$\geq 6,4 (0.250) \text{ bis } \leq 52,0 (2.050)$
$1\,422 (56.000) < D \leq 1\,829 (72.000)$	—	$\geq 9,5 (0.375) \text{ bis } \leq 52,0 (2.050)$
$1\,829 (72.000) < D \leq 2\,134 (84.000)$	—	$\geq 10,3 (0.406) \text{ bis } \leq 52,0 (2.050)$
ANMERKUNG Standardwerte für Nennaußendurchmesser und Nennwanddicke sind in ISO 4200 [7] und ASME B36.10M [8] angegeben.		
^a Rohre, bei denen Nennaußendurchmesser und Nennwanddicke kombiniert sind, sind definiert als glattwandige Rohre mit Sondermaßen. Andere Kombinationen in dieser Tabelle sind definiert als glattwandige Normalrohre. Rohre, bei denen der Nennaußendurchmesser mit einer Nennwanddicke, die einem Zwischenwert der tabellierten Werte entspricht, kombiniert ist, werden als glattwandige Rohre mit Sondermaßen eingestuft, wenn der nächst niedrigere tabellierte Wert für Rohre mit glattwandigen Sondermaßen gilt; Rohre mit anderen Zwischenmaßen werden als glattwandige Normalrohre eingestuft.		

9.11.2 Längenbezogene Masse

Die längenbezogene Masse ρ_l in kg/m (lb/ft) ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\rho_l = t(D - t) \times C \quad (4)$$

Dabei ist

- D der Nennaußendurchmesser, in mm (in);
- t die Nennwanddicke, in mm (in);
- C der Wert von 0,024 66 für Berechnungen in SI-Einheiten bzw. von 10.69 für Berechnungen in USC-Einheiten.

Für geschraubte und gekuppelte Rohre sind die Masse wie oben beschrieben zu bestimmen und sie muss mit der berechneten Masse oder mit der angepassten berechneten Masse innerhalb der in 9.14 angegebenen Toleranzen übereinstimmen.

ANMERKUNG Die Nennmasse eines Rohres ist das Produkt aus seiner Länge und seiner längenbezogenen Masse.

9.11.3 Grenzabmaße und Formtoleranzen für Durchmesser, Wanddicke, Länge und Geradheit

9.11.3.1 Mit der in C.2.3 angegebenen Ausnahme gelten für den mittleren Durchmesser und die Unrundheit die in Tabelle 10 angegebenen Grenzabmaße (siehe 10.2.8.2).

Tabelle 10 — Grenzabmaße und Formtoleranzen für den mittleren Durchmesser und die Unrundheit

Nennaußen- durchmesser D mm (in)	Grenzabmaße des mittleren Durchmessers ^d mm (in)				Grenzabmaße der Unrundheit mm (in)	
	Rohre mit Ausnahme der Enden ^a		Rohrenden ^{a,b,c}		Rohre mit Ausnahme der Enden ^a	Rohrenden ^{a,b,c}
	SMLS-Rohre	Geschweißte Rohre	SMLS-Rohre	Geschweißte Rohre		
60,3 (2.375) < D	− 0,8 (0.031) bis + 0,4 (0.016)				1,2 (0.048)	0,9 (0.036)
60,3 (2.375) ≤ D ≤ 168,3 (6.625)	± 0,007 5 D		− 0,4 (0.016) bis + 1,6 (0.063)		0,020 D für $\frac{D}{t} \leq 75$; nach Vereinbarung für $\frac{D}{t} > 75$	0,015 D für $\frac{D}{t} \leq 75$; nach Vereinbarung für $\frac{D}{t} > 75$
168,3 (6.625) < D ≤ 610 (24.000)	± 0,007 5 D	± 0,007 5 D , höchstens aber of ± 3,2 (0.125)	± 0,005 D , höchstens aber ± 1,6 (0.063)		0,020 D	0,015 D
610 (24.000) < D ≤ 1 422 (56.000)	± 0,01 D	± 0,005 D , höchstens aber ± 4,0 (0.160)	± 2,0 (0.079)	± 1,6 (0.063)	0,015 D , höchstens aber of 15 (0.6), für $\frac{D}{t} \leq 75$ nach Vereinbarung für $\frac{D}{t} > 75$	0,01 D , höchstens aber 13 (0.5), für $\frac{D}{t} \leq 75$ nach Vereinbarung für $\frac{D}{t} > 75$
$D > 1\,422$ (56.000)	Nach Vereinbarung					

^a Als Rohrende ist ein Abschnitt von 100 mm (4.0 in) ab Rohrende zu betrachten.

^b Bei SMLS-Rohren gelten die Grenzabmaße für $t \leq 25,0$ mm (0.984 in). Die Grenzabmaße dickerer Rohre sind zu vereinbaren.

^c Bei aufgeweiteten Rohren mit $D \geq 219,1$ mm (8.625 in) und für nicht aufgeweitete Rohre können die Grenzabmaße des Durchmessers und der Unrundheit ermittelt werden, indem anstelle des Nennaußendurchmessers der berechnete Innendurchmesser (Nennaußendurchmesser minus zweimal Nennwanddicke) oder der gemessene Innendurchmesser dient (siehe 10.2.8.3).

^d Um die Übereinstimmung mit den Grenzabmaßen des Durchmessers bestimmen zu können ist der Rohrdurchmesser definiert als der Rohrumfang in einer beliebigen Umfangsebene dividiert durch π .