

DIN EN 10305-3



ICS 77.140.75

Entwurf

Einsprüche bis 2022-05-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 10305-3:2016-08 und
DIN EN 10305-5:2016-08

**Präzisionsstahlrohre –
Technische Lieferbedingungen –
Teil 3: Geschweißte maßgewalzte Rohre;
Deutsche und Englische Fassung prEN 10305-3:2022**

Steel tubes for precision applications –
Technical delivery conditions –
Part 3: Welded cold sized tubes;
German and English version prEN 10305-3:2022

Tubes de précision en acier –
Conditions techniques de livraison –
Partie 3: Tubes soudés calibrés à froid;
Version allemande et anglaise prEN 10305-3:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-03-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fes@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Eisen und Stahl (FES), 40042 Düsseldorf, Postfach 10 51 45 oder Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf.

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

Gesamtumfang 77 Seiten

DIN-Normenausschuss Eisen und Stahl (FES)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 10305-3:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 459/SC 10 „Stahlrohre und Fittings aus Eisen und Stahl“ (Sekretariat: UNI, Italien) ausgearbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 021-00-09-09 UA „Präzisionsstahlrohre“ des DIN-Normenausschusses Eisen und Stahl (FES).

Dieses Dokument legt Anforderungen an geschweißten maßgewalzten Präzisionsstahlrohren hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, mechanischen Eigenschaften und Lieferbedingungen fest. Die vierte Ausgabe dieser Norm ist eine Zusammenlegung der bisherigen Teile 3 und 5 der dritten Ausgabe.

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 10305-3:2016-08 und DIN EN 10305-5:2016-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Teile 3 und 5 wurden zusammengeführt zu einem Teil geschweißter maßgewalzter Rohre für alle Formen;
- b) Maße, Dicken- und Grenzabmaße wurden angepasst;
- c) neue Stahlsorten wurden aufgenommen;
- d) redaktionelle Änderungen.

Titel de: Präzisionsstahlrohre — Technische Lieferbedingungen — Teil 3:
Geschweißte maßgewalzte Rohre

Titel en: Steel tubes for precision applications — Technical delivery conditions —
Part 3: Welded cold sized tubes

Titel fr: Tubes de précision en acier — Conditions techniques de livraison —
Partie 3: Tubes soudés calibrés à froid

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Symbole	7
5 Einteilung und Bezeichnung	7
5.1 Einteilung	7
5.2 Bezeichnung	7
6 Bestellangaben	8
6.1 Verbindliche Angaben	8
6.2 Verbindliche Angaben	8
6.3 Verbindliche Angaben	9
7 Herstellverfahren	9
7.1 Stahlherstellung	9
7.2 Rohrherstellung, Oberflächenbeschaffenheit und Lieferzustand	10
8 Anforderungen	11
8.1 Allgemeines	11
8.2 Chemische Zusammensetzung	11
8.3 Mechanische Eigenschaften	13
8.4 Oberflächenbeschaffenheit und innere Beschaffenheit	15
8.5 Maße und Grenzabmaße	16
8.5.1 Rohre mit kreisförmigem Querschnitt	16
8.5.2 Rohre mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt	18
8.5.3 Rohre mit anderen Querschnitten	24
8.5.4 Rohre mit anderen Querschnitten	24
8.5.5 Geradheit	24
8.5.6 Beschaffenheit der Rohrenden	25
9 Prüfung	25
9.1 Arten von Prüfungen	25
9.2 Prüfbescheinigungen	25
9.2.1 Arten von Prüfbescheinigungen	25
9.2.2 Inhalt der Prüfbescheinigungen	26
9.3 Zusammenfassung der Prüfungen	27
10 Probenahme	28
10.1 Prüfeinheit	28
10.2 Vorbereitung der Probenabschnitte und Proben	28
10.2.1 Auswahl und Vorbereitung der Probenabschnitte für die Stückanalyse	28
10.2.2 Lage, Richtung und Vorbereitung der Probenabschnitte und Proben für die mechanischen Prüfungen	28
10.2.3 Proben zur Messung der Oberflächenrauheit	29
11 Prüfverfahren	29
11.1 Chemische Analyse	29
11.2 Zugversuch	30

11.3	Ringfaltversuch	30
11.4	Aufweitversuch	31
11.5	Maßprüfung.....	32
11.6	Rauheitsmessung	32
11.7	Sichtprüfung.....	32
11.8	Zerstörungsfreie Prüfung.....	32
11.8.1	Prüfung zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längsrichtung	32
11.8.2	Nachweis der Dichtheit	32
11.8.3	Prüfung der Querschweißnähte der Bandenden an Rohren in Coilform zum Nachweis von Unvollkommenheiten.....	32
11.9	Wiederholungsprüfungen, Sortieren und Nachbehandlung	32
12	Kennzeichnung.....	33
13	Oberflächenschutz und Verpackung	33
Anhang A (normativ) Verfügbare Optionen in der Normenserie EN 10305.....		34
Anhang B (informativ) Rohre aus anderen innovativen Stahlsorten mit Marktverfügbarkeit.....		36
B.1	Stähle mit einphasiger ferritischer Mikrostruktur verfestigt mit Nanoausscheidungen.....	36
Literaturhinweise.....		37

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 10305-3:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 459/SC 103 „Stahlrohre und Fittings aus Eisen und Stahl“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 10305-3:2016 und EN 10305-5:2016 ersetzen.

Die wesentlichen technischen Änderungen sind bezüglich der vorigen Ausgabe im Folgenden aufgeführt:

- a) Teile 3 und 5 wurden zusammengeführt zu einem Teil geschweißter maßgewalzter Rohre für alle Formen;
- b) Maße, Dicken- und Grenzabmaße wurden angepasst;
- c) Neue Stahlsorten wurden aufgenommen;
- d) redaktionelle Änderungen.

Das Europäische Komitee für Normung (CEN) weist darauf hin, dass die Übereinstimmung mit diesem Dokument die Verwendung von Patenten hinsichtlich zwei Stahlsorten bedeuten kann, die im informativen Anhang B dieser Norm beschrieben sind.

CEN nimmt keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieser Patentrechte.

Der Halter dieser Patentrechte hat CEN zugesichert, dass er bereit ist, über Lizenzen zu vernünftigen und nicht diskriminierenden Geschäftsbedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu verhandeln. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Halters dieser Patentrechte bei CEN registriert.

Informationen sind erhältlich bei:

für die Stahlsorten HXT800NT & HXT1000NT
Tata Steel Nederland Tubes B.V.
4903RH Oosterhout, the Netherlands

EN 10305, *Präzisionsstahlrohre* — *Technische Lieferbedingungen* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Nahtlose kaltgezogene Rohre*
- *Teil 2: Geschweißte kaltgezogene Rohre*
- *Teil 3: Geschweißte maßgewalzte Rohre*
- *Teil 4: Nahtlose kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen*
- *Teil 5: —*
- *Teil 6: Geschweißte kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen*

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Technischen Lieferbedingungen für geschweißte, maßgewalzte Präzisionsstahlrohre mit einem kreisförmigen Querschnitt bei einem Nenndurchmesser $D \leq 193,7$ mm und mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt fest.

Dieses Dokument kann auch auf geschweißte maßgewalzte Rohre mit einem anderen Querschnitt angewendet werden.

Rohre nach diesem Dokument sind durch genau definierte Grenzabmaße und eine festgelegte maximale Oberflächenrauheit charakterisiert. Typische Anwendungsgebiete sind der Fahrzeugbau, die Möbelindustrie und der Maschinenbau allgemein.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 10020:2000, *Begriffsbestimmungen für die Einteilung der Stähle*

EN 10021:2006, *Allgemeine Technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse*

EN 10027-1:2016, *Bezeichnungssysteme für Stähle — Teil 1: Kurznamen*

EN 10027-2, *Bezeichnungssysteme für Stähle — Teil 2: Nummernsystem*

EN 10168, *Stahl und Stahlerzeugnisse — Prüfbescheinigungen — Liste und Beschreibung der Angaben*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10266:2003, *Stahlrohre, Fittings und Hohlprofile für den Stahlbau — Symbole und Definition von Begriffen für die Verwendung in Erzeugnisnormen*

EN ISO 377, *Stahl und Stahlerzeugnisse — Lage und Vorbereitung von Probenabschnitten und Proben für mechanische Prüfungen (ISO 377)*

EN ISO 2566-1, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 1: Unlegierte und niedrig legierte Stähle (ISO 2566-1)*

EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287)*

EN ISO 4885:2018, *Eisenwerkstoffe — Wärmebehandlung — Begriffe (ISO 4885:2018)*

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

EN ISO 8492, *Metallische Werkstoffe — Rohr — Ringfaltversuch (ISO 8492)*

EN ISO 8493, *Metallische Werkstoffe — Rohr — Aufweitversuch (ISO 8493)*

EN ISO 9712:2012, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung (ISO 9712:2012)*

CEN/TR 10261, *Stahl und Eisen — Europäische Normen für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung*

EN ISO 10893-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 1: Automatisierte elektromagnetische Prüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre zum Nachweis der Dichtheit (ISO 10893-1)*

EN ISO 10893-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 2: Automatisierte Wirbelstromprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre zum Nachweis von Unvollkommenheiten (ISO 10893-2)*

EN ISO 10893-3, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren - Teil 3: Automatisierte Streuflussprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) ferromagnetischer Stahlrohre zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längs- und/oder Querrichtung (ISO 10893-3)*

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

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

EN ISO 14284, *Stahl und Eisen — Entnahme und Vorbereitung von Proben für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung (ISO 14284)*

EN ISO 14713-2:2020, *Zinküberzüge — Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion — Teil 2: Feuerverzinken (ISO 14713-2:2019)*

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

ASNT-TC-1A, *Personnel Qualification and Certification in Non destructive Testing*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 10020:2000, EN 10021:2007, EN 10266:2003 und EN ISO 4885:2018 und die folgenden Begriffe:

3.1

Arbeitgeber

Unternehmen, in dem eine Person regelmäßig tätig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Arbeitgeber kann entweder der Rohrhersteller oder eine dritte Partei sein, die Dienstleistungen wie zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP) durchführt.

3.2

Hersteller

Partei, die Rohre nach diesem Dokument fertigt und liefert

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Lieferung der Rohre durch einen Zwischenhändler siehe EN 10021:2006, Abschnitt 6.

3.3

Unvollkommenheit

Ungänge in der Rohrwand oder auf der Rohroberfläche, die mit den Prüfverfahren nach diesem Dokument nachweisbar ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Unvollkommenheiten mit Maßen, die die in diesem Dokument festgelegten Zulässigkeitsgrenzen nicht überschreiten, werden als unerheblich für den vorgesehenen Einsatzzweck des Erzeugnisses betrachtet.

3.4

Fehler

Unvollkommenheit mit Maßen, die den in diesem Dokument festgelegten Zulässigkeitskriterien nicht entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Fehlern wird davon ausgegangen, dass sie die bestimmungsgemäße Verwendung des betreffenden Erzeugnisses negativ beeinflussen oder einschränken.

3.5

Vormaterialcoil

Originalcoil nach dem Warmwalzen ohne weiteren Verfahrensschritt (Beizen, Längsteilen, Kaltwalzen oder Aufbringen von Überzügen)

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole in EN 10266:2003.

5 Einteilung und Bezeichnung

5.1 Einteilung

Nach dem Einteilungssystem in EN 10020 sind die in Tabelle 2 aufgeführten Stähle unlegierte Qualitätsstähle, mit Ausnahme der Stahlsorten E700, HXT450XT, HXT490XT, HXT590XT, HXT780XT, HXT980XT, HXT590CT, HXT780CT und HXT980CT die legierte Qualitätsstähle sind.

5.2 Bezeichnung

Für die Rohre nach diesem Dokument umfasst die Stahlbezeichnung die Nummer dieses Dokuments (EN 10305-3) sowie entweder:

- a) den Kurznamen nach EN 10027-1:2016 mit der unten beschriebenen Ausnahme; oder
- b) die Werkstoffnummer nach EN 10027-2.

In dieser Norm werden drei Vereinbarungen bezüglich der Kurznamen verwendet:

Ennn	E - Maschinenbaustahl nnn – festgelegte Mindeststreckgrenze in MPa für den kleinsten Dickenbereich
HXTnnnXT	H – Rohre aus höherfestem Stahl für eine Kaltumformung XTnnn – Erzeugnis, bei dem der Walzzustand nicht festgelegt ist, gefolgt von Mindestzugfestigkeit in MPa X – Dualphasenstahl T – Rohr
HXTnnnCT	H – Rohr aus höherfestem Stahl für eine Kaltumformung XTnnn – Erzeugnis, bei dem der Walzzustand nicht festgelegt ist, gefolgt von Mindestzugfestigkeit in MPa C – Komplexphasenstahl T – Rohr

6 Bestellangaben

6.1 Verbindliche Angaben

Dem Hersteller müssen bei der Anfrage und Bestellung folgende Angaben durch den Besteller vorliegen:

- a) Bestellmenge (Masse oder Gesamtlänge oder Stückzahl);
- b) der Begriff „Maßgewalztes Stahlrohr mit kreisförmigem, quadratischem, rechteckigem oder anderem Querschnitt“;
- c) die Maße (siehe 8.5) und, soweit anwendbar die Grenzabmaße (siehe 8.5.2.4 und 8.5.3);
- d) die Rohrlänge und deren Grenzabmaße (siehe 8.5.4);
- e) die Stahlbezeichnung (siehe 5.2);
- f) der Lieferzustand einschließlich der Oberflächenbeschaffenheit (siehe 7.2.2 und 7.2.3);
- g) Art der Prüfbescheinigung (siehe 9.1).

6.2 Verbindliche Angaben

Eine Reihe von Optionen ist in diesem Dokument festgelegt und nachstehend aufgeführt. Sollte der Besteller bei der Anfrage und Bestellung nicht den Wunsch äußern, von den entsprechenden Optionen Gebrauch zu machen, so sind die Rohre in Übereinstimmung mit den Grundfestlegungen zu liefern (siehe 6.1).

- Option 1: Festlegung einer Stahlsorte, die in diesem Dokument nicht spezifiziert ist (siehe 8.2);
- Option 3: Eignung zum Schmelztauchverzinken (siehe 8.2);
- Option 4: Oberflächenbeschaffenheit für die Weiterverarbeitung (siehe 8.4.1);
- Option 5: Position der Schweißnaht bei quadratischen und rechteckigen Rohren (siehe 8.4.2), und bei Rohren mit anderen Querschnitten (siehe 8.5.3);
- Option 6: Entfernung oder Begrenzung der inneren Schweißnahtüberhöhung (siehe 8.4.3);
- Option 8: Messung der Oberflächenrauheit (siehe 8.4.5);
- Option 9: spezielle Oberflächenrauheit (siehe 8.4.5);
- Option 11: zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längsrichtung (siehe 8.4.8);
- Option 12: zerstörungsfreie Prüfung zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längsrichtung (siehe 8.4.8);
- Option 13: zerstörungsfreie Prüfung zum Nachweis der Dichtheit (siehe 8.4.8);
- Option 14: Festlegung eines Prüfverfahrens für Querschweißnähte an Rohren in Coilform zum Nachweis von Unvollkommenheiten (siehe 8.4.9);
- Option 15: Festlegung eines nichtkreisförmigen, quadratischen oder rechteckigen Querschnitts, einschließlich der Grenzabmaße (siehe 8.5.3);
- Option 16: verminderte Grenzabmaße des Durchmessers für kreisförmige Rohre (siehe 8.5.1.2) oder verminderte Grenzabmaße der Seitenlänge für quadratische und rechteckige Rohre (siehe 8.5.2.4);
- Option 19: verminderte Grenzabmaße der Wanddicke (siehe 8.5.1.3, 8.5.2.5 oder 8.5.3.2);
- Option 20: einseitiges Grenzabmaß der Wanddicke (siehe 8.5.1.3, 8.5.2.5 oder 8.5.3.2);

- Option 21: andere Festlegungen für die Länge und/oder die entsprechenden Grenzabmaße (siehe 8.5.4);
- Option 22: verminderte maximale Abweichung von der Geradheit (siehe 8.5.5.1 oder 8.5.5.2);
- Option 23: festgelegte Endenbearbeitung (siehe 8.5.6);
- Option 25: Ringfalt- oder Aufweitversuch für kreisförmige Rohre (siehe Table 10);
- Option 26: Prüfeinheit mit Rohren aus nur einer Schmelze (siehe 10.1);
- Option 27: andere Anforderungen an den Abstand H beim Ringfaltversuch festgelegt durch den Besteller (siehe 11.3);
- Option 28: alternative Kennzeichnung (siehe Abschnitt 12);
- Option 29: Lieferung ohne Korrosionsschutz (siehe 13.1);
- Option 30: festgelegter Korrosionsschutz (siehe 13.1);
- Option 38: Rohre nicht in Bündeln verpackt oder festgelegtes Verpackungsverfahren (siehe 13.2);
- Option 39: Die Rohre sind mit einer Stückanalyse zu liefern (siehe 8.2);
- Option 40: alternative Kantenradien für quadratische und rechteckige Rohre (siehe 8.5.2.6).

ANMERKUNG Die Nummern der Optionen ist die gleiche in der ganzen EN 10305 Serie. Die in dieser Norm nicht aufgeführten Optionen sind für die hier erwähnten Erzeugnisse nicht.

6.3 Verbindliche Angaben

a) für Rohr mit kreisförmigem Querschnitt

12 000 m Rohre mit einem Außendurchmesser von $D = 40$ mm und einer Wanddicke von $T = 1,5$ mm in Standardlängen von 6 m mit Grenzabmaßen der Länge von $+50$ mm -0 mm nach diesem Dokument, hergestellt aus der Stahlsorte E235 im normalgeglühten Zustand und mit der Oberflächenbeschaffenheit S2, gebeizt, geliefert mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204:

12 000 m Rohre – D 40 × T 1,5 – Standardlänge – EN 10305-3 – E235+N – S2 – Abnahmeprüfzeugnis 3.1

b) für Rohr mit rechteckigem Querschnitt

12 000 m Rohre, Abmessungen $H = 50$ mm × $B = 30$ mm und einer Wanddicke von $T = 3$ mm in Standardlängen von 6 m mit Grenzabmaßen der Länge von $+50$ mm -0 mm nach diesem Dokument, hergestellt aus der Stahlsorte E355 im normalgeglühten Zustand und mit der Oberflächenbeschaffenheit S2, gebeizt, geliefert mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204:

12 000 m Rohre – H 50 × B 30 × T 3 – Standardlänge – EN 10305-3 – E355+N – S2 – Abnahmeprüfzeugnis 3.1

7 Herstellverfahren

7.1 Stahlherstellung

Die Wahl des Stahlherstellungsverfahrens ist dem Hersteller überlassen mit der Ausnahme, dass das Siemens-Martin-Verfahren nicht zugelassen ist.

Der Stahl muss vollberuhigt sein.

ANMERKUNG Die Verwendung unberuhigter oder halbberuhigter Stähle ist damit ausgeschlossen.

7.2 Rohrherstellung, Oberflächenbeschaffenheit und Lieferzustand

7.2.1 Die Rohre sind aus Band durch elektrisches Schweißen zu fertigen. Die Rohre dürfen keine Bandverbindungsnahte enthalten. Ausgenommen hiervon sind Rohre in Coilform, für die der Lieferzustand +A und +N festgelegt werden muss.

7.2.2 Mögliche Oberflächenbeschaffenheiten sind:

- a) S1 (rohschwarz);
- b) S2 (gebeizt);
- c) S3 (kaltgewalzt);
- d) S4 (mit Überzug vereinbarter Beschaffenheit).

Die Oberflächenbeschaffenheiten S1 und S3 gelten für Band. Die Oberflächenbeschaffenheiten S2 und S4 können für das Band oder das Rohr gelten. Der Besteller sollte, soweit erforderlich, die benötigte Oberflächenbeschaffenheit bei der Anfrage und Bestellung angeben.

7.2.3 Rohre, die aus den Stahlsorten E155, E195, E235, E275 und E355 gefertigt wurden, sind im Lieferzustand +CR1 oder +A oder +N (siehe Tabelle 1 und Tabelle 4) zu liefern. Rohre aus den Stahlsorten E190, E220, E260, E320, E370, E420, E460, E500, E550, E600, E700, HXT450XT, HXT490XT, HXT590XT, HXT780XT, HXT980XT, HXT590CT, HXT780CT und HXT980CT sind im Lieferzustand +CR2 (siehe Tabelle 1 und Tabelle 5) zu liefern.

7.2.4 Alle Tätigkeiten der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) sind durch qualifiziertes und kompetentes Personal der Stufen 1, 2 und/oder 3, das vom Arbeitgeber dafür bestätigt wurde, auszuführen.

Die Qualifizierung muss nach ISO 11484 oder ASNT TC-1A oder EN ISO 9712 erfolgen.

Für das Personal der Stufe 3 wird eine Zertifizierung nach EN ISO 9712 oder ASTN TC-1A empfohlen.

Die Autorisierung für die Durchführung der Prüfungen durch den Arbeitgeber muss auf der Grundlage einer schriftlichen Anweisung erteilt werden. Die Arbeitsschritte der ZfP müssen von einer vom Arbeitgeber bestätigten Person der ZfP-Stufe 3 autorisiert sein.

ANMERKUNG Die Definition der Stufen 1, 2 und 3 kann geeigneten Normen, z. B. EN ISO 9712 und ISO 11484, entnommen werden.

Tabelle 1 — Lieferzustände

Bezeichnung	Symbol ^a	Beschreibung
geschweißt und maßgewalzt	+CR1	Üblicherweise nicht wärmebehandelt nach dem Schweißen und Maßwalzen, aber für eine Endbehandlung mit Glühen oder Normalglühen geeignet ^b
	+CR2	Wärmebehandlung nach dem Schweißen und Maßwalzen nicht vorgesehen. ^c
weichgeglüht	+A	Nach dem Schweißen und Maßwalzen werden die Rohre unter kontrollierter Atmosphäre weichgeglüht.
normalgeglüht	+N	Nach dem Schweißen und Maßwalzen werden die Rohre unter kontrollierter Atmosphäre normalgeglüht.
^a Nach EN 10027-1. ^b Nach dem Glühen oder Normalglühen werden die in Tabelle 4 für den Lieferzustand +A bzw. +N festgelegten resultierenden mechanischen Eigenschaften eingehalten. ^c Bei Anwendung einer weiteren Wärmebehandlung dürfen die resultierenden mechanischen Eigenschaften außerhalb der festgelegten Werte der Tabelle 4 liegen.		

8 Anforderungen

8.1 Allgemeines

Die Rohre müssen die Anforderungen dieses Dokumentes erfüllen, soweit sie in einem in Tabelle 1 angegebenen Lieferzustand geliefert und in Übereinstimmung mit den Abschnitten 9, 10 und 11 geprüft werden.

Zusätzlich gelten die in EN 10021 festgelegten allgemeinen technischen Lieferbedingungen.

8.2 Chemische Zusammensetzung

Für die Schmelzenanalyse gelten die vom Stahlhersteller gelieferten Werte, die die Anforderungen nach Tabelle 2 erfüllen müssen. Tabelle 3 enthält die Grenzabweichungen der Stückanalyse von den in Tabelle 2 festgelegten Grenzwerten der Schmelzenanalyse. Falls eine Stückanalyse festgelegt wurde, gelten auch die Abweichungen nach Tabelle 3.

ANMERKUNG 1 Beim späteren Schweißen von Rohren, die nach diesem Dokument hergestellt wurden, ist es wichtig zu berücksichtigen, dass das Verhalten des Stahls während und nach dem Schweißen nicht nur von der Stahlzusammensetzung und dem Lieferzustand, sondern auch davon abhängt, wie das Schweißen vorbereitet und durchgeführt wird.

Eine Stahlsorte, die in diesem Dokument nicht spezifiziert ist, darf festgelegt werden (siehe Option 1).

Option 1: Eine in diesem Dokument nicht spezifizierte Stahlsorte ist nach Vereinbarung mit entsprechender chemischer Zusammensetzung, mechanischen Eigenschaften und einem Lieferzustand festgelegt.

Falls eine Stahlsorte festgelegt wurde, die eine Bandsorte ist, können die mechanischen Eigenschaften des Rohres deutlich von denen des Bandes abweichen. Entsprechend sollten in diesen Fällen die mechanischen Eigenschaften der Rohre zwischen Hersteller und Kunde bei der Anfrage und Bestellung vereinbart werden

Falls für die Rohre eine Eignung zum Schmelztauchverzinken verlangt wird, soll Option 3 durch den Besteller festgelegt werden.

Option 3: Die chemische Zusammensetzung der durch den Besteller festgelegten Stahlsorte muss zum Schmelztauchverzinken nach einer der Kategorien in EN ISO 14713-2:2020 geeignet sein.

ANMERKUNG 2 Für weitere Hinweise siehe EN ISO 1461.

Option 39: Die Rohre sind mit einer Stückanalyse zu liefern.

Tabelle 2 — Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse)

Stahlsorte		Massenanteile in % ^a									
Kurzname	Werkstoffnummer	C	Si	Mn	P	S	Al ^{ab} total min.				
E155	1.0033	0,11	0,35	0,70	0,025	0,025	0,015				
E190	1.0031	0,10									
E195	1.0034	0,15	0,35	0,70	0,025	0,025	0,015				
E220	1.0215	0,14									
E235	1.0308	0,17	0,35	1,20	0,025	0,025	0,015				
E260	1.0220	0,16									
E275	1.0225	0,21	0,35	1,40	0,025	0,025	0,015				
E320	1.0237	0,20									
E355	1.0580	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	0,020				
E370	1.0261	0,21									
E420	1.0575	0,16	0,55	1,70	0,025	0,025	0,020				
E460	1.0435	0,16									
E500	1.0519	0,16	0,55	1,70	0,025	0,025	0,020				
E550	1.0593	0,16	0,55	1,80	0,025	0,025	0,020				
E600	1.0595	0,16	0,60	1,80	0,025	0,025	0,020				
E700	1.0987	0,16	0,60	2,10	0,025	0,025	0,020				
Kurzname	Werkstoffnummer	C	Si	Mn	P	S	Al ^{ab} total min.	Cr + Mo	Nb + Ti	V	B
Dualphasenstähle (X)											
HXT450XT	1.9901	0,14	0,75	2,00	0,080	0,015	0,015	1,00	0,15	0,20	0,005
HXT490XT	1.9903	0,14	0,75	2,00	0,080	0,015	0,015	1,00	0,15	0,20	0,005
HXT590XT	1.9905	0,15	0,80 ^c	2,50	0,080	0,015	0,015	1,40	0,15	0,20	0,005
HXT780XT	1.9907	0,18	0,80 ^c	2,50	0,080	0,015	0,015	1,40	0,15	0,20	0,005
HXT980XT	1.9909	0,20	1,00	2,90	0,080	0,015	0,015	1,40	0,15	0,20	0,005
Complexphasenstähle (C)											
HXT590CT	1.9911	0,18	0,80	2,20	0,080	0,015	0,015	1,00	0,15	0,20	0,005
HXT780CT	1.9913	0,18	1,00	2,50	0,080	0,015	0,015	1,00	0,15	0,20	0,005
HXT980CT	1.9915	0,23	1,00	2,70	0,080	0,015	0,015	1,00	0,25	0,22	0,005
Elemente, die in dieser Tabelle nicht erwähnt sind (siehe aber Fußnote a), dürfen dem Stahl, mit Ausnahme von Elementen zum Desoxidieren und/oder Abbinden von Stickstoff, ohne Zustimmung des Bestellers nicht absichtlich zugegeben werden. Es sind alle angemessenen Vorkehrungen zu treffen, um die Zufuhr unerwünschter Elemente aus dem Schrott oder anderen Einsatzstoffen, die bei der Stahlherstellung verwendet werden, zu vermeiden.											
^a Höchstwerte, soweit nicht anders erwähnt.											
^b Diese Anforderung ist nicht anwendbar, vorausgesetzt, dass der Stahl ausreichende Anteile an sonstigen stickstoffabbindenden Elementen wie Ti, Nb oder V enthält. Falls diese Elemente hinzugefügt wurden, ist ihr Gehalt in der Prüfbescheinigung anzugeben.											
^c Höchstanteil an Si von 1,00% für warmgewalzte Stahlsorten.											

Tabelle 3 — Grenzabweichungen der Stückanalyse von den in Tabelle 2 festgelegten Grenzwerten der Schmelzenanalyse

Element	Grenzwert der Schmelzenanalyse nach Tabelle 2 Massenanteil in %	Grenzabweichungen der Stückanalyse Massenanteil in %
C	$\leq 0,23$	+ 0,02
Si	$\leq 0,80$	+ 0,05
	$> 0,80$ bis $\leq 1,00$	+ 0,10
Mn	$\leq 2,50$	+ 0,10
	$> 2,50$ bis $\leq 2,90$	+ 0,12
P	$\leq 0,025$	+ 0,005
	$> 0,025$ bis $\leq 0,080$	+ 0,10
S	$\leq 0,015$	+ 0,003
	$> 0,015$ bis $\leq 0,025$	+ 0,005
Al	$\geq 0,015$	- 0,005

8.3 Mechanische Eigenschaften

Die mechanischen Eigenschaften der Rohre müssen die Anforderungen nach den Tabellen 4 und 5 sowie, falls festgelegt, Option 25 erfüllen.

ANMERKUNG Eine nachfolgende Behandlung (kalt oder warm) kann die mechanischen Eigenschaften ändern.

Tabelle 4 — Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für die Lieferzustände +CR1, +A und +N

Stahlsorte		Mindestwerte für den Lieferzustand ^a						
Kurzname	Werkstoff- nummer	+CR1 ^{b, d}		+A		+N		
		R_m MPa	A %	R_m MPa	A %	R_m MPa	R_{eH}^c MPa	A %
E155	1.0033	290	15	260	28	270 bis 410	155	28
E195	1.0034	330	8	290	28	300 bis 440	195	28
E235	1.0308	390	7	315	25	340 bis 480	235	25
E275	1.0225	440	6	390	22	410 bis 550	275	22
E355	1.0580	540	5	450	22	490 bis 630	355	22
E420	1.0575	-	-	-	-	520 bis 660	420	18

ANMERKUNG Die mechanischen und technologischen Eigenschaften des Schweißnahtbereichs dürfen in den Lieferzuständen +CR1 und +A von den entsprechenden Eigenschaften des Grundwerkstoffs abweichen.

- ^a R_m : Zugfestigkeit; R_{eH} : obere Streckgrenze (siehe aber 11.2); A: Bruchdehnung. Zu den Symbolen für die Lieferzustände siehe Tabelle 1.
- ^b In Abhängigkeit vom Umformgrad beim Band-Kaltumformen und beim Maßwalzen des geschweißten Rohres kann die Streckgrenze bis nahe an die Zugfestigkeit heranreichen. Zu Berechnungszwecken werden für den Lieferzustand +CR1 Werte der Streckgrenze von $R_{eH} \geq 0,7 R_m$ empfohlen.
- ^c Bei Rohren mit einem Außendurchmesser ≤ 30 mm und einer Wanddicke ≤ 3 mm sind die R_{eH} -Mindestwerte um 10 MPa niedriger als in dieser Tabelle angegeben.
- ^d Der Zustand +CR2 darf mit den gleichen mechanischen Eigenschaften festgelegt werden.

Tabelle 5 — Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für den Lieferzustand +CR2

Stahlsorte		Mindestwerte für den Lieferzustand ^a		
Kurzname	Werkstoffnummer	+CR2		
		R_m MPa	R_{eH} MPa	A %
E190	1.0031	270	190	26
E220	1.0215	310	220	23
E260	1.0220	340	260	21
E320	1.0237	410	320	19
E370	1.0261	450	370	15
E420	1.0575	490	420	12
E460	1.0435	510	460	9
E500	1.0519	540	500	8
E550	1.0593	590	550	7
E600	1.0595	640	600	6
E700	1.0987	740	700	5
Dualphasenstähle (X)				
HXT450XT	1.9901	450	260	17
HXT490XT	1.9903	490	290	14
HXT590XT	1.9905	590	330	9
HXT780XT	1.9907	780	440	8
HXT980XT	1.9909	980	590	5
Complexphasenstähle (C)				
HXT590CT	1.9911	590 ^b	350	11
HXT780CT	1.9913	780 ^c	570	5
HXT980CT	1.9915	980	780	2
ANMERKUNG Die mechanischen und technologischen Eigenschaften des Schweißnahtbereichs dürfen von den entsprechenden Eigenschaften des Grundwerkstoffs abweichen.				
^a R_m : Zugfestigkeit; R_{eH} : obere Streckgrenze (siehe aber 11.2); A: Bruchdehnung. Zu den Symbolen für die Lieferzustände siehe Tabelle 1.				
^b Für warmgewalzte Stahlsorten: 580MPa.				
^c Für warmgewalzte Stahlsorten: 760MPa.				

8.4 Oberflächenbeschaffenheit und innere Beschaffenheit

8.4.1 Die Rohre müssen den für das Herstellverfahren und, soweit zutreffend, für die angewendete Wärmebehandlung typischen Zustand der inneren und äußeren Oberfläche aufweisen. Rohre im Lieferzustand +A oder +N müssen frei von losem Zunder sein, dürfen aber Verfärbungen aufweisen.

Die Oberflächenbeschaffenheit muss das Auffinden von Oberflächenunvollkommenheiten, die ein Nachbearbeiten erfordern, üblicherweise zulassen. Oberflächenunvollkommenheiten, die nach den Erfahrungen des Herstellers als Fehler nach 8.4.6 betrachtet werden könnten, sind nach 8.4.7 nachzubearbeiten, oder das Rohr oder der Teil des Rohres ist zurückzuweisen.

Falls eine besondere Oberflächenbeschaffenheit durch den Besteller verlangt wird, ist Option 4 festzulegen.

Option 4: Eine für die Weiterverarbeitung geeignete Oberflächenbeschaffenheit ist durch den Besteller festgelegt.

8.4.2 Für andere als kreisförmige Querschnitte, einschließlich quadratischer und rechteckiger Querschnitte, bleibt die Position der Schweißnaht dem Hersteller überlassen, sofern nicht Option 5 durch den Besteller festgelegt wurde

Option 5: Die Position der Schweißnaht a) oder b) oder c) oder d) ist durch den Besteller festgelegt. Die Abweichung der Schweißnaht von der festgelegten Position muss:

- a) an der schmalen Seite (von der Mittellinie): $\pm 10\%$ der Seitenlänge oder $\pm 4\text{ mm}$ betragen, es gilt der jeweils größere Wert;
- b) an der breiten Seite (von der Mittellinie): $\pm 10\%$ der Seitenlänge oder $\pm 4\text{ mm}$ betragen, es gilt der jeweils größere Wert;
- c) an der Ecke: innerhalb des Radius der Ecke liegen, definiert durch C_1 und C_2 (siehe Bild 1);
- d) an jeder anderen Position: die vereinbarte Abweichung aufweisen.

8.4.3 Die äußere Schweißnahtüberhöhung ist glatt abzarbeiten. Die Höhe der inneren Schweißnaht ist nicht begrenzt, wenn nicht Option 6 durch den Besteller festgelegt ist.

Option 6: Die Höhe der inneren Schweißnaht darf einen festgelegten Wert nicht überschreiten, oder sie ist zu entfernen.

Falls Option 6 anzuwenden ist, darf im Schweißnahtbereich die Wanddicke nicht geringer als die in 8.5.1.3., 8.5.2.5 oder 8.5.3 festgelegte Mindestwanddicke sein.

8.4.4 Außerhalb des Nahtbereichs müssen die Rohre eine äußere Oberfläche mit einer Rauheit aufweisen von: $R_a \leq 4\text{ }\mu\text{m}$.

8.4.5 Die Verifizierung der Oberflächenrauheit und/oder niedrigere Rauheitswerte darf/dürfen durch den Besteller festgelegt werden (siehe Optionen 8 und 9).

Option 8: Die Oberflächenrauheit ist nach 11.6 zu messen und anzugeben.

Option 9: Eine spezielle Oberflächenrauheit vereinbarter Art und mit vereinbarten Grenzabmaßen ist festgelegt. Die Rauheit ist nach 11.6 zu messen und anzugeben.

8.4.6 Oberflächenunvollkommenheiten, die zur Unterschreitung der festgelegten Mindestwanddicke führen, sind als Fehler zu betrachten. Rohre, die diese Fehler enthalten, erfüllen nicht die Festlegungen dieses Dokuments.

8.4.7 Oberflächenunvollkommenheiten dürfen nur durch Schleifen oder spanende Bearbeitung nachbearbeitet werden, soweit die Wanddicke im nachbearbeiteten Bereich die festgelegte Mindestwanddicke nicht unterschreitet. Alle nachbearbeiteten Bereiche müssen glatt in die Rohrkontur übergehen.

8.4.8 Der Nachweis der Schweißnahtintegrität oder der inneren Beschaffenheit durch zerstörungsfreie Prüfung darf durch den Besteller festgelegt werden (siehe Optionen 11 bis 13).

ANMERKUNG: Optionen 12 und 13 sind nur auf kreisförmige Rohre anwendbar.

Option 11: Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längsrichtung ist nach 11.8.1 festgelegt.

Option 12: Zerstörungsfreie Prüfung über den gesamten Rohrumfang zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längsrichtung, auszuführen nach 11.8.1, ist festgelegt.

Option 13: Zerstörungsfreie Prüfung zum Nachweis der Dichtheit nach 11.8.2 ist festgelegt.

8.4.9 Schweißnähte von Bandenden an Rohren in Coilform sind einer zusätzlichen Prüfung zu unterziehen. Das Prüfverfahren bleibt dem Hersteller überlassen, sofern nicht Option 14 durch den Besteller festgelegt ist.

Option 14: Eine Prüfung (mit vereinbartem Prüfverfahren und Grenzwerten) zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Querschweißnähten ist festgelegt.

8.5 Maße und Grenzabmaße

8.5.1 Rohre mit kreisförmigem Querschnitt

8.5.1.1 Kreisförmige Rohre sind nach Außendurchmesser und Wanddicke festzulegen.

8.5.1.2 Vorzugsmaße für Durchmesser, Wanddicke und Werte der längenbezogenen Masse sind in Tabelle 6 angegeben. Die in Tabelle 6 angegebenen Grenzabmaße des Durchmessers gelten nur für Rohre in den Lieferzuständen +CR1 und +CR2.

Für wärmebehandelte Rohre im Lieferzustand +A und +N sind die entsprechenden Grenzabmaße des Durchmessers in Abhängigkeit vom Verhältnis Wanddicke zu Durchmesser unter Berücksichtigung der Korrekturfaktoren in Tabelle 7 gegeben.

In den Durchmesser-Grenzabmaßen ist die Unrundheit enthalten. Für Zwischenmaße gelten jeweils die Grenzabmaße des nächstgrößeren Rohrformats. In einem Bereich im Abstand von maximal 100 mm von den Enden dürfen, durch das Ablängverfahren bedingt, die Durchmesser außerhalb der Grenzabmaße liegen.

Andere Grenzabmaße des Durchmessers dürfen durch den Besteller festgelegt werden (siehe Option 16).

Option 16: Verminderte Durchmesser-Grenzabmaße sind festgelegt.

Tabelle 6 — Maße und Grenzabmaße für Rohre mit kreisförmigem Querschnitt

Maße in Millimeter

Nennaußen- durchmesser D und Grenzabmaße		Wanddicke T (mm)															
		0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
		Längenbezogene Masse (kg/m)															
6	±0,12	0,080	0,103	0,123													
8		0,109	0,142	0,173	0,201	0,240											
10		0,139	0,182	0,222	0,260	0,314											
12		0,169	0,221	0,271	0,320	0,388	0,453	0,493									
15		0,213	0,280	0,345	0,408	0,499	0,586	0,641	0,694								
16		0,228	0,300	0,370	0,438	0,536	0,630	0,691	0,749								
18		0,257	0,339	0,419	0,497	0,610	0,719	0,789	0,857	0,956							
19		0,272	0,359	0,444	0,527	0,647	0,764	0,838	0,911	1,02	1,18						
20	±0,15	0,287	0,379	0,469	0,556	0,684	0,808	0,888	0,966	1,08	1,26						
22		0,317	0,418	0,518	0,616	0,758	0,897	0,986	1,07	1,20	1,41						
25		0,361	0,477	0,592	0,704	0,869	1,03	1,13	1,24	1,39	1,63						
28		0,405	0,537	0,666	0,793	0,980	1,16	1,28	1,40	1,57	1,85	2,11					
30		0,435	0,576	0,715	0,852	1,05	1,25	1,38	1,51	1,70	2,00	2,29					
32	±0,20		0,616	0,765	0,911	1,13	1,34	1,48	1,62	1,82	2,15	2,46					
35				0,838	1,00	1,24	1,47	1,63	1,78	2,00	2,37	2,72					
38				0,912	1,09	1,35	1,61	1,78	1,94	2,19	2,59	2,98	3,35				
40				0,962	1,15	1,42	1,70	1,87	2,05	2,31	2,74	3,15	3,55				
42				1,01	1,21	1,50	1,78	1,97	2,16	2,44	2,89	3,32	3,75				
42,4				1,02	1,22	1,51	1,80	1,99	2,18	2,46	2,91	3,36	3,79				
44	±0,25			1,06	1,27	1,57	1,87	2,07	2,27	2,56	3,03	3,50	3,95				
45				1,09	1,30	1,61	1,92	2,12	2,32	2,62	3,11	3,58	4,04				
48,3				1,17	1,39	1,73	2,06	2,28	2,50	2,82	3,35	3,87	4,37	4,86			
50				1,21	1,44	1,79	2,14	2,37	2,59	2,93	3,48	4,01	4,54	5,05			
51					1,47	1,83	2,18	2,42	2,65	2,99	3,55	4,10	4,64	5,16			
55	±0,30				1,59	1,98	2,36	2,61	2,86	3,24	3,85	4,45	5,03	5,60			
57					1,65	2,05	2,45	2,71	2,97	3,36	4,00	4,62	5,23	5,83			
60					1,74	2,16	2,58	2,86	3,14	3,55	4,22	4,88	5,52	6,16	6,78	7,39	
63,5					1,84	2,29	2,74	3,03	3,33	3,76	4,48	5,18	5,87	6,55	7,21	7,87	
70	±0,35				2,04	2,53	3,03	3,35	3,68	4,16	4,96	5,74	6,51	7,27	8,01	8,75	
76					2,21	2,76	3,29	3,65	4,00	4,53	5,40	6,26	7,10	7,93	8,75	9,56	
80	±0,40				2,33	2,90	3,47	3,85	4,22	4,78	5,70	6,60	7,50	8,38	9,25	10,1	
89						3,24	3,87	4,29	4,71	5,33	6,36	7,38	8,38	9,38	10,4	11,3	12,3
90						3,27	3,92	4,34	4,76	5,39	6,44	7,47	8,48	9,49	10,5	11,5	12,4

Nennaußen- durchmesser D und Grenzabmaße		Wanddicke T (mm)															
		0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
		Längenbezogene Masse (kg/m)															
100	$\pm 0,50$					3,64	4,36	4,83	5,31	6,01	7,18	8,33	9,47	10,6	11,7	12,8	13,9
101,6						3,70	4,43	4,91	5,39	6,11	7,29	8,47	9,63	10,8	11,9	13,0	14,1
108	$\pm 0,60$					3,94	4,71	5,23	5,74	6,50	7,77	9,02	10,3	11,5	12,7	13,9	15,1
114							4,98	5,52	6,07	6,87	8,21	9,54	10,9	12,2	13,4	14,7	16,0
120							5,25	5,82	6,39	7,24	8,66	10,1	11,4	12,8	14,2	15,5	16,9
127	$\pm 0,8$						5,56	6,17	6,77	7,68	9,17	10,7	12,1	13,6	15,0	16,5	17,9
133							5,82	6,46	7,10	8,05	9,62	11,2	12,7	14,3	15,8	17,3	18,8
139,7							6,12	6,79	7,46	8,46	10,1	11,8	13,4	15,0	16,6	18,2	19,8
159	$\pm 1,0$						6,98	7,74	8,51	9,65	11,5	13,4	15,3	17,1	19,0	20,8	22,6
168							7,38	8,19	9,00	10,2	12,2	14,2	16,2	18,1	20,1	22,0	24,0
193,7									10,4	11,8	14,1	16,4	18,7	21,0	23,3	25,5	27,8

Tabelle 7 — Grenzabmaße des Durchmessers für wärmebehandelte Rohre

Verhältnis T/D	Grenzabmaße nach Tabelle 6 sind zu multiplizieren mit
$\geq 0,05$	1
$0,05 > T/D \geq 0,025$	1,5
$< 0,025$	2

8.5.1.3 In Abhängigkeit von der Wanddicke T sind die folgenden Grenzabmaße festgelegt:

- a) $T \leq 1,5$ mm: $\pm 0,15$ mm;
- b) $T > 1,5$ mm: $\pm 0,1$ T or $\pm 0,35$ mm, es gilt jeweils der kleinere Wert.

Das positive Grenzabmaß gilt nicht für den Schweißnahtbereich. Andere Grenzabmaße der Wanddicke dürfen festgelegt werden (siehe Optionen 19).

Option 19: Für die Wanddicke ist ein vermindertes Grenzabmaß festgelegt. Die Werte sind bei der Anfrage und Bestellung zu vereinbaren.

Option 20: Ein einseitiges Wanddickengrenzabmaß mit dem entsprechenden in 8.5.1.3, Absatz 1 angegebenen Toleranzbereich ist festgelegt.

8.5.2 Rohre mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt

8.5.2.1 Quadratischen und rechteckigen Rohre sind nach Seitenlänge(n) und Wanddicke festzulegen.

8.5.2.2 Vorzugsmaße und Grenzabmaße sind in Tabelle 8 angegeben.

8.5.2.3 Für die festgelegten Vorzugsmaße sind die Werte der längenbezogenen Masse in Tabelle 8 aufgeführt. Für andere Maße können diese Werte unter Anwendung der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$M = 0,785 A, \text{ in Kilogramm pro Meter (kg/m)} \quad (1)$$

Dabei ist

M die längenbezogene Masse;

A der Querschnitt in cm^2 .

Für die Berechnung von A wird die Gleichung (2) oder (3) angewendet:

a) für Waddicken $\leq 2,5 \text{ mm}$,

$$A = \frac{2 T (B + H - 2 T) - (4 - \pi) (0,5 T)^2}{10^2} \quad (2)$$

b) für Waddicken $> 2,5 \text{ mm}$,

$$A = \frac{2 T (B + H - 2 T) - (4 - \pi) ((1,75 T)^2 - (0,75 T)^2)}{10^2} \quad (3)$$

8.5.2.4 Grenzabmaße der Seitenlängen

Für die Lieferzustände +CR1 und +CR2 gelten die in Tabelle 8 angegebenen Grenzabmaße von H und B . Für Zwischenmaße gelten die Grenzabmaße des nächstgrößeren Vorzugsmaßes.

Option 16: verminderte Grenzabmaße der Seitenlänge sind festgelegt.

Für die Lieferzustände +A und +N sind die Grenzabmaße von H und B bei der Anfrage und Bestellung zu vereinbaren

8.5.2.5 Grenzabmaße der Waddicken

In Abhängigkeit von der Waddicke T sind folgende Grenzabmaße festgelegt:

a) $T \leq 1,5 \text{ mm}$: $\pm 0,15 \text{ mm}$;

b) $T > 1,5 \text{ mm}$: $\pm 0,1 T \text{ mm}$ oder $\pm 0,35 \text{ mm}$, es gilt jeweils der kleinere Wert.

Die positiven Grenzabmaße gelten nicht für die Schweißnaht und für die Maße $C_1 + 5 \text{ mm}$ und $C_2 + 5 \text{ mm}$ im Rundungsbereich (siehe Bild 1).

Andere Grenzabmaße der Dicke dürfen durch den Besteller festgelegt werden (siehe Optionen 19 und 20).

Option 19: Für die Waddicke gelten verminderte Grenzabmaße. Der entsprechende Wert ist bei der Anfrage und Bestellung zu vereinbaren.

Option 20: Ein einseitiges Waddickengrenzabmaß mit dem entsprechenden in 8.5.2.5, Absatz 1 angegebenen Toleranzbereich ist festgelegt.

8.5.2.6 Kantenradien

Für Stahlsorten E500 und geringer dürfen die Längen C_1 und C_2 (siehe Bild 1) einen Wert von $1,5\ T$ für Wanddicken $\leq 2,5\ \text{mm}$ und von $2,2\ T$ für Wanddicken $2,5\ \text{mm} < T \leq 6\ \text{mm}$ nicht überschreiten, (siehe auch Tabelle 8, Anmerkung).

Für Stahlsorten E550 und höher dürfen die Längen C_1 und C_2 nicht $4,0\ T$ überschreiten.

Option 40: Ein anderer Kantenradius ist festgelegt.

Tabelle 8 — Maße, Grenzabmaße und längenbezogene Masse für Rohre mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt

Seitenlänge(n)			Wanddicke T (mm)															
H	B (oder H)	Grenzabmaße von H und B	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
			Längenbezogene Masse ^a (kg/m)															
15	15	±0,20	0,271	0,356	0,438	0,518	0,632	0,741	0,810	0,876								
20	10	±0,20	0,271	0,356	0,438	0,518	0,632	0,741	0,810	0,876								
	15		0,318	0,418	0,516	0,612	0,750	0,882	0,967	1,05								
	20		0,365	0,481	0,595	0,706	0,868	1,02	1,12	1,22								
25	15	±0,25	0,365	0,481	0,595	0,706	0,868	1,02	1,12	1,22								
	25		0,459	0,607	0,752	0,894	1,10	1,31	1,44	1,57								
30	10	±0,25	0,365	0,481	0,595	0,706	0,868	1,02	1,12	1,22								
	15		0,412	0,544	0,673	0,800	0,985	1,16	1,28	1,39								
	20		0,459	0,607	0,752	0,894	1,10	1,31	1,44	1,57								
	30		0,553	0,732	0,909	1,08	1,34	1,59	1,75	1,91	2,15	2,39	2,71					
34	20	±0,25	0,497	0,657	0,815	0,970	1,20	1,42	1,56	1,71	1,91	2,11	2,38					
35	20	±0,25	0,506	0,670	0,830	0,989	1,22	1,45	1,59	1,74	1,95	2,16	2,43					
	25		0,553	0,732	0,909	1,08	1,34	1,59	1,75	1,91	2,15	2,39	2,71					
	35		0,647	0,858	1,07	1,27	1,57	1,87	2,07	2,26	2,54	2,86	3,26					
40	20	±0,30					1,34	1,59	1,75	1,91	2,15	2,39	2,71					
	25						1,46	1,73	1,91	2,08	2,34	2,63	2,98					
	30						1,57	1,87	2,07	2,26	2,54	2,86	3,26					
	40						1,81	2,15	2,38	2,60	2,93	3,33	3,80	4,25	4,68	5,07	5,45	5,80
45	45	±0,30					2,05	2,44	2,69	2,95	3,33	3,80	4,35	4,88	5,38	5,86	6,31	6,74
50	20	±0,30					1,57	1,87	2,07	2,26	2,54	2,86	3,26	3,62	3,97	4,29	4,59	4,86
	25						1,69	2,01	2,22	2,43	2,74	3,10	3,53	3,94	4,32	4,68	5,02	5,33
	30						1,81	2,15	2,38	2,60	2,93	3,33	3,80	4,25	4,68	5,07	5,45	5,80
	40						2,05	2,44	2,69	2,95	3,33	3,80	4,35	4,88	5,38	5,86	6,31	6,74
	50						2,28	2,72	3,01	3,29	3,72	4,28	4,90	5,51	6,09	6,64	7,18	7,68

Seitenlänge(n)			Wanddicke T (mm)															
H	B (oder H)	Grenzabmaße von H und B	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
			Längenbezogene Masse ^a (kg/m)															
60	20	±0,35							2,38	2,60	2,93	3,33	3,80	4,25	4,68	5,07	5,45	5,80
	30								2,69	2,95	3,33	3,80	4,35	4,88	5,38	5,86	6,31	6,74
	40								3,01	3,29	3,72	4,28	4,90	5,51	6,09	6,64	7,18	7,68
	50								3,32	3,64	4,11	4,75	5,45	6,14	6,79	7,43	8,04	8,63
	60								3,64	3,98	4,50	5,22	6,00	6,76	7,50	8,21	8,90	9,57
70	40	±0,40							3,32	3,64	4,11	4,75	5,45	6,14	6,79	7,43	8,04	8,63
	70								4,26	4,68	5,29	6,16	7,10	8,02	8,91	9,78	10,6	11,5
80	20	±0,50							3,01	3,29	3,72	4,28	4,90	5,51	6,09	6,64	7,18	7,68
	30								3,32	3,64	4,11	4,75	5,45	6,14	6,79	7,43	8,04	8,63
	40								3,64	3,98	4,50	5,22	6,00	6,76	7,50	8,21	8,90	9,57
	50								3,95	4,33	4,90	5,69	6,55	7,39	8,21	9,00	9,77	10,5
	60								4,26	4,68	5,29	6,16	7,10	8,02	8,91	9,78	10,6	11,5
	80								4,89	5,37	6,07	7,10	8,20	9,28	10,3	11,4	12,4	13,3
90	90	±0,60							5,52	6,06	6,86	8,04	9,30	10,5	11,7	12,9	14,1	15,2
100	40	±0,65							4,26	4,68	5,29	6,16	7,10	8,02	8,91	9,78	10,6	11,5
	50								4,58	5,02	5,68	6,63	7,65	8,65	9,62	10,6	11,5	12,4
	60								4,89	5,37	6,07	7,10	8,20	9,28	10,3	11,4	12,4	13,3
	80								5,52	6,06	6,86	8,04	9,30	10,5	11,7	12,9	14,1	15,2
	100								6,15	6,75	7,64	8,99	10,4	11,8	13,2	14,5	15,8	17,1
120	40	±0,70							4,89	5,37	6,07	7,10	8,20	9,28	10,3	11,4	12,4	13,3
	60								5,52	6,06	6,86	8,04	9,30	10,5	11,7	12,9	14,1	15,2
ANMERKUNG Die Rohre sind üblicherweise mit diesen Maßen verfügbar, für die Werte der längenbezogenen Masse festgelegt sind. Andere Maße einschließlich anderer Wanddicken (siehe 8.5.2.5) und anderer Kantenradien (siehe 8.5.2.6) können jedoch bestellt werden.																		
^a Die Nennwerte der längenbezogenen Masse basieren auf einer Dichte von 7,85 kg/dm3 und den Nennmaßen mit folgenden äußeren Rundungsradien: T ≤ 2,5 mm: 0,5T und T = 3 mm bis 6 mm: 1,75 T.																		