

DIN EN 13480-2

ICS 23.040.01

Ersatz für
DIN EN 13480-2:2002-08,
DIN EN 13480-2
Berichtigung 1:2006-06,
DIN EN 13480-2/A1:2011-02 und
DIN EN 13480-2/A2:2011-02

**Metallische industrielle Rohrleitungen –
Teil 2: Werkstoffe;
Deutsche Fassung EN 13480-2:2012**

Metallic industrial piping –
Part 2: Materials;
German version EN 13480-2:2012

Tuyauteries industrielles métalliques –
Partie 2: Matériaux;
Version allemande EN 13480-2:2012

Gesamtumfang 84 Seiten

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13480-2:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Metallische industrielle Rohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-05 AA im Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13480-2:2002-08, DIN EN 13480-2/A1:2011-02, DIN EN 13480-2/A2:2011-02, DIN EN 13480-2 Berichtigung 1:2006-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- b) die Änderung 1 wurde eingearbeitet;
- c) die Änderung 2 wurde eingearbeitet;
- d) die Berichtigung 1 wurde eingearbeitet;
- e) Aufnahme eines neuen informativen Anhang Y zur Entwicklung der EN 13480-2;
- f) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13480-2: 2002-08

DIN EN 13480-2 Berichtigung 1: 2006-06

DIN EN 13480-2/A1: 2011-02

DIN EN 13480-2/A2: 2011-02

Deutsche Fassung

Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 2: Werkstoffe

Metallic industrial piping - Part 2: Materials

Tuyauteries industrielles métalliques - Partie 2: Matériaux

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. Mai 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, 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	3
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Einheiten	9
4 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile in industriellen Rohrleitungen	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Besondere Anforderungen	12
4.3 Technische Lieferbedingungen	14
4.4 Kennzeichnung	15
5 Anforderungen an Werkstoffe für nicht drucktragende Teile	15
Anhang A (normativ) Systematische Einteilung von Stählen für Druckgeräte	16
Anhang B (normativ) Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch bei tiefen Temperaturen	18
B.1 Allgemeines	18
B.2 Werkstoffauswahl und Anforderungen an die Kerbschlagarbeit	19
B.2.1 Allgemeines	19
B.2.2 Verfahren 1	19
B.2.3 Verfahren 2	28
B.2.4 Verfahren 3 — Bruchmechanische Analyse	40
B.3 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung	41
B.3.1 Allgemeines	41
B.3.2 Kleinproben	42
B.4 Schweißnähte	43
B.4.1 Allgemeines	43
B.4.2 Schweißverfahrensprüfung	43
B.4.3 Probeplatten für Arbeitsprüfungen	43
B.5 Werkstoffe für die Verwendung bei erhöhten Temperaturen	43
B.5.1 Allgemeines	43
B.5.2 Werkstoffe	43
B.5.3 Schweißverfahrensprüfung und Probeplatten für Arbeitsprüfungen	44
B.5.4 Anfahren und Abfahren	44
B.5.5 Druckprüfung	44
Anhang C (normativ) Technische Lieferbedingungen für plattierte Produkte für Druckgeräte	52
C.1 Vorbemerkung	52
C.2 Anforderungen an den Werkstoff	52
C.3 Anforderungen an den Plattierungswerkstoff	52
C.4 Prüfung des Plattierungsverfahrens	53
C.5 Arbeitsprüfungen	54
Anhang D (informativ) Europäische Druckbehälterstähle	56
D.1 Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter	56
D.2 Europäische Normen für Stähle, eingeteilt nach Produktformen	57
Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13480-2	80
Y.1 Unterschiede zwischen der EN 13480-2:2002 und der EN 13480-2:2012	80
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG	81
Literaturhinweise	82

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13480-2:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2012 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 wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

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

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

Obwohl die Teile dieser Norm einzeln erhältlich sind, sollte erkennbar sein, dass sie voneinander abhängig sind. Die Herstellung von metallischen industriellen Rohrleitungen erfordert schlechthin die Anwendung aller relevanten Normteile, damit die Anforderungen der Norm ausreichend erfüllt werden können.

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

Anfragen können an diese Webadresse gerichtet werden:

http://portailgroupe.afnor.fr/public_espacenormalisation/CENTC267WG8/index.htm.

Über den Link zur MHD-Webseite kann auch ein Formular zur Übermittlung von Fragen heruntergeladen werden. Nachdem sich die Experten der Fachgebiete auf eine Antwort geeinigt haben, wird diese dem Fragesteller mitgeteilt. Korrigierte Seiten erhalten eine spezifische Ausstellungsnummer und werden von CEN nach den CEN-Regularien herausgegeben. Die Auswertungsbögen werden auf die Webseite des MHD gestellt.

Dieses Dokument ersetzt EN 13480-1:2002+A1:2010+A2:2010. Diese neue Ausgabe umfasst die vorher von den CEN-Mitgliedern genehmigten Änderungen und Korrekturen sowie die korrigierten Seiten bis Ausgabe 17 ohne jegliche technische Änderungen. Anhang Y liefert genaue Angaben zu den maßgeblichen technischen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe.

Zu dieser neuen Ausgabe können von Zeit zu Zeit Änderungen/Ergänzungen herausgegeben werden, die unmittelbar als Alternative zu den hier verwendeten Regularien genutzt werden. Eine Neuausgabe der EN 13480:2012 ist jährlich vorgesehen, um diese Änderungen und Ergänzungen zusammenzufassen.

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

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil dieser Europäischen Norm legt die Anforderungen an Werkstoffe (einschließlich metallischer Plattierungswerkstoffe) für industrielle Rohrleitungen und deren Halterungen nach EN 13480-1 aus metallischen Werkstoffen fest. Dieser Teil dieser Europäischen Norm ist zur Zeit auf Stähle mit ausreichender Duktilität begrenzt. Dieser Teil dieser europäischen Norm gilt nicht für Werkstoffe im Zeitstandbereich.

ANMERKUNG Weitere Werkstoffe werden in späteren Änderungen aufgenommen.

Diese Norm legt die Anforderungen für die Auswahl, Prüfung und Kennzeichnung von metallischen Werkstoffen für die Herstellung von industriellen Rohrleitungen fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 764-3:2002, *Druckgeräte — Teil 3: Definition der beteiligten Parteien*

EN 1092-1:2007, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

EN 10028-1:2007+A1:2009+AC:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 10028-2:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10028-3:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

EN 10028-4:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 4: Nickellegierte kaltzähe Stähle*

EN 10028-5:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 5: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, thermomechanisch gewalzt*

EN 10028-6:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 6: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, vergütet*

EN 10028-7:2007, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 7: Nichtrostende Stähle*

EN 10164:2004, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

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

EN 10213:2007, *Stahlguss für Druckbehälter*

EN 10216-1:2002+A1:2004, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur*

EN 10216-2:2002+A2:2007, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10216-3:2002+A1:2004, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus unlegierten und legierten Feinkornbaustählen*

EN 10216-4:2002+A1:2004, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10216-5:2004, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 5: Rohre aus nichtrostenden Stählen*

EN 10217-1:2002+A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur*

EN 10217-2:2002+A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10217-3:2002+A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen*

EN 10217-4:2002+A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technischen Lieferbedingungen — Teil 4: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10217-5:2002+A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technischen Lieferbedingungen — Teil 5: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10217-6:2002+A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 6: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10217-7:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 7: Rohre aus nichtrostenden Stählen*

EN 10222-1:1998+A1:2002, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 1: Allgemeine Anforderungen an Freiformschmiedestücke*

EN 10222-2:2000, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 2: Ferritische und martensitische Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10222-3:1998, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 3: Nickelstähle mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10222-4:1998+A1:2001, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

EN 10222-5:2000, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 5: Martensitische, austenitische und austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle*

EN 10253-2:2007, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 2: Unlegierte und legierte ferritische Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

- EN 10269:1999+A1:2006, *Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen*
- EN 10272:2007, *Stäbe aus nichtrostendem Stahl für Druckbehälter*
- EN 10273:2007, *Warmgewalzte schweißgeeignete Stäbe für Druckbehälter mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*
- EN 12074:1999, *Schweißzusätze - Qualitätsanforderungen für die Herstellung, die Lieferung und den Vertrieb von Zusätzen für das Schweißen und verwandte Verfahren*
- EN 13445-4:2009, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*
- EN 13445-5:2009, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*
- EN 13479:2004, *Schweißzusätze — Allgemeine Produktnorm für Zusätze und Pulver zum Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen*
- EN 13480-1:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 1: Allgemeines*
- EN 13480-3:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 3: Konstruktion und Berechnung*
- EN 13480-4:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 4: Fertigung und Verlegung*
- EN 13480-5:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 5: Prüfung*
- EN 20898-2:1993, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften; Regelgewinde (ISO 898-2:1992)*
- EN ISO 148-1:2010, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1:2009)*
- EN ISO 898-1:2009, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:2009)*
- EN ISO 2566-1:1999, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 1: Unlegierte und niedriglegierte Stähle (ISO 2566-1:1984)*
- EN ISO 2566-2:1999, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 2: Austenitische Stähle (ISO 2566-2:1984)*
- EN ISO 3506-1:1997, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1:1997)*
- EN ISO 3506-2:1997, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 2: Muttern (ISO 3506-2:1997)*
- CEN ISO/TR 15608:2000, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2000)*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe nach EN 13480-1:2012, EN 764-3:2002 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

niedrigste Werkstofftemperatur T_M

niedrigste Werkstofftemperatur, die jeweils für eine der folgenden Bedingungen festgelegt ist:

- normaler Betrieb;
- An- und Abfahren;
- etwaige Prozessstörungen, z. B. Aufschäumen von Fluiden, die einen atmosphärischen Siedepunkt unter 0 °C haben;
- Druck- oder Dichtheitsprüfung

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch 3.1.2 und 3.1.3.

3.1.2

Temperaturzuschlag T_S

Temperaturzuschlag zur Berechnung der Auslegungsreferenztemperatur T_R , er ist abhängig von der errechneten, Membranzugspannung bei der entsprechenden niedrigsten Werkstofftemperatur

Anmerkung 2 zum Begriff: Angaben zur Membranzugspannung siehe EN 13480-3:2012, Abschnitt 12.

3.1.3

Auslegungsreferenztemperatur T_R

maßgebende Temperatur für die Festlegung der Anforderungen an die Kerbschlagarbeit, die erhalten wird indem der Temperaturzuschlag T_S zur niedrigsten Werkstofftemperatur T_M addiert wird:

$$T_R = T_M + T_S$$

3.1.4

Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV}

Temperatur, bei der die geforderte Kerbschlagarbeit erreicht werden muss

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe B.2.

3.1.5

Kerbschlagarbeit KV

Schlagarbeit, die in Kerbschlagbiegeversuchen an Charpy-V-Proben nach EN ISO 148-1:2010 ermittelt wird

3.1.6

Referenzdicke e_B

Dicke eines Bauteils, die die Auslegungsreferenztemperatur T_R des Bauteils mit der für das Bauteil geforderten Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} in Bezug bringt

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe Tabellen B.2-2 bis B.2-7 und Bilder B.2-1 bis B.2-11.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Referenzdicke e_B , definiert in Tabelle B.4-1, basiert auf der Nenndicke (einschließlich Korrosionszuschlag). Bei stumpfgeschweißten Bauteilen ist e_B die Nennwanddicke des Bauteiles an der zum Schweißen vorbereiteten Kante.

3.2 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Einheiten nach EN 13480-1:2012 sowie die in der Tabelle 1 festgelegten Symbole und Einheiten.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Merkmal	Einheit
a_K	Formzahl	–
b	Breite	mm
C	Konstante	–
e_B	Referenzdicke	mm
G	Schubmodul	N/mm ² (MPa)
HB	Brinellhärte	–
HV	Vickershärte	–
h	Maximal zulässige Nahtüberspannung	mm
KV	Kerbschlagarbeit	J
L_0	Länge (Messlänge)	mm
P	Druck	bar
P_{LM}	Larson-Miller-Parameter	–
R_e	Streckgrenze	N/mm ² (MPa)
$R_{m T t}$	Zeitstandfestigkeit für T Stunden bei Temperatur t	N/mm ² (MPa)
S_0	Ausgangsquerschnitt	mm ²
T_M	Niedrigste Werkstofftemperatur	°C
T_{KV}	Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs	°C
T_R	Auslegungsreferenztemperatur	°C
T_S	Temperaturzuschlag	°C
α	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient	K ⁻¹
ε	Dehnung	%
ANMERKUNG 1 N/mm ² = 1 MPa		

4 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile in industriellen Rohrleitungen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Werkstoffe für drucktragende Teile in industriellen Rohrleitungen müssen die allgemeinen Anforderungen in 4.1 und falls zutreffend, die besonderen Bedingungen in 4.2 erfüllen. Werkstoffe für drucktragende Teile müssen auf der Basis der technischen Lieferbedingungen nach 4.3 bestellt werden.

Die Kennzeichnung von Werkstoffen für drucktragende Teile muss nach 4.4 erfolgen.

Werkstoffe sind nach Anhang A zu wählen.

Die Werkstoffe sind so zu wählen, dass sie mit den zu erwartenden Herstellungsmaßnahmen vereinbar und für das innen befindliche Fluid und die äußere Umgebung geeignet sind. Bei der Festlegung der Werkstoffe sind sowohl die üblichen Betriebsbedingungen als auch die während Herstellung, Transport, Prüfung, Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme vorübergehend auftretenden Bedingungen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen in 4.1 und 4.2 sollten ebenfalls erfüllt sein, wenn die technischen Lieferbedingungen, Europäische Werkstoffnormen, Europäische Werkstoffzulassungen oder Werkstoff-Einzelgutachten erstellt werden.

ANMERKUNG 2 Bei der Erstellung von technischen Lieferbedingungen für drucktragende Teile sollten Aufbau und Anforderungen nach EN 764-4:2002 eingehalten werden. Ausnahmen sollten technisch begründet werden.

Die Werkstoffe müssen nach CEN ISO/TR 15608:2000 in Werkstoffgruppen zugeteilt werden, um die Anforderungen für Herstellung und Inspektion den generischen Werkstoffsorten zuzuordnen.

ANMERKUNG 3 Werkstoffe sind diesen Gruppen auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung und ihren Eigenschaften in Bezug auf die Herstellung und die Wärmebehandlung nach dem Schweißen zugeordnet.

4.1.2 Werkstoffe für drucktragende Teile, die den Anforderungen dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen nach EN 10204:2004 zertifiziert sein.

ANMERKUNG Die Zertifizierung sollte mit EN 764-5:2002 übereinstimmen.

4.1.3 Die Werkstoffe müssen frei von Oberflächenfehlern und inneren Fehlern sein, die ihre Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen können.

4.1.4 Die festgelegte Mindest-Bruchdehnung des Stahls muss folgenden Werten entsprechen:

— $\geq 14 \%$ für die Querrichtung; und

— $\geq 16 \%$ für die Längsrichtung oder, wenn dies die weniger kritische Richtung ist, für die Querrichtung;

gemessen über eine Messlänge, L_0 , die wie folgt berechnet wird:

$$L_0 = 5,65 \sqrt{S_0} \quad (4.1-1)$$

Dabei ist

S_0 der Ausgangsquerschnitt innerhalb der Messlänge nach den Anforderungen in 4.1-1.

Es können jedoch auch niedrigere Werte für die Bruchdehnung als in 4.1 festgelegt (z. B. für Verbindungselemente oder Gussstücke) verwendet werden, jedoch müssen von den Beteiligten geeignete Maßnahmen zum Ausgleich dieser niedrigeren Werte getroffen werden und die besonderen Anforderungen überprüfbar sein.

ANMERKUNG Beispiele für den Ausgleich:

- Anwendung höherer Sicherheitsbeiwerte bei der Berechnung;
- Durchführung von geeigneten Berstversuchen zum Nachweis zähen Werkstoffverhaltens.

4.1.5 Bei einer anderen Messlänge als in 4.1.4 angegeben, muss die Mindest-Bruchdehnung durch Umrechnung der in 4.1.4 festgelegten Werte nach:

- EN ISO 2566-1:1999 für unlegierte und niedriglegierte Stähle;
- EN ISO 2566-2:1999 für austenitische Stähle

ermittelt werden.

4.1.6 Der Mindestwert der Kerbschlagarbeit, ermittelt an Charpy-V-Kerbschlagproben (EN ISO 148-1:2010), muss:

- ≥ 27 J für ferritische Stähle und für Stähle mit 1,5 % bis 5 % Ni;
- ≥ 40 J für Stähle der Werkstoffgruppen 8, 9.3 und 10

bei einer Prüftemperatur nach Anhang B, jedoch nicht über 20 °C betragen. Zusätzlich gelten die weiteren Anforderungen in Anhang B.

4.1.7 Die chemische Zusammensetzung von Stählen zum Schweißen oder Umformen darf die in Tabelle 4.1-1 angegebenen Werte nicht überschreiten. Ausnahmen müssen technisch begründet werden.

Tabelle 4.1-1 — Höchstzulässige Werte für die Gehalte an Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel für Stähle zum Schweißen oder Umformen

Stahl (nach Tabelle A.1)	Maximaler Gehalt nach der Schmelzenanalyse		
	% C	% P	% S
Stähle (1 bis 6 und 9)	0,23 ^a	0,035	0,025
Ferritische nichtrostende Stähle (7.1)	0,08	0,040	0,015
Martensitische nichtrostende Stähle (7.2)	0,06	0,040	0,015
Austenitische nichtrostende Stähle (8.1)	0,08	0,045	0,015 ^b
Austenitische nichtrostende Stähle (8.2)	0,10	0,035	0,015
Austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle (10)	0,030	0,035	0,015
^a Maximaler Gehalt nach der Stückanalyse 0,25 %. ^b Für Erzeugnisse, die bearbeitet werden müssen, ist nach Vereinbarung ein Schwefelgehalt von 0,015 % bis 0,030 % zulässig, sofern die Korrosionsbeständigkeit für den geplanten Anwendungsfall ausreichend sichergestellt ist.			

4.2 Besondere Anforderungen

4.2.1 Besondere Eigenschaften

4.2.1.1 Allgemeines

Wenn das Werkstoffverhalten durch Herstellprozesse oder Betriebsbedingungen so weit beeinträchtigt werden kann, dass der sichere Betrieb oder die Gebrauchsdauer des Druckbehälters ungünstig beeinflusst werden, ist dies bei der Festlegung des Werkstoffes zu berücksichtigen.

Ungünstig auswirken können sich:

- Herstellprozesse: z. B. Kaltumformgrad und Wärmebehandlung;
- Betriebsbedingungen: z. B. Wasserstoffversprödung, Korrosion, Verzunderung, Alterungsverhalten des Werkstoffes nach der Kaltumformung.

4.2.1.2 Terrassenbruch und Lamellenrisse

Falls auf Grund der Nahtausführung oder der Beanspruchung mit Terrassenbruch oder Lamellenrissen zu rechnen ist (siehe EN 13480-3:2012, 7.2.3.3), sind Stähle zu spezifizieren und zu bescheinigen, die verbesserte Verformungseigenschaften senkrecht zur Oberfläche in Übereinstimmung mit EN 10164:2004 aufweisen.

ANMERKUNG Siehe Hinweis in EN 1011-2:2001.

4.2.2 Auslegungstemperatur oberhalb 20 °C

4.2.2.1 Ein Werkstoff darf für drucktragende Teile nur innerhalb des Temperaturbereiches verwendet werden, für den die in EN 13480-3:2012 geforderten Werkstoffeigenschaften in den technischen Lieferbedingungen festgelegt sind. Falls die technischen Lieferbedingungen die speziellen Werkstoffkennwerte für die Auslegungs-referenztemperatur T_R nicht enthalten, müssen die in EN 13480-3:2012 für die Auslegung verlangten Werte durch lineare Interpolation zwischen den zwei benachbarten Werten ermittelt werden. Aufrunden ist nicht erlaubt.

Für andere als austenitische und austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle darf der für R_{eH} ($R_{p0,2}$) bei Raumtemperatur festgelegte Wert für Temperaturen bis 50 °C eingesetzt werden. Die Interpolation für Auslegungs-referenztemperatur zwischen 50 °C und 100 °C muss mit den Werten von R_{eH} bei Raumtemperatur und 100 °C erfolgen, wobei 20 °C als Ausgangspunkt für die Interpolation eingesetzt wird. Über 100 °C muss die Interpolation zwischen den in der Tabelle festgelegten Werten linear erfolgen.

Für Kriechbruchfestigkeitswerte oder Festigkeitswerte der plastischen Verformung in einer vorgegebenen Zeit ist lineare Interpolation nur zulässig, wenn die Differenz zwischen den zwei als Ausgangspunkt für die Interpolation dienenden Temperaturen gleich oder kleiner als 10 °C ist

4.2.2.2 Da die Kerbschlageigenschaften beeinträchtigt werden können, wenn der Werkstoff langfristig oder häufig erhöhten Temperaturen ausgesetzt wird, wird empfohlen, die Temperaturen und die Einwirkdauer der erhöhten Temperaturen aufzuzeichnen und diese Aufzeichnungen zur Einsichtnahme bei betriebsbegleitenden Prüfungen bereitzuhalten. Der Einfluss auf die Lebensdauererwartung muss berücksichtigt und aufgezeichnet werden.

4.2.3 Vermeidung von Sprödbbruch

Es gelten die Anforderungen in Anhang B.

4.2.4 Besondere Anforderungen für Verbindungselemente

Verbindungselemente umfassen Schrauben, Bolzen und Muttern.

Automatenstähle dürfen nicht verwendet werden. Verbindungselemente aus unlegierten oder ferritischen Ni-Stählen mit > 3,5 % Nickel dürfen nicht über 300 °C verwendet werden.

Die festgelegte Mindest-Zugfestigkeit von ferritischem und martensitischem Stabstahl für Schrauben darf 1 000 N/mm² nicht überschreiten. Die Mindest-Bruchdehnung des Stabstahls muss mindestens 14 % betragen.

Anforderungen an die Kerbschlagarbeit für ferritische und martensitische Stähle sind in Tabelle B.2-9 festgelegt.

Schraubenwerkstoff mit einer Auslegungstemperatur unter –160 °C muss einem Kerbschlagbiegeversuch bei –196 °C unterzogen werden.

Wasserstoffversprödung, Ermüdungs- oder Entspannungseigenschaften sind gegebenenfalls zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Detaillierte Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit und die innere Fehlerfreiheit des Stabstahls können bei einigen Anwendungsfällen erforderlich sein.

4.2.5 Rohrleitungen mit Auskleidung

Drucktragende Stähle für industrielle Rohrleitungen mit Auskleidung müssen für das zu befördernde Medium nicht geeignet sein, wenn die Auskleidung während des Betriebes als lecksichere Schutzhülle dient.

4.3 Technische Lieferbedingungen

4.3.1 Europäische Normen

Die Europäischen Normen für Bleche, Bänder, Stäbe, Rohre, Schmiedestücke, Armaturen und Gussstücke sind anzuwenden.

ANMERKUNG 1 Tabelle D.1-1 enthält eine informative Zusammenstellung der in Bezug genommenen Europäischen Werkstoffnormen und der Europäischen Normen über drucktragende Bauteile.

ANMERKUNG 2 Tabelle D.2-1 enthält eine Übersicht über Druckbehälterwerkstoffe, die in harmonisierten Normen festgelegt sind.

Besondere Bedingungen, bedingt durch Fertigung und Betrieb, sind gegebenenfalls zu berücksichtigen.

4.3.2 Europäische Werkstoffzulassung

Ein in einem Europäischen Werkstoffdatenblatt (EAM) festgelegter Werkstoff für Druckgeräte darf nur innerhalb seines Anwendungsbereiches verwendet werden.

4.3.3 Werkstoff-Einzelgutachten

Andere Werkstoffe als in 4.3.1 und 4.3.2 festgelegt, dürfen ebenfalls verwendet werden, sofern sie durch ein Werkstoff-Einzelgutachten (PMA) zugelassen wurden.

4.3.4 Plattierte Erzeugnisse

Technische Lieferbedingungen für plattierte Erzeugnisse für drucktragende Teile müssen den Anforderungen in Anhang C entsprechen.

ANMERKUNG 1 Europäische Normen über technische Lieferbedingungen für plattierte Erzeugnisse für Druckbehälter liegen derzeit nicht vor.

ANMERKUNG 2 Beispiele für nationale Dokumente, die technische Lieferbedingungen für plattierte Stähle enthalten, sind in [2] bis [4] enthalten.

4.3.5 Schweißzusätze und Hilfsstoffe

Technische Lieferbedingungen für Schweißzusätze und Hilfsstoffe, die zum Schweißen von drucktragenden Teilen und deren Anbauteilen verwendet werden, müssen EN 12074:1999 und EN 13479-1:2004 entsprechen.

ANMERKUNG Gleichwertige nationale/internationale Festlegungen sind zulässig, wenn sie im Hinblick auf die Anforderungen für das Qualitätssicherungs-System und die Anforderungen für Herstellung, Lieferung, Verteilung, Prüfverfahren und Bewertung von Schweißzusätzen und Hilfsstoffen die gleichen Kriterien erfüllen.

4.4 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung der Produkte oder Liefereinheiten muss die Rückverfolgbarkeit zwischen diesen und den Prüfbescheinigungen sicherstellen.

Für Werkstoffe nach Europäischen Normen muss die Kennzeichnung den Anforderungen der jeweils maßgebenden Produktnorm entsprechen.

Für andere Werkstoffe muss die Kennzeichnung mindestens umfassen:

- die Werkstoffspezifikation (Bezugsdokument, Werkstoffbezeichnung);
- Name oder Zeichen des Herstellers;
- Stempel des Prüfungsbeauftragten, falls zutreffend;

Bei Werkstoffen mit besonderen Prüfbescheinigungen muss die Kennzeichnung ein Identitätszeichen enthalten, das die Zugehörigkeit des Produktes oder der Liefereinheit zu der betreffenden Prüfbescheinigung ersichtlich macht.

5 Anforderungen an Werkstoffe für nicht drucktragende Teile

Werkstoffe für Tragknaggen, Zargen, Prallbleche und ähnliche nicht drucktragende, an den Behälter angeschweißte Teile müssen auf der Grundlage von Werkstoffspezifikationen geliefert werden, die zumindest die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und die Zugfestigkeit erfüllen. Diese Werkstoffe dürfen das Betriebsverhalten des Werkstoffes, mit dem sie verbunden werden, nicht beeinträchtigen.

Anhang A (normativ)

Systematische Einteilung von Stählen für Druckgeräte

Die Einteilung der Stähle in Gruppen ist in Tabelle A.1 enthalten. Die Zahlen der Gruppe 1 beziehen sich auf die Schmelzenanalyse der Werkstoffe. Die Zahlen in den Gruppen 4 bis 10 basieren auf dem Gehalt des Elementes, das in der Legierungsbezeichnung verwendet wird.

**Tabelle A.1 — Systematische Einteilung von Stählen für Druckgeräte
(Auszug aus CEN ISO/TR 15608:2000)**

Gruppe	Untergruppe	Stahlsorte
1		Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze $R_e \leq 460 \text{ N/mm}^2$ ^a und folgenden Analysenwerten in %: C $\leq 0,25$ Si $\leq 0,60$ Mn $\leq 1,70$ Mo $\leq 0,70^b$ S $\leq 0,045$ P $\leq 0,045$ Cu $\leq 0,40^b$ Ni $\leq 0,5^b$ Cr $\leq 0,3$ (0,4 für Gussstücke) ^b Nb $\leq 0,05$ V $\leq 0,12^b$ Ti $\leq 0,05$
	1.1	Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze $R_e \leq 275 \text{ N/mm}^2$
	1.2	Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $275 \text{ N/mm}^2 < R_e \leq 360 \text{ N/mm}^2$
	1.3	Normalgeglühte Feinkornstähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_e > 360 \text{ N/mm}^2$
	1.4	Stähle mit verbesserter Korrosionsbeständigkeit gegen Luftsauerstoff, deren chemische Zusammensetzung die Anforderungen an die einzelnen unter 1 aufgeführten Elemente überschreiten darf
2		Thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Stahlgussorten mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_e > 360 \text{ N/mm}^2$
	2.1	Thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Stahlgussorten mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $360 \text{ N/mm}^2 < R_e \leq 460 \text{ N/mm}^2$
	2.2	Thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Stahlgussorten mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$
3		Vergütete und ausscheidungsgehärtete Stähle, ausgenommen nichtrostende Stähle, mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze $R_e > 360 \text{ N/mm}^2$
	3.1	Vergütete Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $360 \text{ N/mm}^2 < R_e \leq 690 \text{ N/mm}^2$
	3.2	Vergütete Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_e > 690 \text{ N/mm}^2$
	3.3	Ausscheidungsgehärtete Stähle, ausgenommen nichtrostende Stähle

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Gruppe	Unter- gruppe	Stahlsorte
4		Cr-Mo-(Ni) Stähle mit niedrigem Vanadiumgehalt, mit $\text{Mo} \leq 0,7 \%$ und $\text{V} \leq 0,1 \%$
	4.1	Stähle mit $\text{Cr} \leq 0,3 \%$ und $\text{Ni} \leq 0,7 \%$
	4.2	Stähle mit $\text{Cr} \leq 0,7 \%$ und $\text{Ni} \leq 1,5 \%$
5		Cr-Mo-Stähle ohne Vanadium mit $\text{C} \leq 0,35 \%$ ^c
	5.1	Stähle mit $0,75 \% \leq \text{Cr} \leq 1,5 \%$ und $\text{Mo} \leq 0,7 \%$
	5.2	Stähle mit $1,5 \% < \text{Cr} \leq 3,5 \%$ und $0,7 < \text{Mo} \leq 1,2 \%$
	5.3	Stähle mit $3,5 \% < \text{Cr} \leq 7,0 \%$ und $0,4 < \text{Mo} \leq 0,7 \%$
	5.4	Stähle mit $7,0 \% < \text{Cr} \leq 10 \%$ und $0,7 < \text{Mo} \leq 1,2 \%$
6		Cr-Mo-(Ni)-Stähle mit hohem Vanadiumgehalt
	6.1	Stähle mit $0,3 \% \leq \text{Cr} \leq 0,75 \%$, $\text{Mo} \leq 0,7 \%$ und $\text{V} \leq 0,35 \%$
	6.2	Stähle mit $0,75 \% < \text{Cr} \leq 3,5 \%$, $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$ und $\text{V} \leq 0,35 \%$
	6.3	Stähle mit $3,5 \% < \text{Cr} \leq 7,0 \%$, $\text{Mo} \leq 0,7 \%$ und $0,45 \% \leq \text{V} \leq 0,55 \%$
	6.4	Stähle mit $7,0 \% < \text{Cr} \leq 12,5 \%$, $0,7 \% < \text{Mo} \leq 1,2 \%$ und $\text{V} \leq 0,35 \%$
7		Ferritische, martensitische oder ausscheidungsgehärtete nichtrostende Stähle mit $\text{C} \leq 0,35 \%$ und $10,5 \% \leq \text{Cr} \leq 30 \%$
	7.1	Ferritische nichtrostende Stähle
	7.2	Martensitische nichtrostende Stähle
	7.3	Ausscheidungsgehärtete nichtrostende Stähle
8		Austenitische Stähle
	8.1	Austenitische nichtrostende Stähle mit $\text{Cr} \leq 19 \%$
	8.2	Austenitische nichtrostende Stähle mit $\text{Cr} > 19 \%$
	8.3	Austenitische nichtrostende Manganstähle mit $4 \% < \text{Mn} \leq 12 \%$
9		Nickellegierte Stähle mit $\text{Ni} \leq 10 \%$
	9.1	Nickellegierte Stähle mit $\text{Ni} \leq 3 \%$
	9.2	Nickellegierte Stähle mit $3,0 \% < \text{Ni} \leq 8 \%$
	9.3	Nickellegierte Stähle mit $8,0 \% < \text{Ni} \leq 10 \%$
10		Austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle (Duplexstähle)
	10.1	Austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle mit $\text{Cr} \leq 24 \%$
	10.2	Austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle mit $\text{Cr} > 24 \%$
^a In Übereinstimmung mit der Festlegung in den Stahlnormen kann R_e durch $R_{p0,2}$ bzw. $R_{t0,5}$ ersetzt werden. ^b Ein höherer Wert ist zulässig, wenn $\text{Cr} + \text{Mo} + \text{Ni} + \text{Cu} + \text{V} \leq 0,75 \%$. ^c „Ohne Vanadium“ heißt: dem Werkstoff nicht vorsätzlich beigelegt.		

Anhang B (normativ)

Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch bei tiefen Temperaturen

B.1 Allgemeines

Dieser Anhang unterscheidet zwischen Druckgeräten mit Normalbetriebstemperaturen über oder unter 50 °C.

Für Druckgeräte mit Normalbetriebstemperaturen über 50 °C gilt B.5. Falls B.5 nicht anwendbar ist, sind die nachfolgenden Regeln für den Normalbetrieb bei niedrigeren Temperaturen anzuwenden.

Für Druckgeräte mit Auslegungstemperaturen ≤ 50 °C legt dieser Anhang drei alternative Verfahren für die Festlegung der Kriterien zur Vermeidung von Sprödbbruch bei tiefen Temperaturen¹⁾ von Stählen in Form von Blech, Band, Rohren, Fittings, Schmiedestücken, Gussstücken, Flanschen, Verbindungselementen und Schweißkonstruktionen für drucktragende Teile fest. In diesem Fall ist die Auslegungsreferenztemperatur T_R zu bestimmen²⁾. Die Kriterien beruhen auf Anforderungen an die Kerbschlagarbeit bei festgelegten Temperaturen für die Grundwerkstoffe, die Wärmeeinflusszone (einschließlich Schmelzlinie) und das Schweißgut.

Die drei Verfahren sind:

Verfahren 1 Technische Regeln:

- a) Technische Anforderungen, basierend auf der Definition $T_R = T_{27J}$, wie in den harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen festgelegt und der Annahme, dass es möglich ist, diese Mindesteigenschaften nach der Fertigung zu erreichen. Berechnet nach den für Verfahren 2 für C- und CMn-Stähle mit einer Streckgrenze von < 460 MPa angewendeten Grundsätzen der Bruchmechanik und;
- b) auf der Grundlage von Betriebserfahrungen, anwendbar auf Ni-legierte Stähle mit $Ni \geq 3$ % bis zu 9 %, auf austenitische Stähle sowie auf Schrauben und Muttern.

1) Einschließlich der Temperaturen bei der Druckprüfung.

2) Siehe EN 13480-2:2012, 3.1.3.

Verfahren 2 Aus den Grundsätzen der Bruchmechanik und aus Betriebserfahrungen entwickeltes Verfahren:

Ein flexiblerer Ansatz als Verfahren 1 zur Herleitung von technischen Anforderungen für C-, CMn-Stähle und niedrig legierte Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze $\leq 500 \text{ N/mm}^2$ und für austenitisch-ferritische Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze von $\leq 550 \text{ N/mm}^2$. Dieses Verfahren lässt sich auf einen größeren Dicken- und Temperaturbereich anwenden als das Verfahren 1, da T_R nicht gleich T_{27J} sein muss (siehe Bilder B.2-1 bis B.2-11). Darüber hinaus wurden für ferritische Stähle mit einer Mindeststreckgrenze von max. 355 N/mm^2 im spannungsarmgeglühten Zustand für größere Dicken Betriebserfahrungen berücksichtigt.

Verfahren 3 Anwendung einer bruchmechanischen Analyse.

Dieses allgemeine Verfahren ist anwendbar auf Fälle, die von den Verfahren 1 und 2 nicht erfasst werden. Darüber hinaus lässt sich das Verfahren anwenden, um Abweichungen von den Anforderungen nach Verfahren 1 oder 2 zu rechtfertigen. Zur Anwendung dieses Verfahrens, das nur im Einvernehmen mit den Beteiligten benutzt werden darf, werden nur allgemeine Hinweise gegeben.

Jedes der drei Verfahren kann unabhängig angewendet werden. Es genügt, wenn die nach einem der drei Verfahren aufgestellten Anforderungen erfüllt werden.

Alle anwendbaren Kombinationen der Temperaturen T_M (Werkstoff-Mindesttemperatur) und T_S (Temperaturzuschlag) müssen berücksichtigt werden; für die Festlegung der erforderlichen Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs ist der niedrigste aller möglichen T_R -Werte (Auslegungsreferenztemperatur) anzuwenden.

ANMERKUNG Begriffe für Temperaturen siehe 3.1.1 bis 3.1.4.

B.2 Werkstoffauswahl und Anforderungen an die Kerbschlagarbeit

B.2.1 Allgemeines

Mit den in B.2.1 (Verfahren 1) und B.2.2 (Verfahren 2) festgelegten Verfahren, sind die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit zu bestimmen, um Spröbruch zu vermeiden. Wahlweise darf zur Bestimmung der erforderlichen Zähigkeit das in B.2.3 festgelegte Verfahren (Verfahren 3) gewählt werden. Das angewendete Verfahren muss vollständig dokumentiert werden, um sicherzustellen, dass die Übereinstimmung mit den Anforderungen nachgewiesen werden kann.

Die Referenzdicke für die Ausführung ist in Tabelle B.5-1 festgelegt.

B.2.2 Verfahren 1

B.2.2.1 Allgemeines

Nach Verfahren 1 können Werkstoffe aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen zur Vermeidung von Spröbruch gewählt werden. Tabelle B.2-1 enthält eine Übersicht über die in den nachfolgenden Tabellen festgelegten Stahlsorten und Produktformen.

Schweißgut, Wärmeeinflusszone (WEZ) und weitere durch die Herstellprozesse betroffene Teile müssen den gleichen Anforderungen im Kerbschlagbiegeversuch entsprechen, wie die für den Grundwerkstoff bei T_R in den Tabellen angegebenen garantierten Mindesteigenschaften.

Die Tabellen enthalten Auslegungsreferenztemperaturen für maximale Dicken bei vorgegebenen Festigkeitswerten für Stähle aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen mit garantierten Mindestfestigkeiten und Kerbschlageigenschaften. Wenn diese Mindesteigenschaften nach der Fertigung nicht erreicht werden können, sind zähere Ausgangswerkstoffe zu wählen.

Tabelle B.2-1 — Leitfaden für die Werkstoffauswahl

Tabelle	Werkstoff oder Produktform^a	Stahlgruppe	Abschnitt
B.2-2	Bleche und Bänder	Ferritische Stähle	B.2.1.2
B.2-3	Nahtlose und geschweißte Rohre		
B.2-4	Stäbe		
B.2-5	Schmiedestücke		
B.2-6	Ni-legierte Stähle ($1,5 < \text{Ni} \leq 5 \%$)	Ferritische Stähle	B.2.1.3
B.2-7	Ni-legierte Stähle (9 % Ni)		
B.2-8	Schrauben und Muttern	Ferritische Stähle	B.2.1.4
B.2-9		Austenitische Stähle	
B.2-10			
B.2-11	Austenitische Stahlsorten	Austenitische Stähle	B.2.1.5

^a Für genormte Armaturen (T-Profile, Reduzierstücke, Rohrbögen und Rohrkappen) kann TR den Tabellen B.2-2 bis B.2-6 wie für den gültigen Werkstoff oder Produktform entnommen werden. Die Referenzdicke e_B der Armatur muss so gewählt werden, dass sie gleich der Referenzdicke der dickeren Anschlussrohre ist.

ANMERKUNG Anforderungen an austenitisch-ferritische Stähle sind nur in B.2.3 (Verfahren 2) enthalten.

Ist eine Probendicke von mindestens 5 mm nicht möglich, braucht der Werkstoff keinem Kerbschlagbiegeversuch unterzogen zu werden. Für Rohre mit einer Nominaldicke kleiner 6,3 mm müssen keine Kerbschlagbiegeversuche durchgeführt werden.

Die Werte der Auslegungsreferenztemperatur T_R müssen aus den Werten der Werkstofftemperatur T_M unter Verwendung der Werte des Temperaturzuschlags T_S nach Tabelle B.2-12 errechnet werden.

B.2.2.2 Ferritische Stähle

Die Tabellen B.2-2 bis B.2-5 enthalten ferritische Stähle aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen mit festgelegten Kerbschlageigenschaften unter -10 °C .

Der Tabellenwert von T_R ist gleichgesetzt mit der Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} für $KV = 27\text{ J}$.

Tabelle B.2-2 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch mit Referenzdicken für Bleche und Bänder

Bleche und Bänder								
Nr. nach Tabelle D.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenz- dicke e_B mm		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
1	EN 10028-2:2009	P235GH	1.0345	35	90	−20	1.1	
2		P265GH	1.0425	35	75			
3		P295GH	1.0481	35	65		1.2	
4		P355GH	1.0473	35	55			
29	EN 10028-3:2009	P275NH	1.0487	35	75	−20	1.1	
30		P275NL1	1.0488	35	75	−40		
31		P275NL2	1.1104	35	90	−50		
32		P355N	1.0562	35	55	−20	1.2	
33		P355NH	1.0565	35	55	−20		
34		P355NL1	1.0566	35	55	−40		
35		P355NL2	1.1106	35	55	−50		
39	EN 10028-4:2009	11MnNi5-3	1.6212	35	50	−60	9.1	
40		13MnNi6-3	1.6217	35	50	−60		
41		15NiMn6	1.6228	35	50	−80		
50	EN 10028-5:2009	P355M	1.8821	30	—	−20	1.2	a
51		P355ML1	1.8832	35	—	−40		a
52		P355ML2	1.8833	35	—	−50		a
53		P420M	1.8824	35	—	−20	2.1	a
54		P420ML1	1.8835	35	—	−40		a
55		P420ML2	1.8828	35	—	−50		a
59	EN 10028-6:2009	P355Q	1.8866	35	60	−20	1.2	
60		P355QH	1.8867	35	60	−20		
61		P355QL1	1.8868	35	60	−40		
62		P355QL2	1.8869	35	60	−60	3.1	
a TMCP-Stähle dürfen keiner Wärmenachbehandlung (PWHT) unterzogen werden.								

Tabelle B.2-3 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch mit Referenzdicken für nahtlose und geschweißte Rohre

Nahtlose und geschweißte Rohre								
Nr. nach Tabelle D.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenzdicke e_B mm		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
231	EN 10216-3:2002+ A1:2004	P275NL1	1.0488	35	75	−40	1.1	
232		P275NL2	1.1104	35	75	−50		
233		P355N	1.0562	35	55	−20	1.2	
234		P355NH	1.0565	35	55	−20		
235		P355NL1	1.0566	35	55	−40		
236		P355NL2	1.1106	35	55	−50		
248	EN 10216-4:2002+ A1:2004	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
249		P255QL	1.0452	35	40	−50		
250		P265NL	1.0453	25	25	−40		
251		26CrMo4-2	1.7219	15	40	−60	5.1	
252		11MnNi5-3	1.6212	35	40	−60	9.1	
253		13MnNi6-3	1.6217	35	40	−60	9.1	
306	EN 10217-3:2002+ A1:2005	P275NL1	1.0488	35	40	−40	1.1	
307		P275NL2	1.1104	35	40	−50		
308		P355N	1.0562	35	40	−20	1.2	
309		P355NH	1.0565	35	40	−20		
310		P355NL1	1.0566	35	40	−40		
311		P355NL2	1.1106	35	40	−50		
316	EN 10217-4:2002+ A1:2005	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
317		P265NL	1.0453	16	16	−40	1.1	a
321	EN 10217-6:2002+ A1:2005	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
322		P265NL	1.0453	25	25	−40	1.1	a

^a Grenzwerte für die Dicke ergeben sich aus den Grenzwerten der Wanddicke in den Europäischen Werkstoffnormen und den jeweiligen Europäischen Bauteilnormen.

Tabelle B.2-4 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Stäbe

Stäbe								
Nr. nach Tabelle D.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenzdicke e_B mm		Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoff-gruppe nach CEN ISO/TR 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
147	EN 10273:2007	P275NH	1.0487	35	75	-20	1.1	
148		P355NH	1.0565	35	55		1.2	
150		P355QH	1.8867	35	55		1.2	

Tabelle B.2-5 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schmiedestücke

Schmiedestücke								
Nr. nach Tabelle D.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenzdicke e_B mm		Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoff-gruppe nach CEN ISO/TR 15608:2000	Bemerkungen
				AW	PWHT			
367	EN 10222-3:1998	13MnNi6-3	1.6217	35	70	-60	9.1	
369		15NiMn6	1.6228	35	50	-80	9.1	
378	EN 10222-4:1998+ A1:2001	P285QH	1.0478	35	85	-20	1.2	
380		P355QH1	1.0571	35	60	-20	1.2	
382		P420QH	1.8936	35	50	-20	3.1	

B.2.2.3 Ni-legierte Stähle (Ni > 1,5 %)

Tabelle B.2-6 enthält Ni-legierte Stähle bis 5 % Nickel aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen.

Tabelle B.2-7 enthält Ni-legierte Stähle mit 9 % Nickel aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen.

Der Tabellenwert von T_R beruht auf der Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} für $KV = 27$ J.

Tabelle B.2-6 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Ni-legierte Stähle mit $1,5 \% < \text{Ni} \leq 5 \%$

Ni-legierte Stähle, 1,5 % < Ni ^a ≤ 5 %								
Nr. nach Tabelle D.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenz- dicke <i>e</i> _B mm AW PWHT		Auslegungs- referenz- temperatur <i>T</i> _R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608:2000	Bemerkungen
Bleche und Bänder								
42	EN 10028-4:2009	12Ni14	1.5637	35	80	-100	9.2	b
43		X12Ni5	1.5680	35	80	-120		
Nahtlose Rohre								
254	EN 10216-4:2002 +A1:2004	12Ni14	1.5637	25	—	-100	9.2	b
255		12Ni14		35	40	-90		b
256		X12Ni5	1.5680	25	—	-120		
257		X12Ni5		35	40	-110		
Schmiedestücke								
370	EN 10222-3:1998	12Ni14	1.5637	35	—	-100	9.2	b
371		12Ni14		35	50			b
372		12Ni14		35	70			b
373		X12Ni5	1.5680	35	—	-120		
374		X12Ni5		35	50			
^a Nickelgehalt = Nennwert.								
^b Bei Verwendung bei -105 °C (z. B. für Ethylen Anwendungen), muss ein Wert von 27 J für diese Temperatur sichergestellt sein.								
ANMERKUNG Grenzwerte für die Dicke ergeben sich aus den Grenzwerten der Wanddicke in Europäischen Werkstoffnormen.								

Tabelle B.2-7 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Ni-legierte Stähle mit $9 \% \text{ Ni}$

9 % — Ni ^a -Legierungen								
Nr. nach Tabelle D.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenz- dicke <i>e</i> _B mm AW PWHT	Auslegungs- referenz- temperatur <i>T</i> _R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608:2000	Bemerkungen	
Bleche und Bänder								
44	EN 10028-4:2009	X8Ni9	1.5662	— ^b	−196	9.3		
48		X7Ni9	1.5663					
Nahtlose Rohre								
258	EN 10216-4:2002 +A1:2004	X10Ni9	1.5682	— ^b	−196	9.3		
Schmiedestücke								
375	EN 10222-3:1998	X8Ni9	1.5662	— ^b	−196	9.3		
^a Nickelgehalt = Nennwert.								
^b Die Werkstoffe können bis zu den in harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen festgelegten maximalen Dicken verwendet werden.								