

DIN EN 13480-2

ICS 23.040.01

Ersatz für
 DIN EN 13480-2:2014-12,
 DIN EN 13480-2
 Berichtigung 1:2015-12,
 DIN EN 13480-2
 Berichtigung 2:2016-10 und
 DIN EN 13480-2/A2:2016-12

**Metallische industrielle Rohrleitungen –
 Teil 2: Werkstoffe;
 Deutsche Fassung EN 13480-2:2017**

Metallic industrial piping –
 Part 2: Materials;
 German version EN 13480-2:2017

Tuyauteries industrielles métalliques –
 Partie 2: Matériaux;
 Version allemande EN 13480-2:2017

Gesamtumfang 83 Seiten

DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13480-2:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-05 AA „Unbefeuerte Druckbehälter“ im DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13480-2:2014-12, DIN EN 13480-2 Berichtigung 1:2015-12, DIN EN 13480-2 Berichtigung 2:2016-10, DIN EN 13480-2/A2:2016-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- b) die Tabelle B.2-11 wurde überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13480-2: 2002-08, 2012-11, 2013-11, 2014-12

DIN EN 13480-2 Berichtigung 1: 2006-06, 2015-12

DIN EN 13480-2/A1: 2011-02

DIN EN 13480-2/A2: 2011-02, 2016-12

DIN EN 13480-2 Berichtigung 2: 2016-10

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 21. Juni 2017 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, 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

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

Inhalt

Seite

Europäisches 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	13
4.4 Kennzeichnung	14
5 Anforderungen an Werkstoffe für nicht drucktragende Teile	14
Anhang A (normativ) Systematische Einteilung von Stählen für Druckgeräte	15
Anhang B (normativ) Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch bei tiefen Temperaturen.....	17
B.1 Allgemeines.....	17
B.2 Werkstoffauswahl und Anforderungen an die Kerbschlagarbeit	18
B.2.1 Allgemeines.....	18
B.2.2 Verfahren 1	18
B.2.3 Verfahren 2	27
B.2.4 Verfahren 3 — Bruchmechanische Analyse	39
B.3 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung.....	40
B.3.1 Allgemeines.....	40
B.3.2 Kleinproben	41
B.4 Schweißnähte	42
B.4.1 Allgemeines.....	42
B.4.2 Schweißverfahrensprüfung.....	42
B.4.3 Probeplatten für Arbeitsprüfungen	42
B.5 Werkstoffe für die Verwendung bei erhöhten Temperaturen	42
B.5.1 Allgemeines.....	42
B.5.2 Werkstoffe	42
B.5.3 Schweißverfahrensprüfung und Probeplatten für Arbeitsprüfungen.....	43
B.5.4 Anfahren und Abfahren.....	43
B.5.5 Druckprüfung	43
Anhang C (normativ) Technische Lieferbedingungen für plattierte Produkte für Druckgeräte.....	51
C.1 Vorbemerkung	51
C.2 Anforderungen an den Werkstoff	51
C.3 Anforderungen an den Plattierungswerkstoff.....	51
C.4 Prüfung des Plattierungsverfahrens.....	52
C.5 Arbeitsprüfungen	53
Anhang D (informativ) Europäische Druckbehälterstähle	55
D.1 Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter	55
D.2 Europäische Normen für Stähle, eingeteilt nach Produktformen	56
Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13480-2.....	79
Y.1 Unterschiede zwischen der EN 13480-2:2012 und EN 13480-2:2017	79
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU.....	80
Literaturhinweise	81

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13480-2:2017) 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 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente 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.

In dieser europäischen Norm ist der Anhang A informativ.

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 <http://www.unm.fr> (en13480@unm.fr) gerichtet werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 13480-2:2012. Diese neue Ausgabe umfasst die vorher von den CEN-Mitgliedern genehmigten Änderungen und Korrekturen sowie die korrigierten Seiten bis Ausgabe 5 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.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, 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 zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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 13445-4:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN 13445-5:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

EN 13479:2004, *Schweißzusätze — Allgemeine Produktnorm für Zusätze und Pulver zum Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen*

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

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

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

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

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

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe nach EN 13480-1:2017, 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 1 zum Begriff: Werte für T_S sind in Tabelle B.2-12 festgelegt.

ANMERKUNG 2 zum Begriff: Angaben zur Membranzugspannung siehe EN 13480-3:2017, 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 13480-1:2017 sowie die in der Tabelle 3.2-1 festgelegten Symbole und Einheiten.

Tabelle 3.2-1 — 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.

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 CR ISO/TR 15608 in Werkstoffgruppen eingeteilt werden, um die Anforderungen für Herstellung und Inspektion den generischen Werkstoffsorten zuzuordnen.

ANMERKUNG 3 Die 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 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 13480-3:2017, 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 13480-3:2017 geforderten Werkstoffeigenschaften in den technischen Lieferbedingungen festgelegt sind. Falls die technischen Lieferbedingungen die speziellen Werkstoffkennwerte für die Auslegungsreferenztemperatur T_R nicht enthalten, müssen die in EN 13480-3:2017 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 Auslegungsreferenztemperatur 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 Sprödbruch

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 B.2.2.4 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 (EAM)

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

4.3.3 Werkstoff-Einzelgutachten (PMA)

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 D 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.

Anforderungen an Werkstoffe für Rohrhalterungen sind in EN 13480-3 festgelegt.

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)**

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 $\text{Cr} > 24 \%$
<p>^a In Übereinstimmung mit der Festlegung in den Stahlnormen kann R_e durch $R_{p0,2}$ bzw. $R_{t0,5}$ ersetzt werden.</p> <p>^b Ein höherer Wert ist zulässig, wenn $\text{Cr} + \text{Mo} + \text{Ni} + \text{Cu} + \text{V} \leq 0,75 \%$.</p> <p>^c „Ohne Vanadium“ heißt: dem Werkstoff nicht vorsätzlich beigelegt.</p>		

Anhang B (normativ)

Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch 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 Sprödbruch 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_{27} 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.2.2 (Verfahren 1) und B.2.3 (Verfahren 2) festgelegten Verfahren, sind die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit zu bestimmen, um Sprödbruch zu vermeiden. Wahlweise darf zur Bestimmung der erforderlichen Zähigkeit das in B.2.4 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.4-1 festgelegt.

B.2.2 Verfahren 1

B.2.2.1 Allgemeines

Nach Verfahren 1 können Werkstoffe aus harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen zur Vermeidung von Sprödbruch 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 B.2-2 bis B.2-11 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 Austenitische Stähle	B.2.1.4
B.2-9			
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 T_R 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 Gegenrohre ist.			

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

Ist nicht mindestens eine Probendicke von 5 mm 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 Sprödbruch 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		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608	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		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608	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		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608	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		Auslegungs- referenz- temperatur T_R °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608	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 $KV = 27 \text{ J}$.

Tabelle B.2-6 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Ni-legierte Stähle mit 1,5 % < Ni ≤ 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_B</i>		Auslegungs- referenz- temperatur <i>T_R</i> °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608	Bemerkungen
				AW	PWHT			
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 % Ni

9 % — Ni ^a -Legierungen								
Nr. nach Tabelle D.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr	Max. Referenz- dicke <i>e_B</i>		Auslegungs- referenz- temperatur <i>T_R</i> °C	Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608	Bemerkungen
				AW	PWHT			
Bleche und Bänder								
44	EN 10028-4:2003	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.								

B.2.2.4 Schrauben und Muttern

Für andere als in Tabelle B.2-8 angegebene Schrauben und Muttern ist eine festgelegte Kerbschlagarbeit von mindestens 40 J bei $T_{KV} = RT$ für $T_M \geq -10\text{ °C}$ erforderlich.

Wenn T_M unter -10 °C liegt, ist eine festgelegte Kerbschlagarbeit von mindestens 40 J bei $T_{KV} \leq T_M$ erforderlich.

Außer den Schraubenwerkstoffen aus austenitischen nichtrostenden Stählen nach Tabelle B.2-9 und Tabelle B.2-10 müssen Schraubenwerkstoffe mit einer Auslegungstemperatur unter -160 °C einem Kerbschlagbiegeversuch bei -196 °C unterzogen werden.

Tabelle B.2-8 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schrauben und Muttern bei $T_M \geq -10\text{ °C}$

Europäische Norm	Werkstoffart ^a	Dickenbegrenzung	Kerbschlagversuch KV für $T_M \geq -10\text{ °C}$	Prüftemperatur/ Wert
EN 10269:1999+A1:2006	Alle	nach EN 10269:1999+ A1:2006	nach EN 10269:1999+ A1:2006, Tabelle 4	nach EN 10269:1999+A1:2006, Tabelle 4
EN ISO 898-1:2009	5.6	$M \leq 39$	$M \geq 16$	20 °C /40 J
	8.8	$M \leq 39$	$M \geq 16$	20 °C /52 J
EN 20898-2:1993	5	$M \leq 39$	nein	—
	8	$M \leq 39$	nein	—
^a Die Ausgangswerkstoffe müssen EN 10269:1999+A1:2006 entsprechen.				

Tabelle B.2-9 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schrauben und Muttern, Schraubenwerkstoff nach EN 10269:1999+A1:2006

Werkstoffart	Dickenbegrenzung	Kerbschlagversuch	T_M	Bemerkung
1.4307, 1.4301, 1.4303, 1.4404, 1.4401, 1.4948, 1.4919, 1.4941, 1.4980 ^a	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 4	–196 °C	Kerbschlagversuch erforderlich für Durchmesser bzw. Dicken > 20 mm
1.4429, 1.4910,	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 4	–273 °C	Kerbschlagversuch erforderlich für Durchmesser bzw. Dicken > 20 mm
1.5523, 1.1133 1.6563	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	–20 °C	—
1.7218	$d \leq 60$ mm	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	–60 °C	—
	$60 < d \leq 100$ mm		–50 °C	
1.6582, 1.6580 1.7225	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	–40 °C	—
1.5680	$d \leq 45$ mm	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	–120 °C	—
	$45 < d \leq 75$ mm		–110 °C	
1.5662	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7	nach EN 10269:1999 +A1:2006, Tabelle 7 bei –196 °C	–196 °C	—

^a Bei Verwendung bei –273 °C ist eine Verifizierungsprüfung bei –196 °C nach EN 10269:1999+A1:2006, Tabelle 7, erforderlich.

Tabelle B.2-10 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schrauben und Muttern

Norm	Werkstoffart ^a		Dickenbegrenzung	T_M	Kerbschlagversuch
EN ISO 3506-1:1997	A2, A3	50	$M \leq 39$	–196 °C	nein
		70	$M \leq 24$		
EN ISO 3506-1:1997	A4, A5	50	$M \leq 39$	–60 °C ^b	nein
		70	$M \leq 24$		
EN ISO 3506-2:1997	A2, A3 A4, A5	50	$M \leq 39$	–196 °C	nein
		70	$M \leq 24$		

^a Die Ausgangswerkstoffe müssen EN 10269:1999+A1:2006 entsprechen.

^b –196 °C für Bolzen.

B.2.2.5 Niedrigste Werkstofftemperatur für austenitische nichtrostende Stähle

Lösungsgeglühte austenitische nichtrostende Stähle nach Tabelle B.2-11 können bis zur Temperatur T_M ohne Kerbschlagversuch verwendet werden, es sei denn, die Werkstoffnorm schreibt einen Kerbschlagversuch vor. So fordert z. B. EN 10028-7:2007 für Dicken über 20 mm zur Verwendung bei Tieftemperatur (unter -75 °C nach EN 10028-7:2007) einen Kerbschlagversuch bei Raumtemperatur.

Tabelle B.2-11 — Austenitische nichtrostende Stähle und deren niedrigste Werkstofftemperatur T_M

Werkstoff	Werkstoffnummer	T_M °C
X1NiCrMoCu 31-27-4	1.4563	-273
X1CrNiMoN 25-22-2	1.4466	
X1CrNi 25-21	1.4335	
X2CrNiMoN 17-13-3	1.4429	
X2CrNiMoN 17-11-2	1.4406	
X2CrNiMoN 18-12-4	1.4434	
X2CrNiMo 18-15-4	1.4438	
X2CrNiN 18-10	1.4311	
X2CrNiMo 18-14-3	1.4435	
X2CrNi 19-11	1.4306	
X2CrNiMo 17-12-2	1.4404	
X6CrNiTi 18-10	1.4541	
X6CrNiMoTi 17-12-2	1.4571	
X2CrNi 18-9	1.4307	
X1CrNiMoCuN 25-25-5	1.4537	-196
X1NiCrMoCuN 25-20-7	1.4529	
X1CrNiMoCuN 20-18-7	1.4547	
X1NiCrMoCu 25-20-5	1.4539	
X2CrNiMoN 17-13-5	1.4439	
X3CrNiMo 17-13-3	1.4436	
X6CrNiMoNb 17-12-2	1.4580	
X2CrNiMo 17-12-3	1.4432	
X5CrNiMo 17-12-2	1.4401	
X6CrNiNb 18-10	1.4550	
X5CrNi 18-10	1.4301	
GX5CrNi 19-10	1.4308	
GX5CrNiMo 19-11-2	1.4408	
GX2NiCrMo 28-20-2	1.4458	
GX2CrNi 19-11	1.4309	
GX2CrNiMo 19-11-2	1.4409	

Liegt die Auslegungstemperatur unter -105 °C , müssen Schweißgut und Wärmeeinflusszone für austenitische nichtrostende Stähle zusätzliche Anforderungen nach EN 13480-4:2017 erfüllen.

B.2.2.6 Temperaturzuschlag

T_S ist ein Temperaturzuschlag, der unter den in Tabelle B.2-12 angegebenen Bedingungen angewendet werden kann.

Tabelle B.2-12 — Temperaturzuschlag T_S ^a

Bedingung	Verhältnis zwischen druckinduzierter Hauptmembranspannung f und größter zulässiger Spannung f_d			Membranspannung ^b
	$f/f_d > 0,75$	$0,75 \geq f/f_d > 0,25$	$f/f_d \leq 0,25$	$\leq 50\text{ MPa}$
Nicht geschweißt oder nach dem Schweißen wärmebehandelt	0 °C	$T_S = 70 - 80 \times f/f_d$ [°C]	$+50\text{ °C}$	$+50\text{ °C}$
Geschweißt	0 °C	0 °C	0 °C	$+40\text{ °C}$
^a Mit Ausnahme der Werkstoffgruppen 9.1, 9.2 und 9.3, darf T_R für ferritische und austenitisch-ferritische Stähle nicht kleiner als -110 °C sein. ^b Die Membranspannung muss den inneren und äußeren Druck sowie das Eigengewicht berücksichtigen. Bei Wänden und Rohren von Wärmeaustauschern sollte die Ausdehnungsbehinderung bei Verschiebung der freien Enden der Wärmeaustauscherrohre ebenfalls berücksichtigt werden.				

B.2.3 Verfahren 2

B.2.3.1 Allgemeines

Verfahren 2 gilt für unlegierte (C-, CMn-)Stähle, Feinkornstähle, Ni-legierte Stähle mit höchstens 1,5 % Ni mit einer festgelegten Streckgrenze $\leq 500\text{ N/mm}^2$ und austenitisch-ferritische Stähle mit $\leq 550\text{ N/mm}^2$. Verfahren 2 beruht auf den Grundsätzen der Bruchmechanik [17], [18]. Es kann angewendet werden, um die Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch für diese Stähle zu bestimmen; es darf bei einer niedrigeren Auslegungsreferenztemperatur T_R als dem nach Verfahren 1 abgeleiteten Wert angewendet werden. Bei dieser Vorgehensweise entspricht die Auslegungsreferenztemperatur T_R nicht der Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} . Die Diagramme zeigen das Verhältnis zwischen T_R und T_{KV} in Abhängigkeit von der Referenzdicke und dem Festigkeitsgrad. Es wird unterschieden zwischen dem Zustand geschweißt (AW) und nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT). Dieses Verfahren gilt nicht für thermomechanisch gewalzte Stähle dicker als 35 mm.

Die Referenzdicke e_B für konstruktive Details ist in Tabelle B.4-1 angegeben.

Grundwerkstoff, Schweißnähte und Wärmeeinflusszone (WEZ) müssen den Anforderungen an die Kerbschlagarbeit KV bei Prüftemperatur T_{KV} entsprechen. Die Tabellen B.2-13 und B.2-14 geben an, welche Schaubilder für die Bestimmung der Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV} oder der Auslegungsreferenztemperatur T_R zugrunde zu legen sind. Der Zustand „nicht geschweißt“ ist wie der Zustand PWHT zu behandeln.

Falls für die Prüfung eine Kerbschlagarbeit KV von 40 J anstelle von 27 J eingesetzt wird, kann die Prüftemperatur T_{KV} um 10 °C erhöht werden, oder T_R kann um 10 °C gesenkt werden.

Lineare Interpolation zwischen den Festigkeits- und Dickenwerten, wie in den Bildern B.2-1 bis B.2-11 angegeben, ist zulässig. Wahlweise kann die nächsthöhere Festigkeitsklasse oder Wanddicke verwendet werden. Für gleiche Anforderungen sind niedrigere Prüftemperaturen als T_{KV} zulässig.

Die gestrichelten Linien in Bild B.2-1 und Bild B.2-3 gelten für eine Wanddicke bis 110 mm, wenn bei T_{KV} KV-Werte von mindestens 40 J ermittelt werden.

Der in Tabelle B.2-12 angegebene Temperaturzuschlag gilt auch für Verfahren 2. Extrapolationen für Temperaturbereiche unterhalb der in den Nomogrammen angegebenen Temperaturbereiche sind nicht zulässig.

Tabelle B.2-13 — Anforderungen für die Kerbschlagarbeit für unlegierte C-, CMn-, Feinkornstähle, Ni-legierte Stähle mit höchstens 3,0 % Ni

Festgelegte Mindest-Streckgrenze des Grundwerkstoffs	Erforderliche Kerbschlagarbeit KV (bei 10 mm × 10 mm Proben)	Bild zur Ermittlung der geforderten Prüftemperatur T_{KV}	
		nicht geschweißt und nach dem Schweißen wärmebehandelt	geschweißt
N/mm ²	J		
$R_e \leq 265$	27	B.2-1	B.2-2
$R_e \leq 355$	27	B.2-3	B.2-4
$R_e \leq 460$	40	B.2-5	B.2-6
$R_e \leq 500$	40	B.2-7	B.2-8
ANMERKUNG Die gestrichelten Linien in Bild B.2-1 und Bild B.2-3 sind nur für $KV \geq 40$ J anzuwenden.			

Tabelle B.2-14 — Anforderungen für die Kerbschlagarbeit für austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle

Festgelegte Mindest-Streckgrenze des Grundwerkstoffs	Erforderliche Kerbschlagarbeit KV (bei 10 mm × 10 mm Proben)	Bild zur Ermittlung der geforderten Prüftemperatur T_{KV}
N/mm ²	J	für alle Anwendungsfälle
$R_e \leq 385$	40	B.2-9
$R_e \leq 465$	40	B.2-10
$R_e \leq 550$	40	B.2-11

B.2.3.2 Vorgehensweise bei weniger als 10 mm dickem Grundwerkstoff

Die Werte von T_R und T_{KV} müssen den Bildern B.2-1 bis B.2-11 entsprechen. Die geforderten Werte der Kerbschlagarbeit sind in den Tabellen B.2-13 und B.2-14 festgelegt.

Für Wanddicken < 10 mm muss die Kurve für 10 mm angewendet werden.

Die für Proben in Untergröße geforderten Werte für die Kerbschlagarbeit sind in Tabelle B.3-1 enthalten.

B.2.3.3 Nomogramme für Verfahren 2

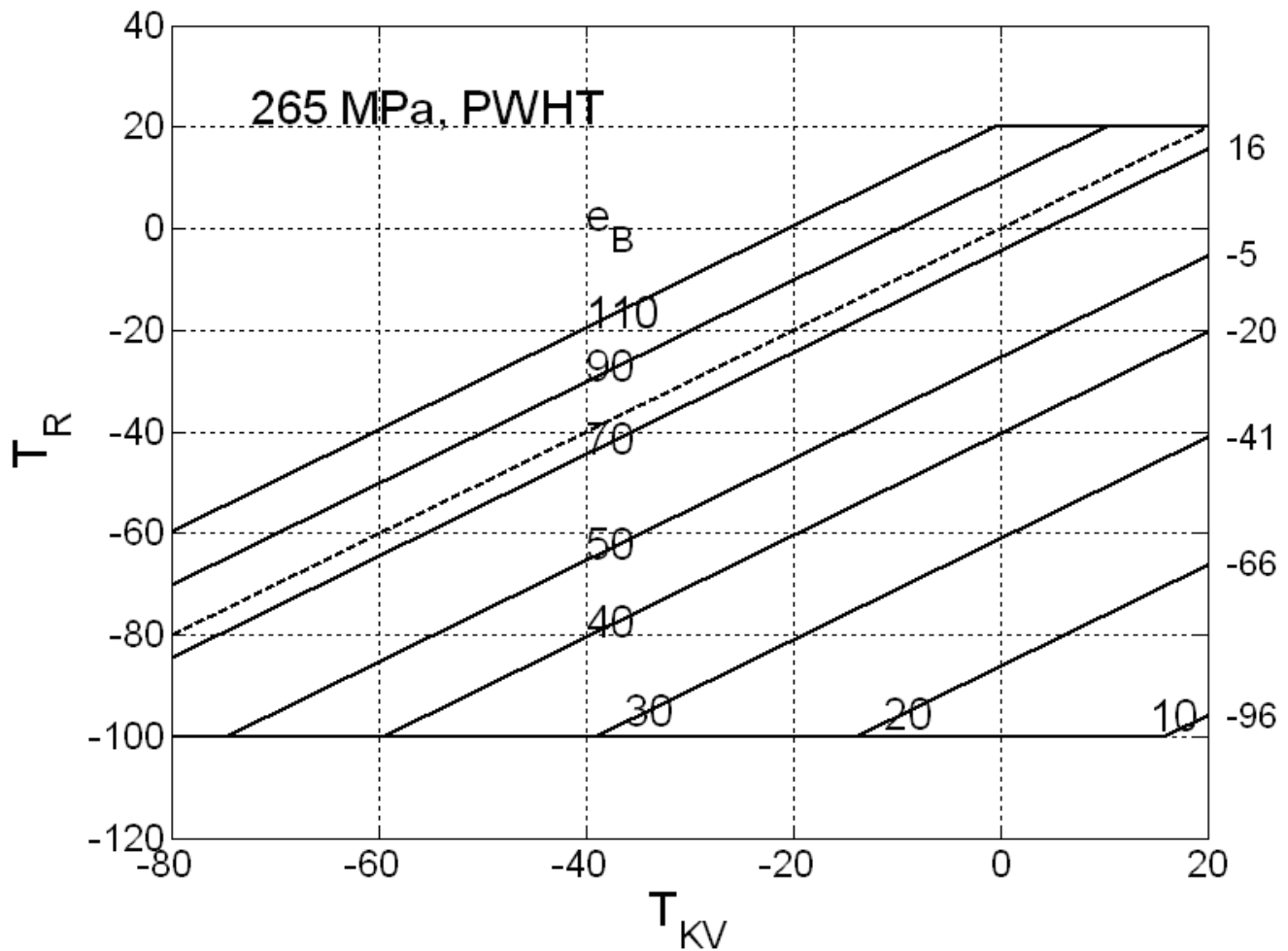
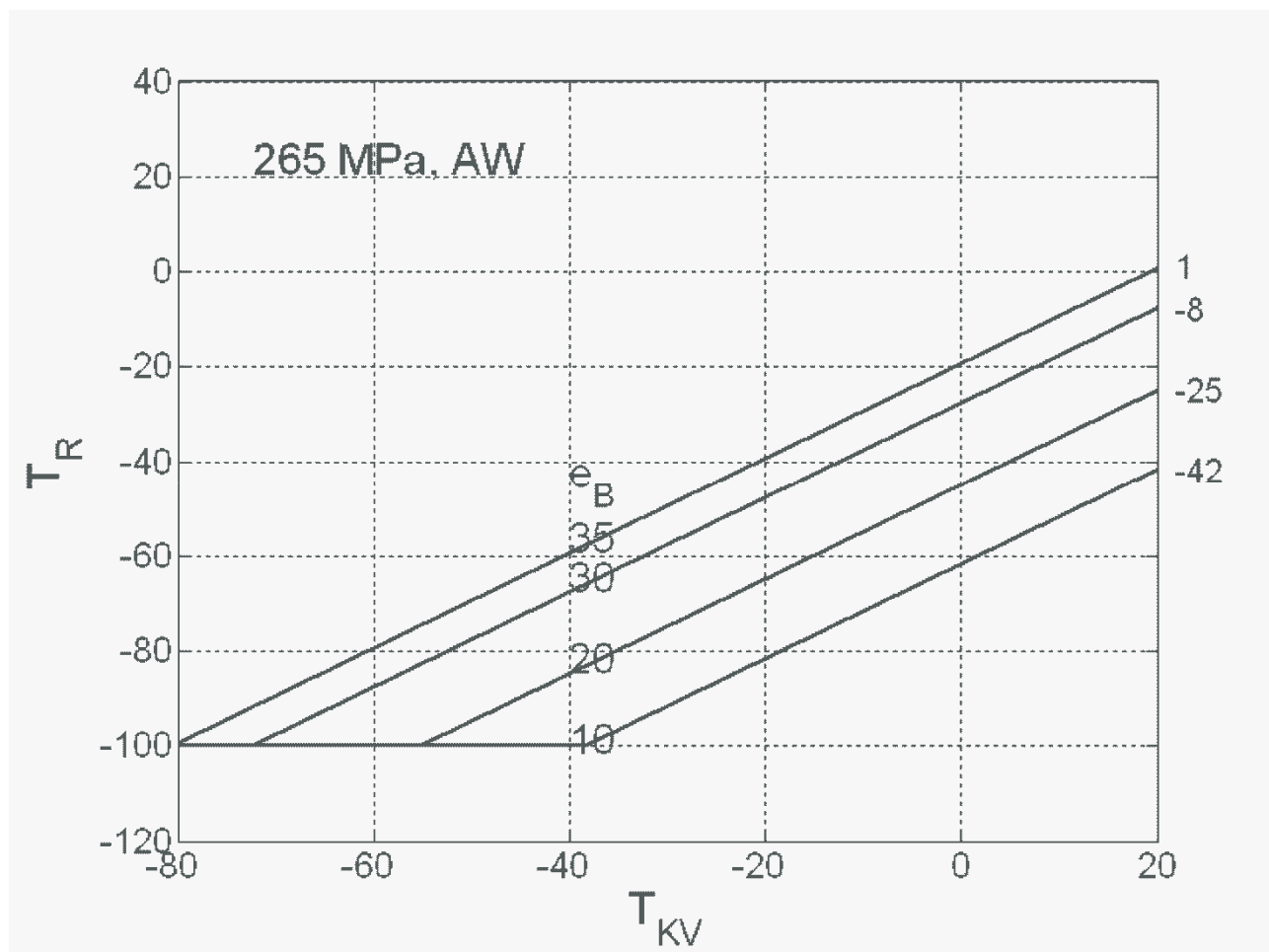
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-1 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, $R_e \leq 265 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 27 \text{ J}$. Die gestrichelte Linie ist nur für $KV = 40 \text{ J}$ und Dicken von 75 mm bis 110 mm anzuwenden

**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

**Bild B.2-2 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im
Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW),
 $R_e \leq 265 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 27 \text{ J}$**

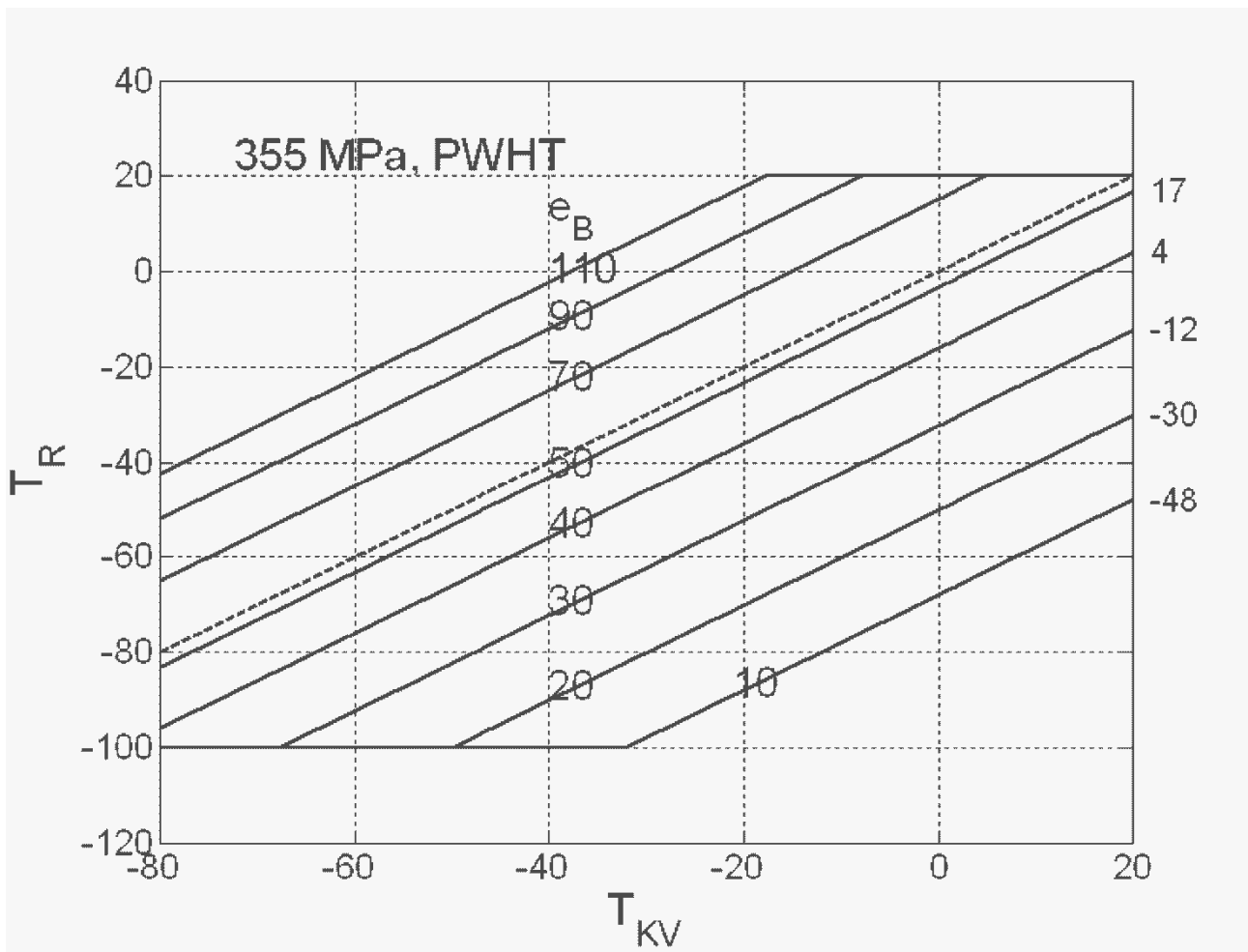
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-3 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, $R_e \leq 355 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 27 \text{ J}$. Die gestrichelte Linie ist nur für $KV = 40 \text{ J}$ und Dicken von 55 mm bis 110 mm anzuwenden

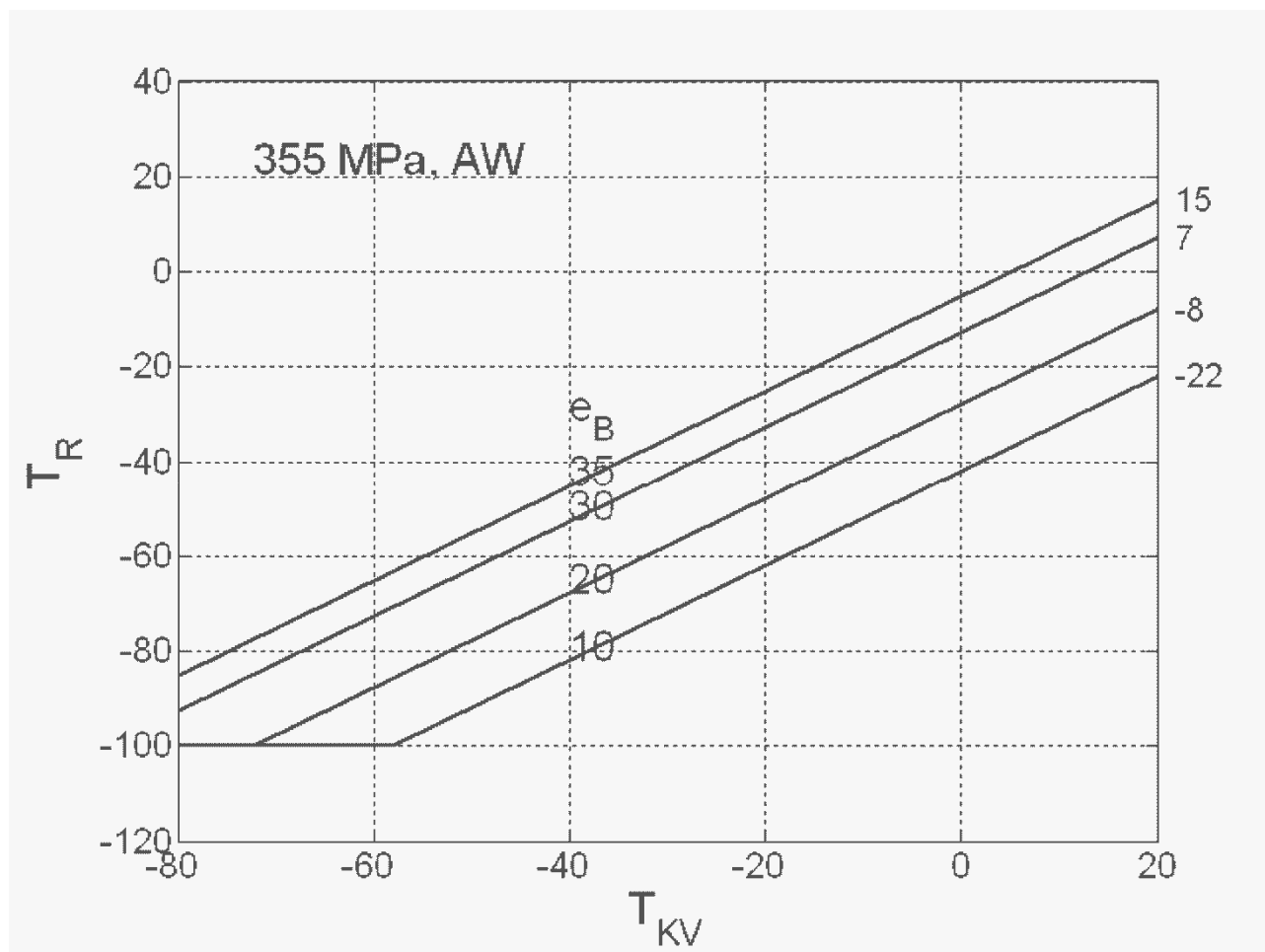
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-4 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW),
 $R_e \leq 355 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 27 \text{ J}$

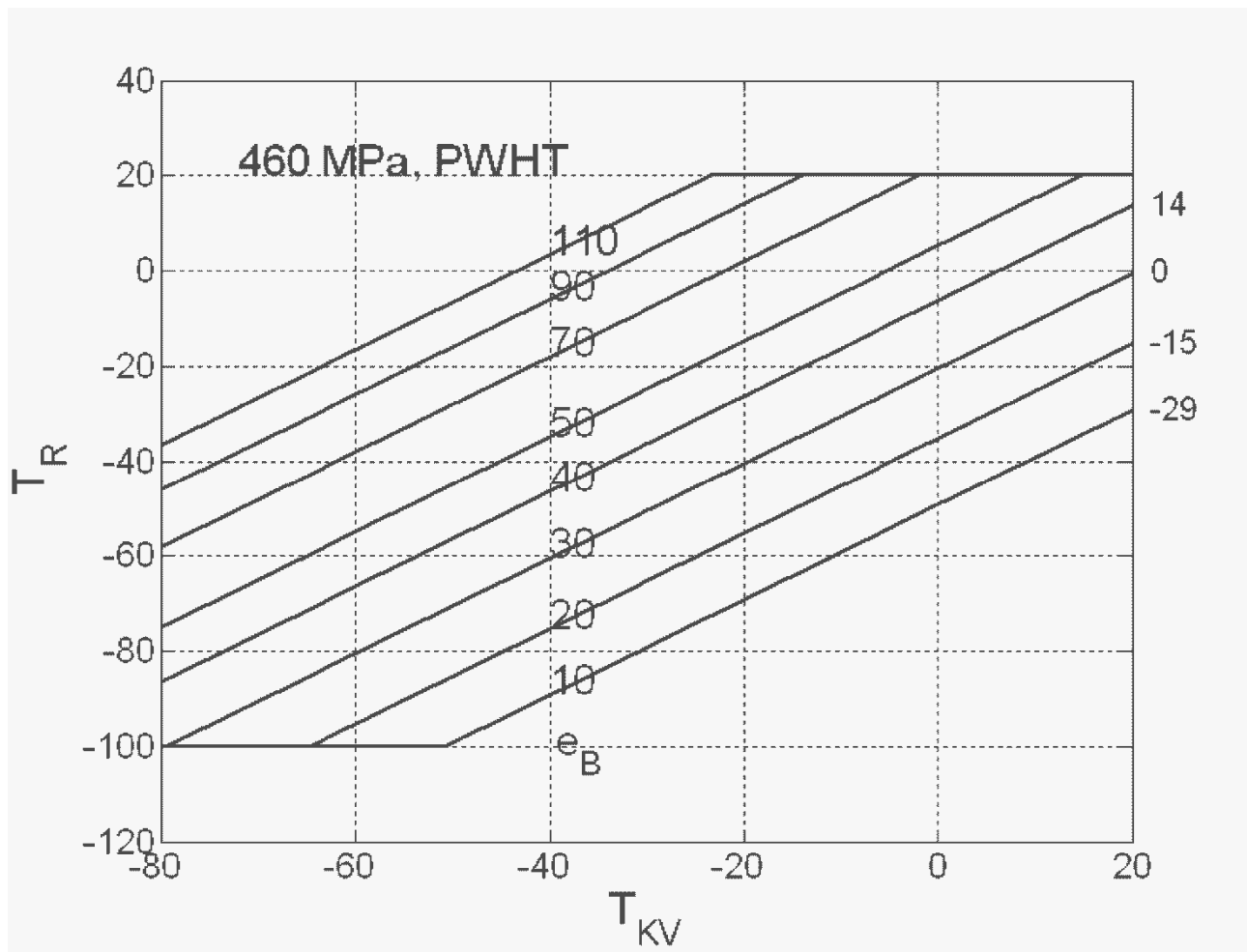
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-5 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, $R_e \leq 460 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 40 \text{ J}$

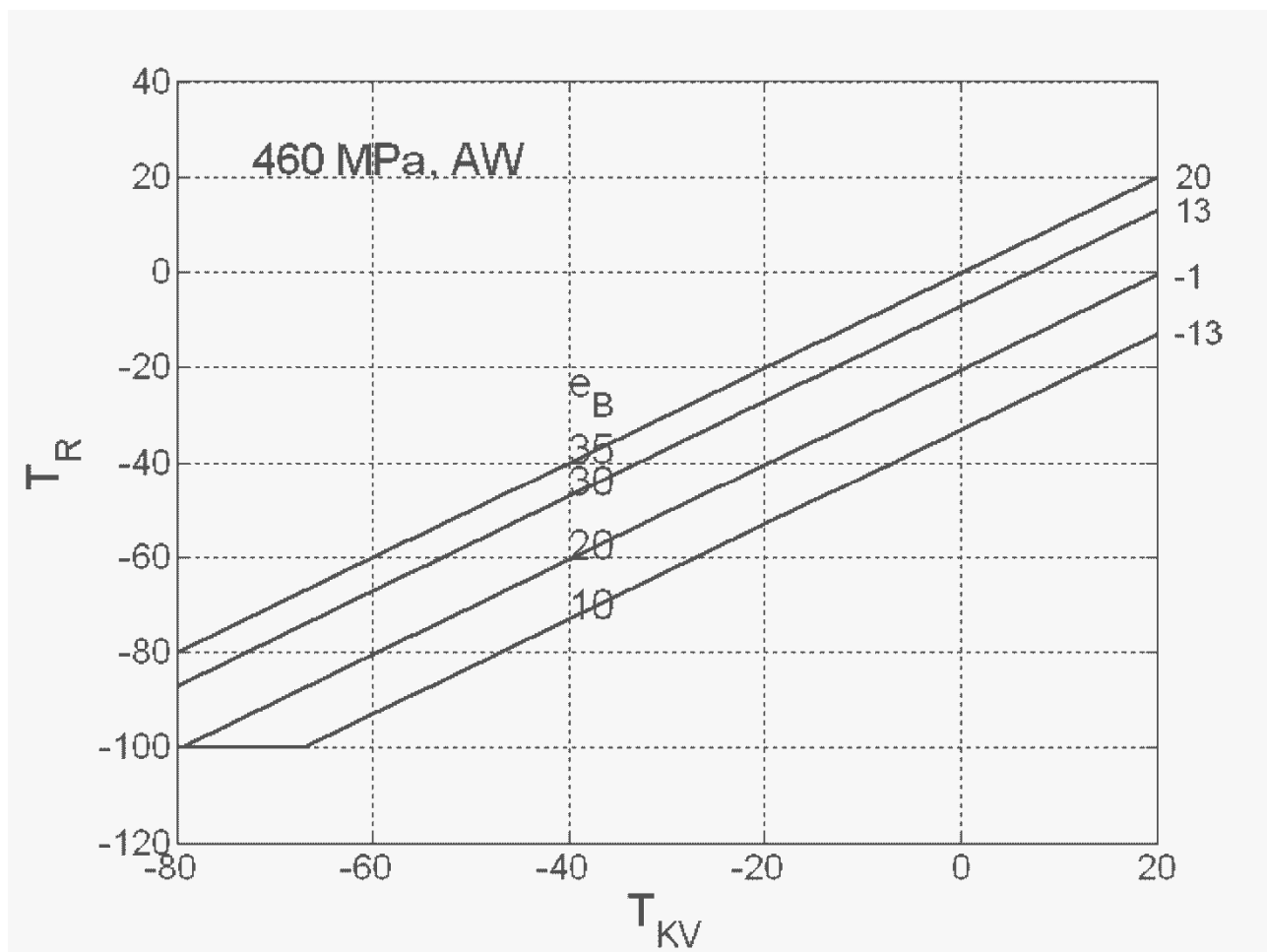
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-6 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW),
 $R_e \leq 460 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 40 \text{ J}$

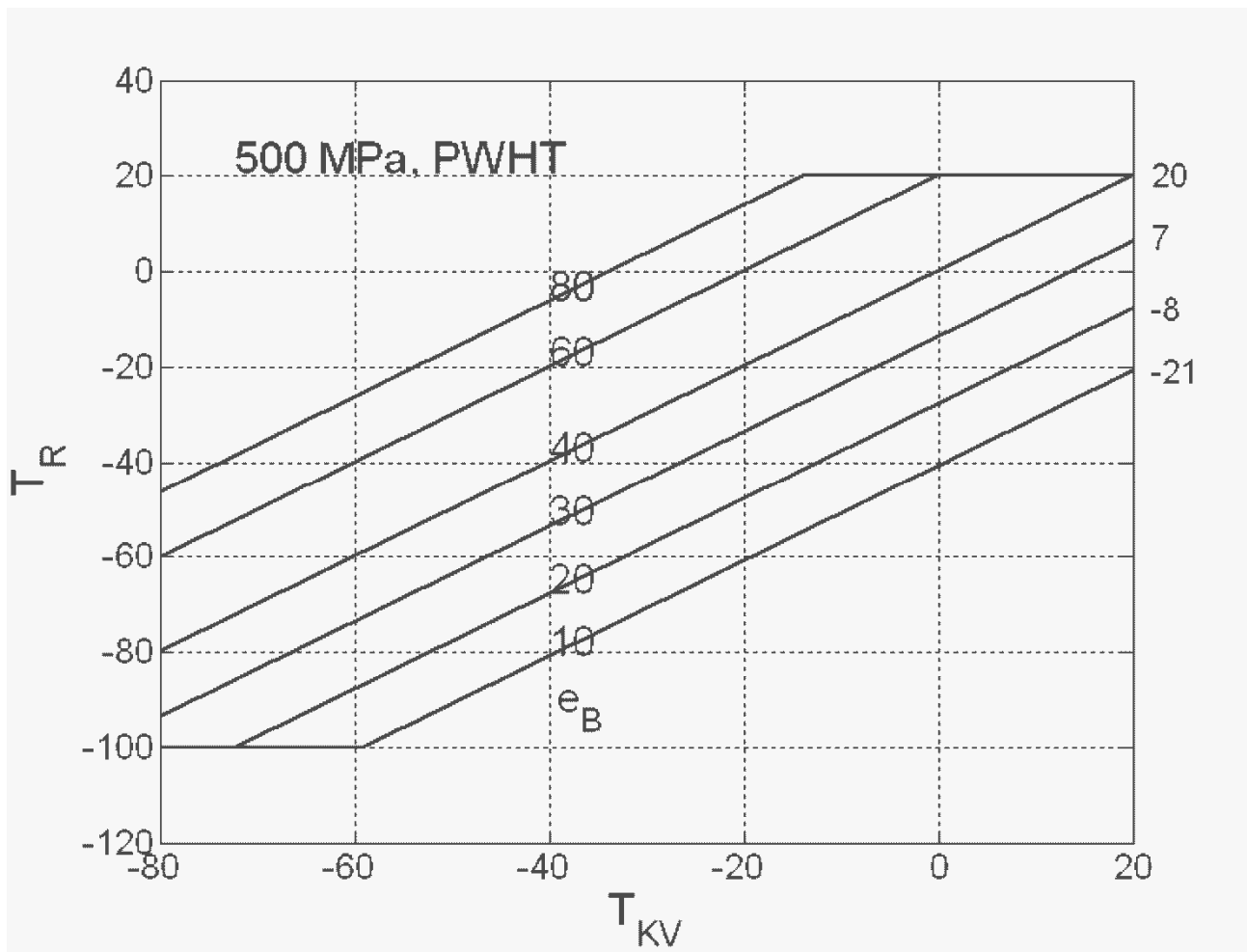
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-7 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, $R_e \leq 500 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 40 \text{ J}$

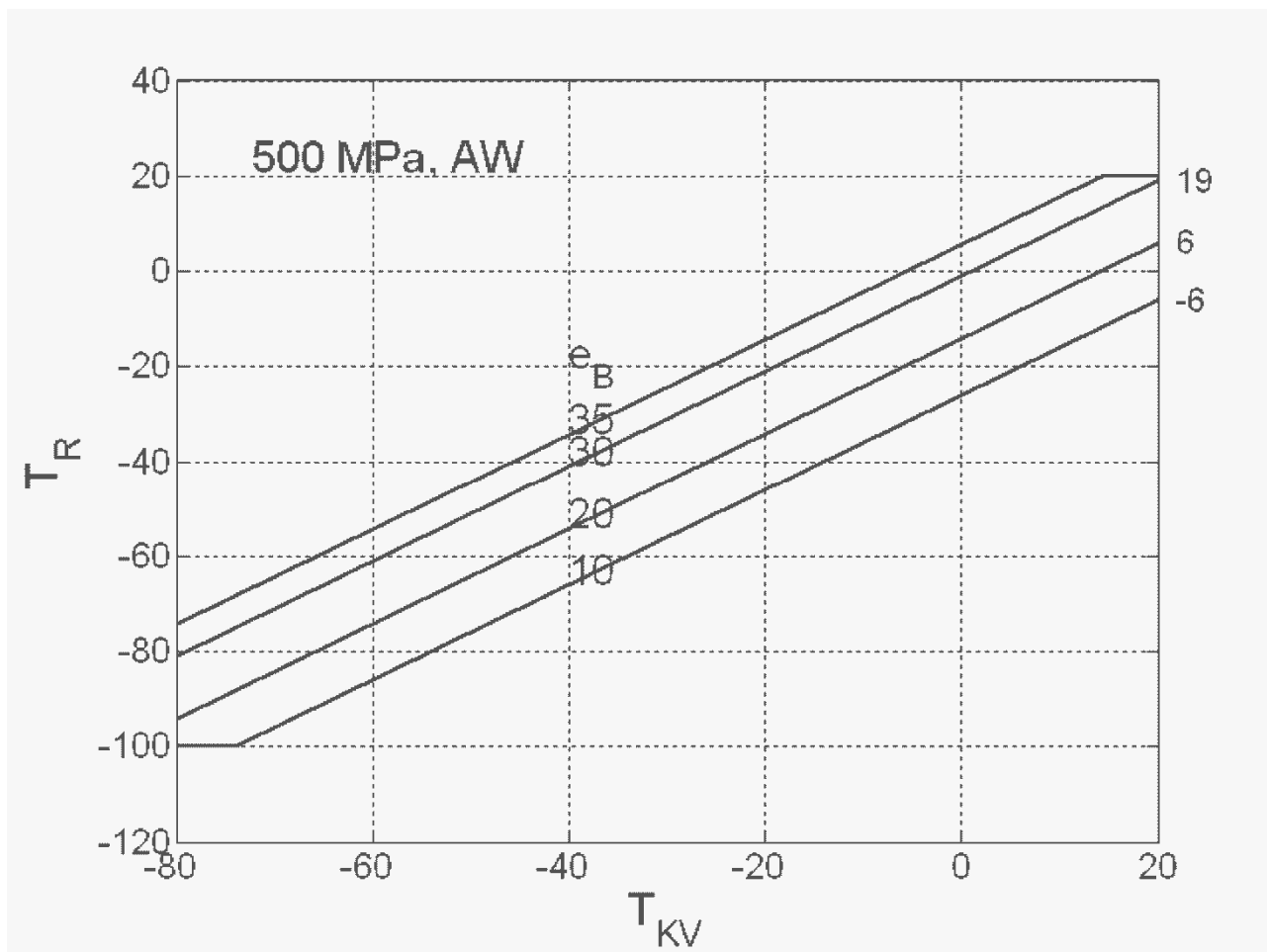
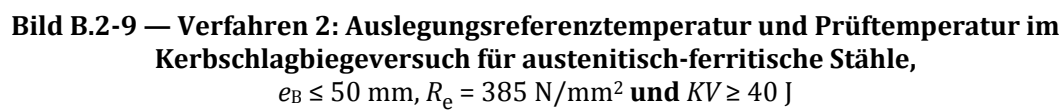
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-8 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW), $R_e \leq 500 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 40 \text{ J}$



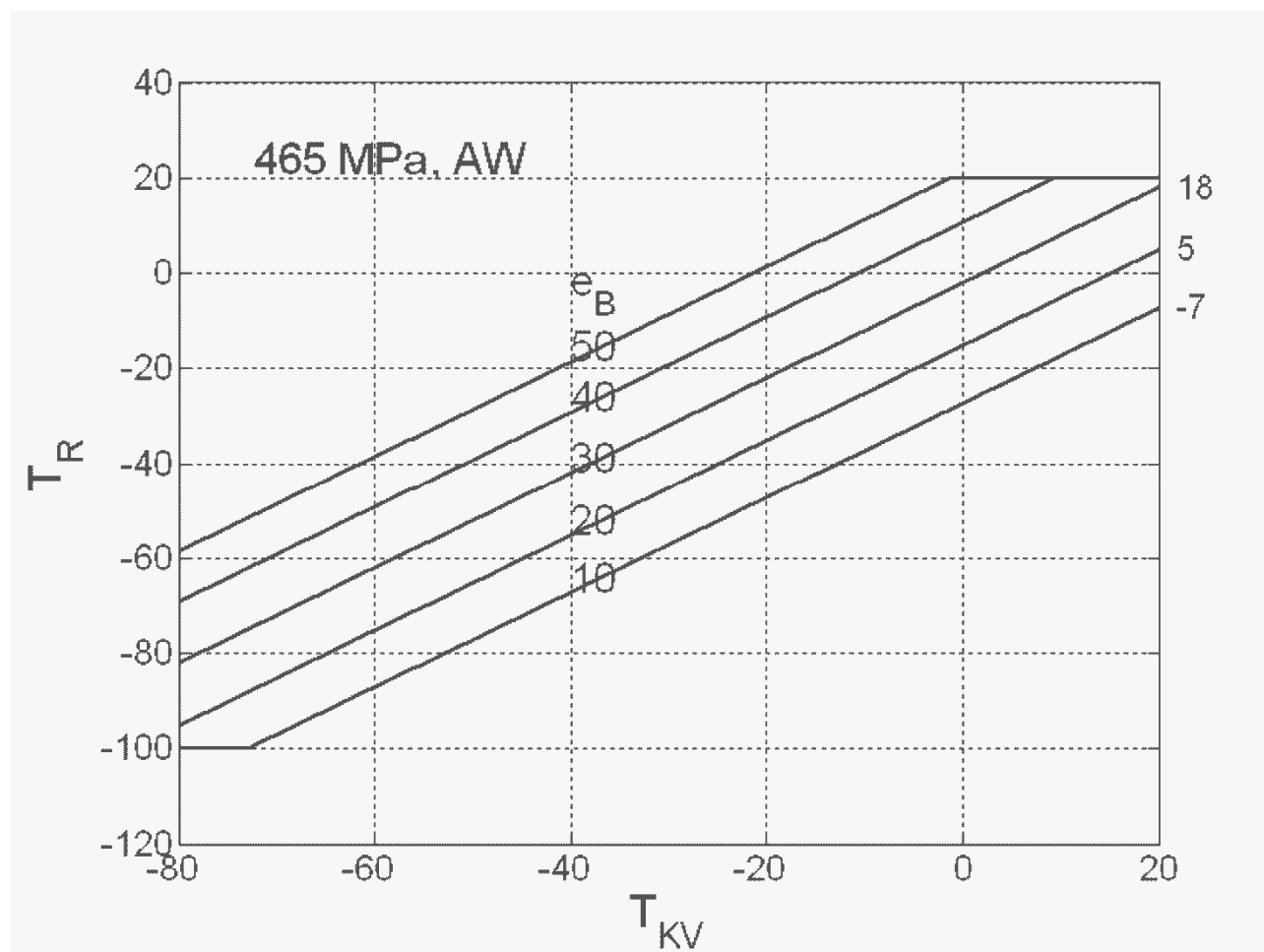
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-10 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für austenitisch-ferritische Stähle,
 $e_B \leq 50 \text{ mm}$, $R_e = 465 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 40 \text{ J}$

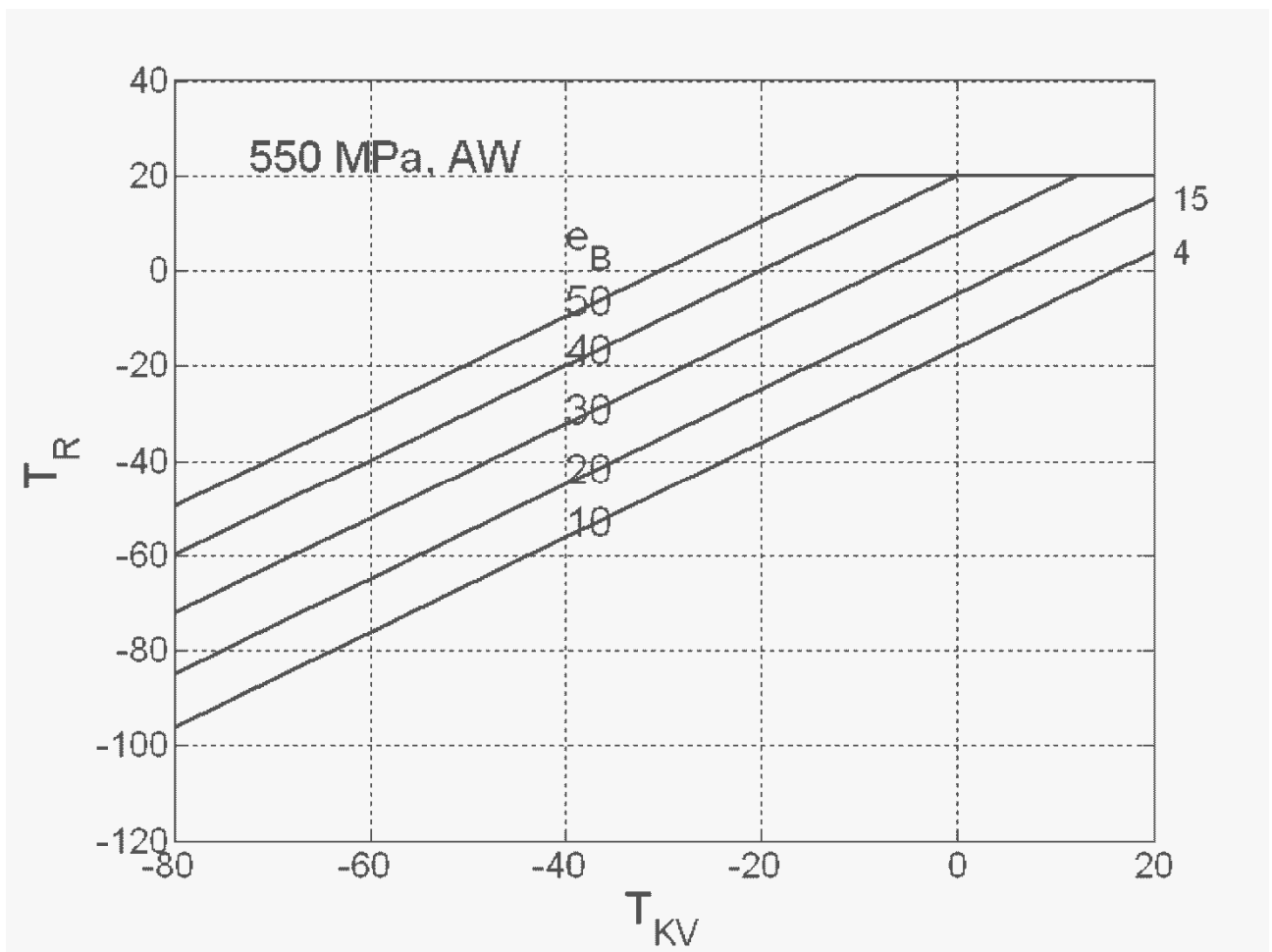
**Legende** T_R Auslegungsreferenztemperatur T_{KV} Werkstofftemperatur für den Kerbschlagbiegeversuch e_B Referenzdicke

Bild B.2-11 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für austenitisch-ferritische Stähle,
 $e_B \leq 50 \text{ mm}$, $R_e = 550 \text{ N/mm}^2$ und $KV \geq 40 \text{ J}$

B.2.4 Verfahren 3 — Bruchmechanische Analyse**B.2.4.1 Allgemeines**

Zur Feststellung der Eignung einzelner Behälter für die beabsichtigte Verwendung darf der Hersteller in folgenden Fällen eine bruchmechanische Analyse durchführen:

- für Werkstoffe, die derzeit nicht in harmonisierten Europäischen Werkstoffnormen enthalten sind;
- in den Fällen, in denen die Anforderungen der Verfahren 1 und 2 für Anwendungsfälle bei tiefen Temperaturen nicht erfüllt werden können;
- falls bei der zerstörungsfreien Prüfung Fehlstellen entdeckt werden, die außerhalb des nach EN 13445-5:2014 zulässigen Bereiches liegen;

- d) wenn vorgeschlagen wird, Werkstoffe in größeren Dicken zu verwenden, als nach den Anforderungen für den Einsatz bei tiefen Temperaturen zulässig ist.

ANMERKUNG Hinweise zur bruchmechanischen Analyse sind in den Publikationen [5] bis [10] unter Literaturhinweise enthalten.

Bei der Durchführung derartiger Analysen müssen die Anforderungen von B.2.4.2 bis B.2.4.5 eingehalten werden.

B.2.4.2 Die Bruchzähigkeitseigenschaften sind in Bruchmechanikversuchen an einseitig gekerbten Biegeproben der vollen Erzeugnisdicke oder gleichwertigen Kompaktzugversuchen mit Ermüdungsrissen über die gesamte Dicke in der Schweißnahtmittellinie und im Grundwerkstoff zu ermitteln. Insbesondere wenn im Betriebszustand durch Ermüdung oder irgendeine andere Beanspruchung das Risswachstum maßgebliche Bedeutung erlangen kann, sind zusätzliche Probenahmen aus den Wärmeeinflusszonen festzulegen.

Wenn die Wärmeeinflusszone geprüft werden soll, sind besondere Überlegungen im Hinblick auf die Platzierung der Kerbe und auf die metallographische Untersuchung im Anschluss an den Versuch notwendig.

B.2.4.3 Bei Werkstoffen, für die keine Tieftemperaturanforderungen nach den Verfahren 1 oder 2 abgeleitet werden können, kann ein ähnlicher Sicherheitsabstand gegen Bruch erreicht werden, indem Anforderungen an die Bruchzähigkeit festgelegt werden, die anhand von Beurteilungsverfahren nach [9] ermittelt wurden, und zwar unter Annahme einer vom Hersteller festgelegten Bezugsfehlergröße (z. B. eines die Wanddicke durchdringenden Fehlers mit einer Gesamtlänge von 10 mm oder eines Oberflächenfehlers mit einer Tiefe gleich einem Viertel der Wanddicke und einer Länge gleich dem Sechsfachen der Tiefe) und unter Vorgabe einer äquivalenten Spannung (oder Dehnung) entsprechend dem Zustand bei der Wasserdruckprüfung an einem Fehler, der im Bereich einer Spannungskonzentration liegt und unter der Einwirkung von Eigenspannungen steht, und zwar unter Eigenspannungen in Höhe der Streckgrenze des Grundwerkstoffs bei Raumtemperatur im Falle eines Bauteils im Schweißzustand oder in Höhe von 30 % der Streckgrenze des Grundwerkstoffs bei Raumtemperatur im Falle eines nach dem Schweißen wärmebehandelten Bauteils.

B.2.4.4 Wenn zerstörungsfreie Prüfverfahren eingesetzt werden, die eine genaue Bestimmung der Fehlergröße erlauben, müssen diese Werte zusammen mit Informationen über den Spannungszustand in den kritischen Bereichen des Behälters angewendet werden, um anhand geeigneter bruchmechanischer Beurteilungsverfahren genauere Zähigkeitsanforderungen festzulegen, als dies mit den Verfahren 1 und 2 erfolgt.

B.2.4.5 Bei Werkstoffen, für die Tieftemperaturanforderungen mit den Verfahren 1 oder 2 abgeleitet werden können, bei denen jedoch die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit nicht erfüllt werden können, kann unter Verwendung repräsentativer Bruchzähigkeitskennwerte und Anforderungen an die Inspektion eine Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit durchgeführt werden, um die Festigkeit des Behälters für den beabsichtigten Verwendungszweck festzustellen.

B.3 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung

B.3.1 Allgemeines

Kerbschlagbiegeversuche, falls erforderlich, sind nach EN ISO 148-1:2010 mit Charpy-V-Proben durchzuführen. Die geforderten Werte der Kerbschlagarbeit gelten für Grundwerkstoff, Wärmeeinflusszone und Schweißgut.

Die Probenposition muss den Festlegungen in den technischen Lieferbedingungen der Produktform des Werkstoffes für Druckgeräte entsprechen. Für Schweißverbindungen muss die Probenposition für Schweißgut und WEZ EN 13480-4:2017 entsprechen.

Von jedem Probenabschnitt sind für jede geforderte Position und Prüftemperatur T_{KV} drei Proben zu prüfen. Der Mittelwert der drei Proben muss mindestens gleich dem geforderten Wert der Kerbschlagarbeit sein. Nur ein Wert darf niedriger sein, jedoch nicht kleiner als 70 % des geforderten Wertes.

Die für den Grundwerkstoff geforderten Werte gelten für die Querrichtung. Wenn aufgrund der Geometrie keine Proben in Querrichtung entnommen werden können, müssen die erforderlichen Werte für die Kerbschlagarbeit anhand von Prüfungen in Längsrichtung ermittelt werden. Die für Querproben festgelegten erforderlichen Mindestwerte für die Schlagarbeit müssen bei C-, CMn-Stählen, Feinkornstählen und niedrig legierten Stählen mit hoher Streckgrenze mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden.

B.3.2 Kleinproben

Müssen Charpy-Proben in Untergröße verwendet werden, muss die gemessene Schlagarbeit proportional auf die Referenzprobendicke von 10 mm umgerechnet werden. Tabelle B.3-1 enthält Beispiele für 7,5 mm und 5 mm dicke Proben. Sofern nicht mindestens eine Probenbreite von 5 mm möglich ist, ist der Werkstoff keinem Kerbschlagbiegeversuch zu unterziehen.

Tabelle B.3-1 — Anforderungen an die Kerbschlagarbeit von Charpy-V-Kleinproben bei weniger als 10 mm dicken Grundwerkstoffen

Referenzwert	Kleinprobe	
10 mm × 10 mm	Probenmaße	
	10 mm × 7,5 mm	10 mm × 5 mm
Mindest-Schlagarbeit		
J		
27	20	14
40	30	20

Falls den Bauteilen und Schweißstellen keine Charpy-V-Proben in voller Größe entnommen werden können, sind Kleinproben zu prüfen. Die Kleinproben sind bei einer niedrigeren Prüftemperatur zu prüfen, um das Verhalten einer Probe der vollen Dicke darzustellen. Die Temperaturverschiebungen müssen Tabelle B.3-2 entsprechen.

Kerbschlagbiegeversuche sollten an der größtmöglichen Dicke des betreffenden Bauteils durchgeführt werden.

Tabelle B.3-2 — Gleichwertige Anforderungen an die Kerbschlagarbeit bei Kleinproben aus dickeren Querschnitten

Geforderter Wert der Kerbschlagarbeit	Probenmaße	Anforderungen an die Kleinprobe		
KV J	mm	KV J	Probenmaße mm	Verschiebung der Prüftemperatur °C
27	10 × 10	20	7,5 × 10	$T_{KV} - 5$
		14	5,0 × 10	$T_{KV} - 20$
40	10 × 10	30	7,5 × 10	$T_{KV} - 5$
		20	5,0 × 10	$T_{KV} - 20$
20	7,5 × 10	14	5,0 × 10	$T_{KV} - 15$
30	7,5 × 10	20	5,0 × 10	$T_{KV} - 15$
14	5,0 × 10	—	—	—
20	5,0 × 10	—	—	—

B.4 Schweißnähte

B.4.1 Allgemeines

Wenn Werkstoffe durch Schweißen verbunden werden müssen, muss die Wahl der Schweißzusätze und Hilfsstoffe und der Schweißverfahren sicherstellen, dass zusätzlich zu den Anforderungen in EN 13480-4:2017 bei Prüfung nach B.3 die geforderten Werte der Kerbschlagarbeit im Schweißgut und in den Wärmeeinflusszonen erreicht werden.

Die geforderten Werte der Kerbschlagarbeit müssen mindestens den Werten entsprechen, die für den Grundwerkstoff festgelegt sind. Es sind die Anforderungen von Verfahren 1 bzw. 2 einzuhalten.

B.4.2 Schweißverfahrensprüfung

Die Schweißverfahrensprüfung muss nach EN 13480-4:2017 durchgeführt werden.

B.4.3 Probepplatten für Arbeitsprüfungen

Die Probepplatten für die Schweißprüfungen von ferritischen und austenitisch-ferritischen Stählen müssen nach EN 13445-4:2014 ausgeführt werden.

B.5 Werkstoffe für die Verwendung bei erhöhten Temperaturen

B.5.1 Allgemeines

B.5 gilt für Druckgeräte mit Normalbetriebstemperaturen über 50 °C und

- Temperaturen beim An- und Abfahren und bei etwaigen Prozessstörungen nicht unter –10 °C und
- An- und Abfahrvorgängen unter kontrollierten Bedingungen nach B.5.4 und
- bei denen die für die Druckprüfung in B.5.5 festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

Wenn eine dieser Anforderungen nicht erfüllt wird, sind die Verfahren für Tieftemperaturwerkstoffe anzuwenden.

ANMERKUNG Die Begrenzung hinsichtlich An- und Abfahren, Prozessstörungen und Druckprüfung gilt nicht für austenitische nichtrostende Stähle.

B.5.2 Werkstoffe

Der Mindestwert der Kerbschlagarbeit, ermittelt an Charpy-V-Kerbschlagproben (siehe 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 von höchstens 20 °C betragen.

B.5.3 Schweißverfahrensprüfung und Probeplatten für Arbeitsprüfungen

Die Schweißverfahrensprüfung muss nach EN 13480-4:2017 durchgeführt werden.

Die Probeplatten für die Schweißprüfungen müssen nach EN 13480-4:2017 ausgeführt werden.

B.5.4 Anfahren und Abfahren

Um das Auftreten von Sprödbruch in Druckgeräten aus ferritischen oder austenitisch-ferritischen Stählen beim An- und Abfahren zu vermeiden, darf der Druck bei Temperaturen unter 20 °C 50 % des Auslegungsdrucks nicht überschreiten.

Diese Anweisung braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Bewertung der festgelegten Mindestwerte der Kerbschlagarbeit im Vergleich zu Verfahren 2 Auslegungsdrücke bei niedrigeren Temperaturen zulässt.

B.5.5 Druckprüfung

Bei Temperaturen unter 10 °C darf an Druckbehältern aus ferritischen oder austenitisch-ferritischen Stählen keine Wasserdruckprüfung durchgeführt werden.

Diese Temperaturbegrenzung braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn die Bewertung der festgelegten Mindestwerte der Kerbschlagarbeit im Vergleich zu Verfahren 2 Auslegungsdrücke bei niedrigeren Temperaturen zulässt.

Tabelle B.4-1 — Referenzdicke e_B

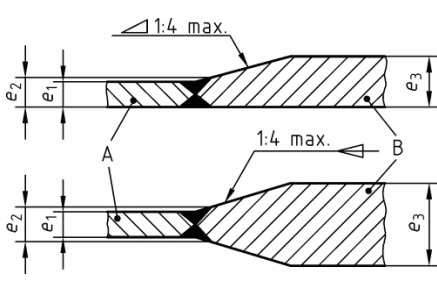
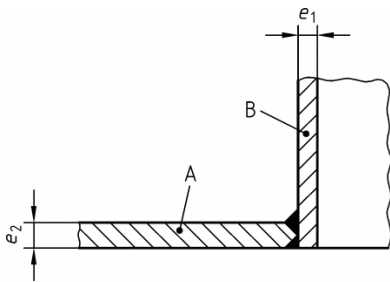
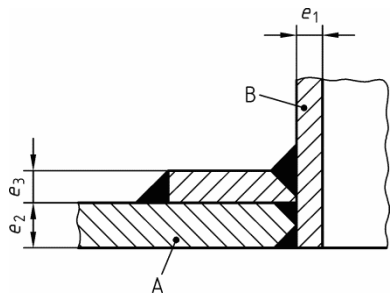
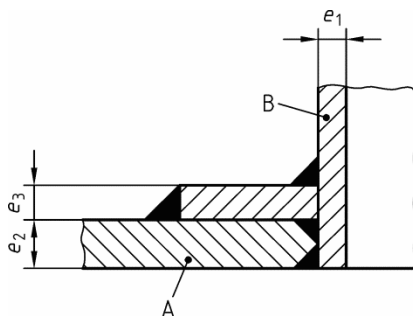
Nr	Ausführung	Geschweißt (AW) oder nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT)	Referenzdicke		
			Teil A	Schweißnaht	Teil B
1	Stumpfgeschweißte Bauteile ungleicher Dicke 	AW	e_1	e_2	e_2^a e_3^a in den Bildern B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 überprüfen
		PWHT	e_1	e_2	e_3
2	Abzweigungen und Stutzen 	AW	e_2	e_2	e_1
		PWHT	e_2	e_2	e_1
3		AW	e_2	e_2 oder e_3 , falls dicker	e_1
		PWHT	e_2	e_2 oder e_3 , falls dicker	e_1
4		AW	e_2	e_2 oder e_3 , falls dicker	e_1
		PWHT	e_2	e_2 oder e_3 , falls dicker	e_1

Tabelle B.4-1 (fortgesetzt)

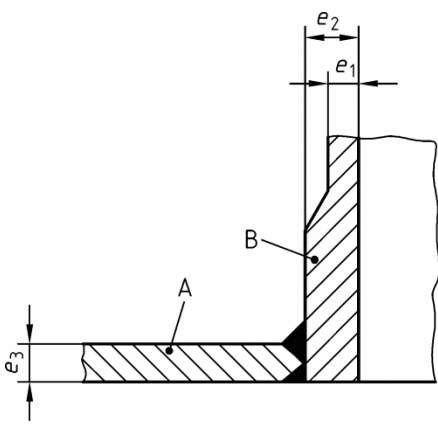
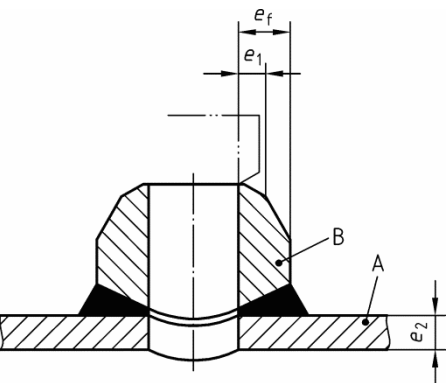
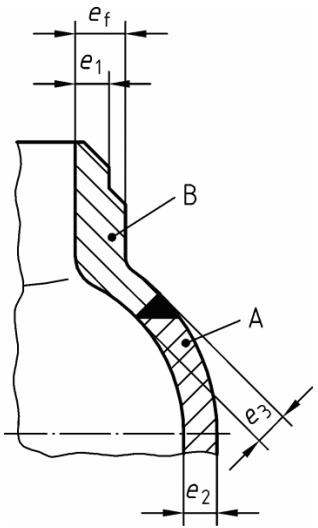
Nr	Ausführung	Geschweißt (AW) oder nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT)	Referenzdicke		
			Teil A	Schweißnaht	Teil B
5		AW	e_3	e_2 oder e_3 , falls dicker	e_2
		PWHT	e_3	e_2 oder e_3 , falls dicker	e_2
6		AW	e_2	e_2	e_1 oder $e_f/4$, falls dicker
		PWHT	e_2	e_2	e_1^a oder $e_f/4^a$, falls dicker, falls erforderlich, e_1 in den Bildern B.2- 1, B.2-3, B.2- 5, B.2-7 überprüfen
7		AW	e_2	e_3	e_3 oder $e_f/4$, falls dicker
		PWHT	e_2	e_3	e_3^a oder $e_f/4^a$, falls erforderlich, e_1 in den Bildern B.2- 1, B.2-3, B.2- 5, B.2-7 überprüfen

Tabelle B.4-1 (fortgesetzt)

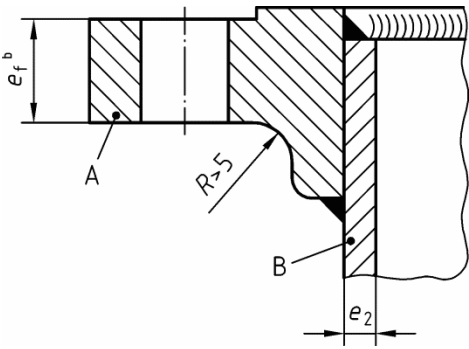
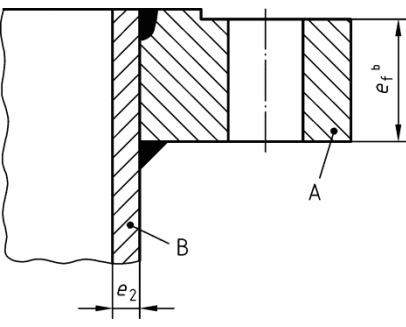
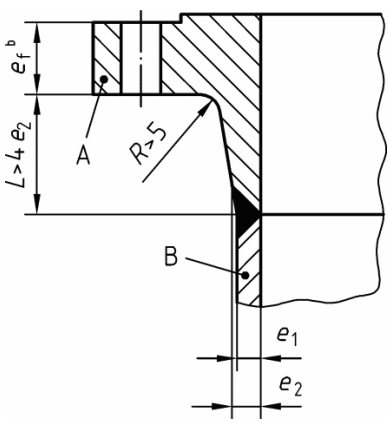
Nr	Ausführung	Geschweißt (AW) oder nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT)	Referenzdicke		
			Teil A	Schweißnaht	Teil B
8	Überschiebflansch und glatter Flansch ^c 	AW	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2
		PWHT	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2
9		AW	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2
		PWHT	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2
10	Vorschweißflansch (geschmiedet oder gegossen) ^c 	AW	e_2^a $e_f/4^a$ in den Bildern B.2-1, B.2-3, B.2-5, B.2-7 überprüfen	e_2	e_1
		PWHT	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2	e_1

Tabelle B.4-1 (fortgesetzt)

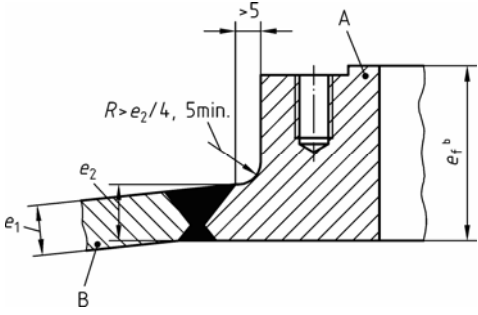
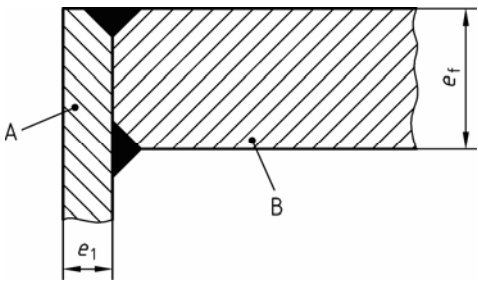
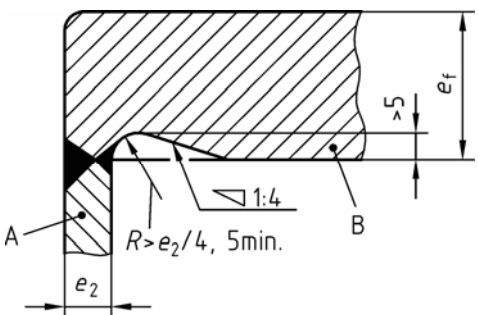
N r	Ausführung	Geschweißt (AW) oder nach dem Schweißen wärmebehandel t (PWHT)	Referenzdicke		
			Teil A	Schweißnah t	Teil B
11	Blockflansche 	AW	e_2^a $e_f/4^a$ in den Bildern B.2-2, B.2-4, B.2- 6, B.2-8 überprüfe n	e_2	e_1
		PWHT	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker	e_2	e_1
12	Ebene Böden (Vorschweißböden) 	AW	e_1	e_1	$e_f/4$ oder e_1 , falls dicker
		PWHT	e_1	e_1	$e_f/4$ oder e_1 , falls dicker
13		AW	e_2	e_2	e_2^a oder $e_f/4^a$ in den Bildern B.2-2, B.2-4, B.2- 6, B.2-8 überprüfe n
		PWHT	e_2	e_2	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker

Tabelle B.4-1 (fortgesetzt)

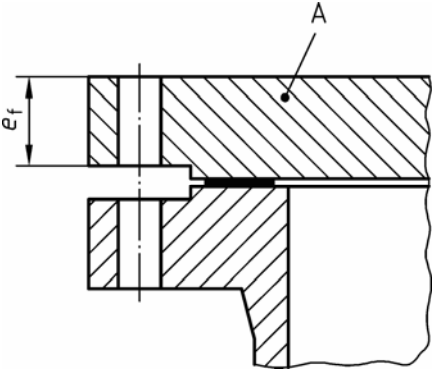
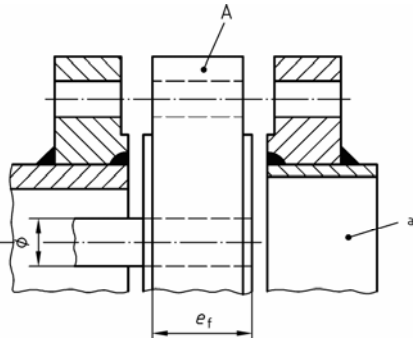
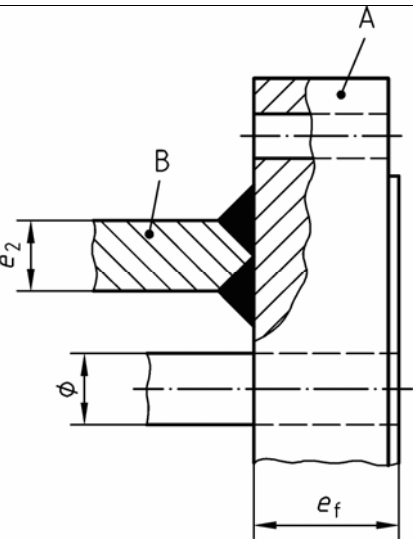
Nr	Ausführung	Geschweißt (AW) oder nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT)	Referenzdicke		
			Teil A	Schweißnaht	Teil B
14	Deckel und Blindflansche 	AW	$e_f/4$	—	—
		PWHT	$e_f/4$	—	—
15	Rohrböden 	AW	[n. z.]	[n. z.]	[n. z.]
		PWHT	$e_f/4$	[n. z.]	[n. z.]
16		AW	$e_f/4$ oder e_2 , falls dicker	e_2	e_2
		PWHT	$e_f/4$ oder e_2 , falls dicker	e_2	e_2

Tabelle B.4-1 (fortgesetzt)

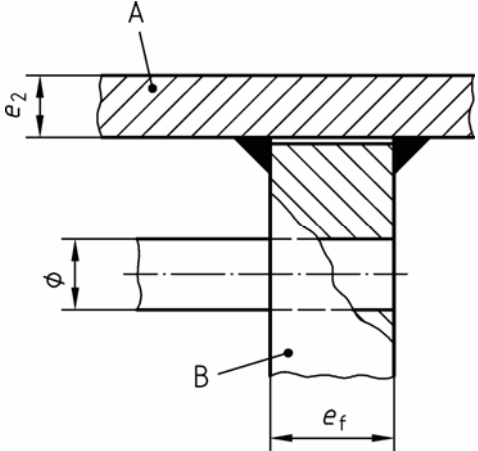
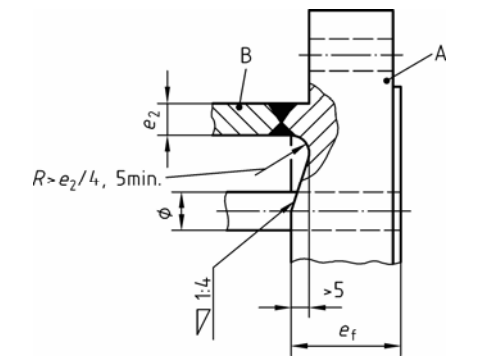
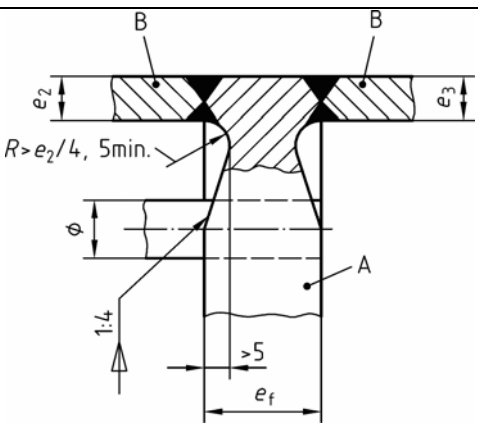
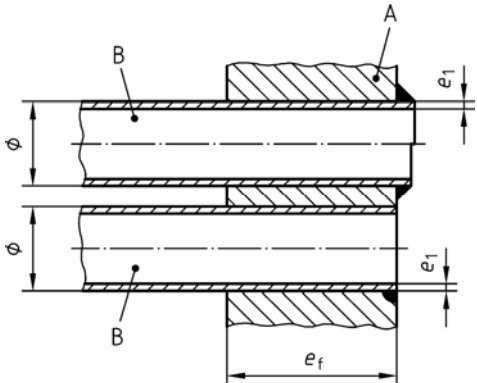
Nr	Ausführung	Geschweißt (AW) oder nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT)	Referenzdicke		
			Teil A	Schweißnaht	Teil B
17	Im Mantel oder in Vorkammer eingeschweißt 	AW	e_2 , $e_f/4$ in den Bildern B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 überprüfen	e_2	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker
		PWHT	$e_f/4$ oder e_2 , falls dicker	e_2	e_2 oder $e_f/4$, falls dicker
18	Geschmiedeter Rohrboden mit Anschweißenden 	AW	e_2^a $e_f/4^a$ in den Bildern B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 überprüfen	e_2	e_2
		PWHT	$e_f/4$ oder e_2 , falls dicker	e_2	e_2
19		AW	e_2^a oder e_3^a , falls dicker, $e_f/4^a$ in den Bildern B.2-2, B.2-4, B.2-6, B.2-8 überprüfen	e_2 (e_3)	e_2 (e_3)
		PWHT	$e_f/4$ oder e_2 oder e_3 , falls dicker	e_2 (e_3)	e_2 (e_3)

Tabelle B.4-1 (fortgesetzt)

Nr	Ausführung	Geschweißt (AW) oder nach dem Schweißen wärmebehandelt (PWHT)	Referenzdicke		
			Teil A	Schweißnaht	Teil B
20	Rohr-Rohrboden-Verbindung 	AW	[n. z.]	e_1	e_1
		PWHT	b	e_1	e_1
ANMERKUNG 1 [n. z.] = nicht zulässig.					
ANMERKUNG 2 e_1 , e_2 und e_3 beziehen sich auf die Nenndicke der verschiedenen Bauteile in den Bildern.					
1 e_f darf in Radialrichtung gemessen werden, falls dies günstiger ist.					
a Es gilt die niedrigere der beiden für die Bedingungen e_x (AW) und e_y (PWHT oder nicht geschweißt) ermittelten Prüftemperaturen.					
b Die Referenzdicke von Teil A wird durch diese Verbindung nicht beeinflusst.					
c Für Vorschweißflansche und Überschiebflansche nach EN 1092-1:2007 muss R EN 1092-1:2007 entsprechen.					

Anhang C (normativ)

Technische Lieferbedingungen für plattierte Produkte für Druckgeräte

C.1 Vorbemerkung

Bis zur Herausgabe einer Europäischen Norm für plattierte Stahlprodukte für Druckgeräte können den Beteiligten die folgenden Anforderungen als Grundlage der zu vereinbarenden technischen Lieferbedingungen für solche Produkte dienen.

C.2 Anforderungen an den Werkstoff

Für den Werkstoff plattierter Produkte gelten die entsprechenden Anforderungen der EN 13480-2:2017.

Zusätzlich sollten gegebenenfalls Anforderungen an die Kerbschlagbiegeversuche nach Abschnitt C.4 b) zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung vereinbart werden.

C.3 Anforderungen an den Plattierungswerkstoff

Plattierte Stähle sollten den nachfolgenden allgemeinen Anforderungen entsprechen:

Bei Plattierungsstählen, bei denen die Plattierung eine geringere Elastizität aufweist als der Grundwerkstoff, muss sich bei einem Zugversuch an der Plattierung nach Entfernen des Grundwerkstoffs eine Bruchdehnung A_5 von mindestens 12 % ergeben.

Die Bindung zwischen Grundwerkstoff und Plattierungswerkstoffen muss ausreichend fest sein, so dass es weder bei der Herstellung noch im Betrieb zu Schichtentrennungen kommt. Sofern in der Bestellung nichts anderes angegeben ist, sollte die Scherfestigkeit der Plattierung bei einer Zugfestigkeit von weniger als 280 MPa mehr als die Hälfte der Mindest-Zugfestigkeit des Plattierungswerkstoffes betragen und sollte bei allen anderen Plattierungswerkstoffen, unabhängig von der Prüfrichtung, nicht unter 140 N/mm² liegen.

Die Bindungsfläche sollte mindestens 95 % der gesamten Oberfläche umfassen, wobei einzelne ungebundene Flächen nicht mehr als 50 cm² betragen sollten. Bei Plattierungsstählen, die während der Herstellung (z. B. gewölbte Böden) oder im Betrieb (z. B. Rohrböden) stark beansprucht werden, können von Seiten des Bestellers (Bedieners) zusätzliche Anforderungen nötig sein.

Der Plattierungswerkstoff sollte eine dem Plattierungsprozess entsprechende Oberflächenbeschaffenheit aufweisen und von gleichmäßiger Dicke mit den in Tabelle C.3-1 angegebenen Grenzámaßen sein.

Die zulässigen Grenzámaße für den Grundwerkstoff sind in den jeweiligen Maßnormen für die verschiedenen Produkte angegeben.

Die Gesamtfehlerfläche am Plattierungswerkstoff darf nicht mehr als 20 % der plattierten Oberfläche betragen.

Tabelle C.3-1 — Zulässige Grenzabmaße für Plattierungswerkstoffe auf plattierten Stählen

Nennstärke mm	Zulässige Grenzabmaße für die Dicke ^{a b}
1,0	– 0,10
1,5	– 0,15
2,0	– 0,20
2,5	– 0,25
3,0	– 0,35
3,5	– 0,45
4,0	– 0,50
4,5	– 0,50
≥ 5,0	– 0,50
^a Abweichungen von den in dieser Tabelle festgelegten Werten sind besonders zu vereinbaren. ^b Für Zwischenwerte der Dicke gilt das für die nächst kleinere Dicke in der Tabelle angegebene zulässige Grenzmaß.	

C.4 Prüfung des Plattierungsverfahrens

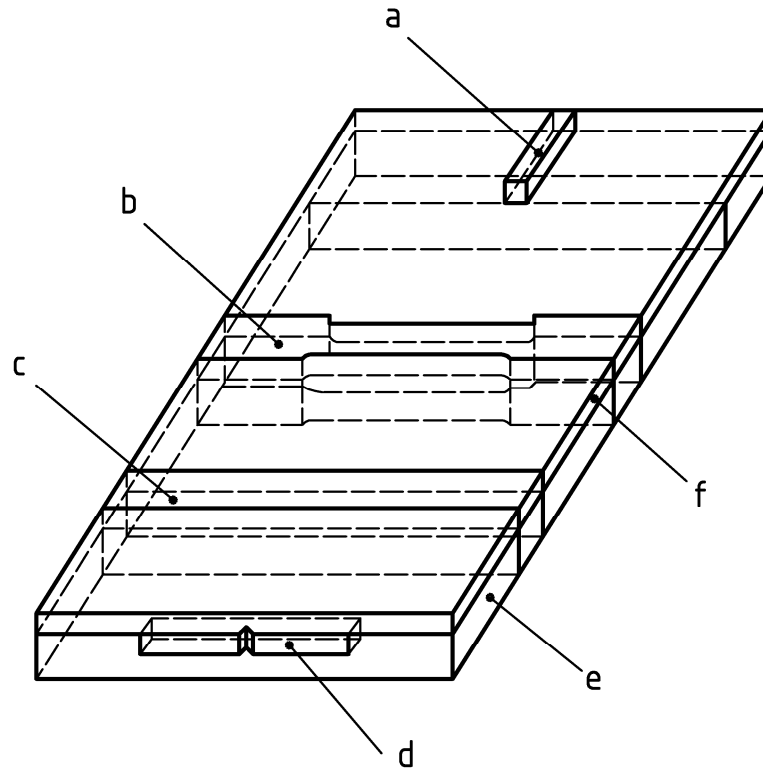
Bevor mit der Herstellung begonnen wird, sollte durch Plattierungsverfahrensprüfungen der Nachweis erbracht werden, dass die Plattierungsbedingungen geeignet sind. Diese Prüfungen schließen Schweißverfahrensprüfungen für Schweißplattierungen ein, falls dies in Betracht kommt. Die als geeignet nachgewiesenen Plattierungsbedingungen sollten während des Plattierens der Produkte im Werk sorgfältig überwacht werden.

Die Plattierungsverfahrensprüfungen sollten üblicherweise umfassen:

- a) Zugversuche;
- b) Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche bei der festgelegten Prüftemperatur an Proben, die aus dem plattierten Grundwerkstoff so entnommen worden sind, dass
 - eine Probenseite mit der Bindungsfläche zwischen Grundwerkstoff und Plattierungswerkstoff übereinstimmt;
 - die Längsrichtung der Probe quer zur Walzrichtung liegt; und
 - die Kerbachse senkrecht auf der nächstgelegenen Oberfläche des Grundwerkstoffs steht (siehe Bild C.4-1 d));
- c) Biegeversuche an Proben, die nach Bild C.4-2 die Bindungszone umfassen und parallel zur Grenzzone gebogen werden;
- d) Prüfung der Härte, des Mikro- und Makrogefüges sowie der chemischen Zusammensetzung in der Übergangszone;
- e) Scherprüfungen an Scherproben;
- f) Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit und Maßhaltigkeit;
- g) Ultraschallprüfung der Bindung zwischen Grundwerkstoff und Plattierung.

C.5 Arbeitsprüfungen

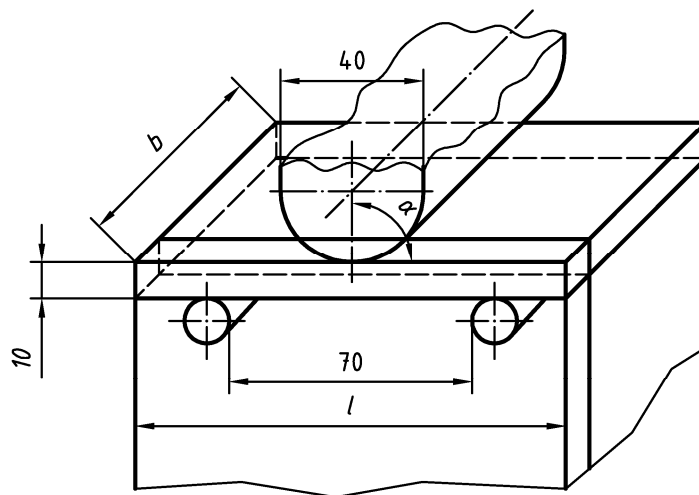
Während der Herstellung sollten in gleich bleibenden Zeitabständen Probenabschnitte des unter den gleichen Bedingungen wie die Produkte plattierten Grundwerkstoffes prüfen. Die Art der durchzuführenden Prüfungen und die zu erfüllenden Anforderungen sollten auf der Grundlage der Ergebnisse der festgelegten Plattierungsverfahrensprüfungen und der praktischen Erfahrung vereinbart werden.



Legende

- a) Scherprobe
- b) Zugprobe
- c) Seitenbiegeprobe
- d) Kerbschlagbiegeprobe
- e) Werkstoff
- f) Plattierungswerkstoff

Bild C.5-1 — Lage der Proben



Probenmaße:

Breite: b Dicke des fertigen Produktes, jedoch höchstens 80 mm (Grundwerkstoff und Plattierung). Falls das fertige Produkt dicker als 80 mm ist, darf der Grundwerkstoff abgearbeitet werden.

Länge: l mindestens 130 mm

Winkel: $\alpha = 90^\circ$

Bild C.5-2 — Anordnung für Biegeversuch für plattierte Produkte

Anhang D (informativ)

Europäische Druckbehälterstähle

D.1 Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter

Tabelle D.1-1 enthält einen informativen Überblick über Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter.

Tabelle D.1-1 — Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter

Produktform	Allgemeine Anforderungen	Stähle für Umgebungstemperatur ^a	Warmfeste Stähle	Feinkornstähle			Kaltzähstähle	Nichtrostende Stähle
				normalgeglüht	Thermomechanisch behandelt	vergütet		
Blech und Band	EN 10028-1	—	EN 10028-2	EN 10028-3	EN 10028-5	EN 10028-6	EN 10028-4	EN 10028-7
gewalzte Stäbe	—	—	EN 10273	—	—	—	—	EN 10272
nahtlose Rohre	—	EN 10216-1	EN 10216-2	EN 10216-3	—	EN 10216-3	EN 10216-4	EN 10216-5
elektrisch geschweißte Rohre	—	EN 10217-1	EN 10217-2	EN 10217-3	—	—	EN 10217-4	—
Unterpulvergeschweißte Rohre	—	EN 10217-1	EN 10217-5	EN 10217-3	—	—	EN 10217-6	—
Schmelzgeschweißte Rohre	—	—	—	—	—	—	—	EN 10217-7
Formstücke	—	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-2	EN 10253-4
Schmiedestücke einschließlich geschmiedeter Stäbe	EN 10222-1	—	EN 10222-2	EN 10222-4	—	—	EN 10222-3	EN 10222-5
Gussstücke	EN 10213	—	EN 10213	—	—	—	EN 10213	EN 10213
Stähle für Verbindungsmittel	—	—	EN 10269	—	—	—	EN 10269	EN 10269
^a In allen Normen nach dieser Tabelle sind Umgebungstemperaturen angegeben.								

D.2 Europäische Normen für Stähle, eingeteilt nach Produktformen

In dieser Tabelle ist das Ausgabedatum der Normen nicht angegeben, sie beziehen sich jedoch auf datierte Normen, die im Abschnitt 2 und in den Literaturhinweise enthalten sind.

Tabelle D.2-1 — Europäische Normen für Stähle, eingeteilt nach Produktformen

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoff- gruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
							min.	max.		
1	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	P235GH	1.0345	N	0	250	1.1	
2	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	P265GH	1.0425	N	0	250	1.1	
3	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	P295GH	1.0481	N	0	250	1.2	
4	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	P355GH	1.0473	N	0	250	1.2	
5	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	16Mo3	1.5415	N, NT	0	250	1.2	e
6	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	18MnMo4-5	1.5414	NT	0	150	1.2	
7	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	18MnMo4-5	1.5414	QT	150	250	1.2	
8	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	20MnMoNi4-5	1.6311	QT	0	250	3.1	
9	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT	0	100	3.1	
10	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT, QT	100	150	3.1	
11	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	QT	150	200	3.1	
12	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	13CrMo4-5	1.7335	NT	0	100	5.1	
13	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT	100	150	5.1	
14	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	13CrMo4-5	1.7335	QT	150	250	5.1	
15	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	13CrMoSi5-5	1.7336	NT, QT	0	100	5.1	
16	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	13CrMoSi5-5	1.7336	QT	100	250	5.1	
17	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	10CrMo9-10	1.7380	NT	0	60	5.2	
18	Blech und Band	EN 10028-2	Warmfest	10CrMo9-10	1.7380	NT, QT	60	100	5.2	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
19	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	10CrMo9-10	1.7380	QT	100	250	5.2	
20	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	12CrMo9-10	1.7375	NT,QT	0	250	5.2	
21	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	X12CrMo5	1.7362	NT	0	150	5.3	
22	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	X12CrMo5	1.7362	QT	150	250	5.3	
23	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	13CrMoV9-10	1.7703	NT	0	150	6.2	
24	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	13CrMoV9-10	1.7703	QT	150	250	6.2	
25	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	12CrMoV12-10	1.7767	NT	0	150	6.2	
26	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	12CrMoV12-10	1.7767	QT	150	250	6.2	
27	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT	0	150	6.4	
28	Blech und Band	EN 10028-2	warmfest	X10CrMoVNb9-1	1.4903	QT	150	250	6.4	
29	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P275NH	1.0487	N	0	250	1.1	
30	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P275NL1	1.0488	N	0	250	1.1	
31	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P275NL2	1.1104	N	0	250	1.1	
32	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P355N	1.0562	N	0	250	1.2	
33	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P355NH	1.0565	N	0	250	1.2	
34	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P355NL1	1.0566	N	0	250	1.2	
35	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P355NL2	1.1106	N	0	250	1.2	
36	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P460NH	1.8935	N	0	100	1.3	
37	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P460NL1	1.8915	N	0	100	1.3	
38	Blech und Band	EN 10028-3	Feinkornstahl, normalgeglüht	P460NL2	1.8918	N	0	100	1.3	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
39	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	11MnNi5-3	1.6212	N,NT	0 80	9.1	
40	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	13MnNi6-3	1.6217	N,NT	0 80	9.1	
41	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	15NiMn6	1.6228	N,NT,QT	0 80	9.1	
42	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	12Ni14	1.5637	N,NT,QT	0 80	9.2	
43	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	X12Ni5	1.5680	N,NT,QT	0 50	9.2	
44	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	X8Ni9+NT640	1.5662	N+NT	0 50	9.3	
45	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	X8Ni9+QT640	1.5662	QT	0 50	9.3	
46	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	X8Ni9+QT680	1.5662	N+NT, QT	0 15	9.3	
47	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	X8Ni9+QT680	1.5662	QT	15 50	9.3	
48	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	X7Ni9	1.5663	N+NT, QT	0 15	9.3	
49	Blech und Band	EN 10028-4	kaltzäh	X7Ni9	1.5663	QT	15 50	9.3	
50	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P355M	1.8821	M	0 63	1.2	f
51	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P355ML1	1.8832	M	0 63	1.2	f
52	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P355ML2	1.8833	M	0 63	1.2	f
53	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P420M	1.8824	M	0 63	2.1	f
54	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P420ML1	1.8835	M	0 63	2.1	f
55	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P420ML2	1.8828	M	0 63	2.1	f

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
56	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P460M	1.8826	M	0 63	2.1	f
57	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P460ML1	1.8837	M	0 63	2.1	f
58	Blech und Band	EN 10028-5	Feinkornstahl, thermomechanisch gewalzt	P460ML2	1.8831	M	0 63	2.1	f
59	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P355Q	1.8866	QT	0 150	1.2	
60	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P355QH	1.8867	QT	0 150	1.2	
61	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P355QL1	1.8868	QT	0 150	1.2	
62	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P355QL2	1.8869	QT	0 150	1.2	
63	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P460Q	1.8870	QT	0 150	3.1	
64	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P460QH	1.8871	QT	0 150	3.1	
65	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P460QL1	1.8872	QT	0 150	3.1	
66	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P460QL2	1.8864	QT	0 150	3.1	
67	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P500Q	1.8873	QT	0 150	3.1	
68	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P500QH	1.8874	QT	0 150	3.1	
69	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P500QL1	1.8875	QT	0 150	3.1	
70	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P500QL2	1.8865	QT	0 150	3.1	
71	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P690Q	1.8879	QT	0 150	3.1	
72	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P690QH	1.8880	QT	0 150	3.1	
73	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P690QL1	1.8881	QT	0 150	3.1	
74	Blech und Band	EN 10028-6	Feinkornstahl, vergütet	P690QL2	1.8888	QT	0 150	3.1	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
75	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-7	1.4318	AT	0 75	8.1	
76	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0 75	8.1	
77	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0 75	8.1	
78	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-10	1.4311	AT	0 75	8.1	
79	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0 75	8.1	
80	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNi19-9	1.4315	AT	0 75	8.1	
81	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0 75	8.1	
82	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNi23-13	1.4950	AT	0 75	8.2	
83	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNi25-20	1.4951	AT	0 75	8.2	
84	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0 75	8.1	
85	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0 75	8.1	
86	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0 75	8.1	
87	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-12-2	1.4406	AT	0 75	8.1	
88	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0 75	8.1	
89	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0 75	8.1	
90	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0 75	8.1	
91	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0 75	8.1	
92	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0 75	8.1	
93	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0 75	8.2	
94	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5NiCrAlTi31-20	1.4958	AT	0 75	8.2	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
95	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5NiCrAlTi31-20+RA	1.4958+RA	AT+RA	0 75	8.2	
96	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X8NiCrAlTi32-21	1.4959	AT	0 75	8.2	
97	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMoBN17-13-3	1.4910	AT	0 75	8.2	
98	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X1CrNi25-21	1.4335	AT	0 75	8.2	
99	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0 75	8.1	
100	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X8CrNiNb16-13	1.4961	AT	0 75	8.1	
101	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	AT	0 75	8.2	
102	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0 75	8.1	
103	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0 75	8.1	
104	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X3CrNiMoN17-13-3	1.4436	AT	0 75	8.1	
105	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X2CrNiMoN18-12-4	1.4434	AT	0 75	8.1	
106	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X2CrNiMo18-15-4	1.4438	AT	0 75	8.1	
107	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0 75	8.2	
108	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X1CrNiMoCuN25-25-5	1.4537	AT	0 75	8.2	
109	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0 75	8.2	
110	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0 75	8.2	
111	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0 75	10.1	c
112	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0 75	10.1	c
113	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0 75	10.2	c
114	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0 75	10.2	c
115	Blech und Band	EN 10028-7	nichtrostender Sonderstahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0 75	10.2	c

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
116	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, martensitisch	X4CrNiMo16-5-1	1.4418	QT760	0	160	7.2	e
117	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	250	8.1	
118	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0	250	8.1	
119	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0	250	8.1	
120	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	250	8.1	
121	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0	250	8.1	
122	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	250	8.1	
123	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0	250	8.1	
124	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	250	8.1	
125	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0	250	8.1	
126	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0	250	8.1	
127	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0	250	8.1	
128	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-13-5	1.4439	AT	0	250	8.1	
129	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0	250	8.2	
130	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0	250	8.1	
131	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0	250	8.1	
132	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	250	8.1	
133	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0	250	8.1	
134	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0	250	8.2	
135	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0	250	8.2	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
136	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0	250	8.2	
137	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0	160	10.1	c
138	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0	160	10.1	c
139	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0	160	10.2	c
140	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	160	10.2	c
141	Stab	EN 10272	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0	160	10.2	c
142	Stab	EN 10273	warmfest	P235GH	1.0345	N	0	150	1.1	
143	Stab	EN 10273	warmfest	P250GH	1.0460	N	0	150	1.1	
144	Stab	EN 10273	warmfest	P265GH	1.0425	N	0	150	1.1	
145	Stab	EN 10273	warmfest	P295GH	1.0481	N	0	150	1.2	
146	Stab	EN 10273	warmfest	P355GH	1.0473	N	0	150	1.2	
147	Stab	EN 10273	warmfest	P275NH	1.0487	N	0	150	1.1	
148	Stab	EN 10273	warmfest	P355NH	1.0565	N	0	150	1.2	
149	Stab	EN 10273	warmfest	P460NH	1.8935	N	0	150	1.3	
150	Stab	EN 10273	warmfest	P355QH	1.8867	QT	0	150	1.2	
151	Stab	EN 10273	warmfest	P460QH	1.8871	QT	0	150	3.1	
152	Stab	EN 10273	warmfest	P500QH	1.8874	QT	0	150	3.1	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoffnummer	Wärmebehandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmerkungen
153	Stab	EN 10273	warmfest	P690QH	1.8880	QT	0 150	3.1	
154	Stab	EN 10273	warmfest	16Mo3	1.5415	N	0 150	1.2	e
155	Stab	EN 10273	warmfest	13CrMo4-5	1.7335	NT	0 16	5.1	
156	Stab	EN 10273	warmfest	13CrMo4-5	1.7335	NT, QA, QL	16 150	5.1	
157	Stab	EN 10273	warmfest	10CrMo9-10	1.7380	NT	0 60	5.2	
158	Stab	EN 10273	warmfest	10CrMo9-10	1.7380	NT, QA, QL	60 150	5.2	
159	Stab	EN 10273	warmfest	11CrMo9-10	1.7383	NT, QA, QL	0 60	5.2	
160	Stab	EN 10273	warmfest	11CrMo9-10	1.7383	QL	60 100	5.2	
161	Verbindungselement	EN 10269	warmfest	C35E	1.1181	N	0 60	—	d
162	Verbindungselement	EN 10269	warmfest	C35E	1.1181	QT	0 150	—	d
163	Verbindungselement	EN 10269	warmfest	C45E	1.1191	N	0 60	—	d
164	Verbindungselement	EN 10269	warmfest	C45E	1.1191	QT	0 150	—	d
165	Verbindungselement	EN 10269	warmfest	35B2	1.5511	QT	0 150	—	d
166	Verbindungselement	EN 10269	warmfest und kaltzäh	20Mn5	1.1133	N	0 150	—	d
167	Verbindungselement	EN 10269	warmfest und kaltzäh	25CrMo4	1.7218	QT	0 150	—	d
168	Verbindungselement	EN 10269	warmfest und kaltzäh	42CrMo4	1.7225	QT	0 60	—	d
169	Verbindungselement	EN 10269	warmfest	42CrMo5-6	1.7233	QT	0 150	—	d
170	Verbindungselement	EN 10269	warmfest	40CrMoV4-6	1.7711	QT	0 160	—	d

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
171	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	21CrMoV5-7	1.7709	QT	0	160	—	d
172	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	20CrMoVTiB4-10	1.7729	QT	0	160	—	d
173	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X15CrMo5-1	1.7390	NT, QT	0	160	—	d
174	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X22CrMoV12-1	1.4923	QT1, QT2	0	160	—	d
175	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X12CrNiMoV12-3	1.4938	QT	0	160	—	d
176	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X19CrMoNbVN11-1	1.4913	QT	0	160	—	d
177	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0	160	—	d
178	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X2CrNi18-9	1.4307	C700, C800	0	25	—	d
179	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X2CrNi18-9	1.4307	C700	25	35	—	d
180	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0	160	—	d
181	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X5CrNi18-10	1.4301	C700	0	35	—	d
182	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X4CrNi18-12	1.4303	AT	0	160	—	d
183	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X4CrNi18-12	1.4303	C700, C800	0	25	—	d
184	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X4CrNi18-12	1.4303	C700	25	35	—	d
185	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0	160	—	d

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
186	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C700, C800	0	25	—	d
187	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C 700	25	35	—	d
188	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0	160	—	d
189	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	C700, C800	0	25	—	d
190	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	C700	25	35	—	d
191	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0	160	—	d
192	Verbindungs- element	EN 10269	für Umgebungstemperaturen	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	AT	0	160	—	d
193	Verbindungs- element	EN 10269	für Umgebungstemperaturen	X3CrNiCu18-9-4	1.4567	C700	0	35	—	d
194	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0	160	—	d
195	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X10CrNiMoMnNbVB15-10-1	1.4982	AT + WW	0	100	—	d
196	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	3CrNiMoBN17-13-3	1.4910	AT	0	160	—	d
197	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X6CrNiMoB17-12-2	1.4919	AT	0	160	—	d
198	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0	160	—	d
199	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest und kaltzäh	X6NiCrTiMoVB25-15-2	1.4980	AT + P	0	160	—	d
200	Verbindungs- element	EN 10269	warmfest	X7CrNiMoBNb16-16	1.4986	WW + P	0	100	—	d

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
201	Verbindungs- element	EN 10269	kaltzäh	19MnB4	1.5523	QT	0	16	—	d
202	Verbindungs- element	EN 10269	kaltzäh	41NiCrMo7-3-2	1.6563	QT	0	160	—	d
203	Verbindungs- element	EN 10269	kaltzäh	34CrNiMo6	1.6582	QT	0	100	—	d
204	Verbindungs- element	EN 10269	kaltzäh	30CrNiMo8	1.6580	QT	0	100	—	d
205	Verbindungs- element	EN 10269	kaltzäh	X12Ni5	1.5680	N, NT, QT	0	75	—	d
206	Verbindungs- element	EN 10269	kaltzäh	X8Ni9	1.5662	N, NT, QT	0	75	—	d
207	nahtloses Rohr	EN 10216-1	für Umgebungstemperaturen	P195TR2	1.0108	N	0	60	1.1	
208	nahtloses Rohr	EN 10216-1	für Umgebungstemperaturen	P235TR2	1.0255	N	0	60	1.1	
209	nahtloses Rohr	EN 10216-1	für Umgebungstemperaturen	P265TR2	1.0259	N	0	60	1.1	
210	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	P195GH	1.0348	N	0	16	1.1	
211	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	P235GH	1.0345	N	0	60	1.1	
212	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	P265GH	1.0425	N	0	60	1.1	
213	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	20MnNb6	1.0471	N	0	60	1.2	
214	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	16Mo3	1.5415	N	0	60	1.2	e
215	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	8MoB5-4	1.5450	N	0	16	1.3	
216	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	14MoV6-3	1.7715	NT, QT ^b	0	60	6.1	
217	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	10CrMo5-5	1.7338	NT, QT ^b	0	60	5.1	
218	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT ^b	0	60	5.1	
219	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	10CrMo9-10	1.7380	NT, QT ^b	0	60	5.2	
220	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	11CrMo9-10	1.7383	QT	0	60	5.2	
221	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	25CrMo4	1.7218	QT	0	60	5.1	a
222	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	20CrMoV13-5-5	1.7779	QT	0	60	6.3	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
223	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	NT, QT ^b	0 80	3.1	
224	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X11CrMo5 + I ^g	1.7362 + I	I	0 100	5.3	
225	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X11CrMo5 + NT1 ^g	1.7362 + N1	NT	0 100	5.3	
226	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X11CrMo5 + NT2 ^g	1.7362 + N2	NT, QT ^b	0 100	5.3	
227	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X11CrMo9-1 + I ^g	1.7386 + I	I	0 60	5.4	
228	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X11CrMo9-1 + NT ^g	1.7386 + NT	NT, QT ^b	0 60	5.4	
229	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT, QT ^b	0 100	6.4	
229-2	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X10CrWMoVNb9-2	1.4901	NT	0 100	6.4	
229-2	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X11CrMoWVNb9-1-1	1.4905	NT	0 100	6.4	
230	nahtloses Rohr	EN 10216-2	warmfest	X20CrMoV11-1	1.4922	NT, QT ^b	0 100	6.4	
231	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P275NL1	1.0488	N	0 100	1.1	
232	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P275NL2	1.1104	N	0 100	1.1	
233	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P355N	1.0562	N	0 100	1.2	
234	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P355NH	1.0565	N	0 100	1.2	
235	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P355NL1	1.0566	N	0 100	1.2	
236	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P355NL2	1.1106	N	0 100	1.2	
237	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P460N	1.8905	N ^b	0 100	1.3	
238	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P460NH	1.8935	N ^b	0 100	1.3	
239	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P460NL1	1.8915	N ^b	0 100	1.3	
240	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P460NL2	1.8918	N ^b	0 100	1.1	
241	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P620Q	1.8876	Q	0 65	3.1	
242	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P620QH	1.8877	Q	0 65	3.1	
243	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P620QL	1.8890	Q	0 65	3.1	
244	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P690Q	1.8879	Q	0 100	3.1	
245	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P690QH	1.8880	Q	0 100	3.1	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
246	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P690QL1	1.8881	Q	0 100	3.1	
247	nahtloses Rohr	EN 10216-3	Feinkornstahl	P690QL2	1.8888	Q	0 100	3.1	
248	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	P215NL	1.0451	N	0 10	1.1	
249	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	P255QL	1.0452	QT	0 40	1.1	e
250	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	P265NL	1.0453	N	0 25	1.1	
251	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	26CrMo4-2	1.7219	QT	0 40	5.1	a
252	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	11MnNi5-3	1.6212	N, NT ^b	0 40	9.1	
253	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	13MnNi6-3	1.6217	N, NT ^b	0 40	9.1	
254	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	12Ni14	1.5637	NT	0 40	9.2	
255	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	12Ni14 + QT	1.5637	QT	0 40	9.2	
256	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	X12Ni5	1.5680	N	0 40	9.2	
257	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	X12Ni5 + QT	1.5680	QT	0 40	9.2	
258	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	X10Ni9	1.5682	N, NT	0 40	9.3	
259	nahtloses Rohr	EN 10216-4	kaltzäh	X10Ni9 + QT	1.5682	QT ^b	0 40	9.3	
260	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0 60	8.1	
261	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0 60	8.1	
262	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiN18-10	1.4311	AT	0 60	8.1	
263	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0 60	8.1	
264	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0 60	8.1	
265	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0 60	8.1	
266	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0 60	8.1	
267	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0 60	8.1	
268	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0 60	8.1	
269	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1CrNiMoN25-22-2	1.4466	AT	0 60	8.2	
270	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0 60	8.1	
271	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	AT	0 60	8.1	
272	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0 60	8.1	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
273	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0 60	8.1	
274	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1CrNi25-21	1.4335	AT	0 60	8.2	
275	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0 60	8.1	
276	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCu31-27-4	1.4563	AT	0 60	8.2	
277	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0 60	8.2	
278	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0 60	8.2	
279	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0 60	8.2	
280	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2NiCrAlTi32-20	1.4558	AT	0 60	8.2	
281	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0 50	8.1	
282	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X7CrNiTi18-10	1.4940	AT	0 50	8.1	
283	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X7CrNiNb18-10	1.4912	AT	0 50	8.1	
284	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X7CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0 50	8.1	
285	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMo17-13-2	1.4918	AT	0 50	8.1	
286	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5NiCrAlTi31-20	1.4958	AT	0 50	8.2	
287	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X8NiCrAlTi32-21	1.4959	AT	0 50	8.2	
288	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMoNb17-13-3	1.4910	AT	0 50	8.1	
289	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X8CrNiNb16-13	1.4961	AT	0 50	8.1	
290	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X8CrNiMoVNb16-13	1.4988	AT	0 50	8.1	
291	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X8CrNiMoNb16-16	1.4981	AT	0 50	8.1	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
292	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X10CrNiMoMnNbVB15-10-1	1.4982	AT	0 50	8.1	
293	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0 30	10.1	c
294	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoSi18-5-3	1.4424	AT	0 30	10.1	c
295	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiN23-4	1.4362	AT	0 30	10.1	c
296	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0 30	10.2	c
297	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoCuN25-6-3	1.4507	AT	0 30	10.2	c
298	nahtloses Rohr	EN 10216-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0 30	10.2	c
299	geschweißtes Rohr	EN 10217-1	für Umgebungstemperaturen	P195TR2	1.0108	N	0 40	1.1	
300	geschweißtes Rohr	EN 10217-1	für Umgebungstemperaturen	P235TR2	1.0255	N	0 40	1.1	
301	geschweißtes Rohr	EN 10217-1	für Umgebungstemperaturen	P265TR2	1.0259	N	0 40	1.1	
302	geschweißtes Rohr	EN 10217-2	warmfest	P195GH	1.0348	N	0 16	1.1	
303	geschweißtes Rohr	EN 10217-2	warmfest	P235GH	1.0345	N	0 16	1.1	
304	geschweißtes Rohr	EN 10217-2	warmfest	P265GH	1.0425	N	0 16	1.1	
305	geschweißtes Rohr	EN 10217-2	warmfest	16Mo3	1.5415	N	0 16	1.2	e
306	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P275NL1	1.0488	N	0 40	1.1	
307	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P275NL2	1.1104	N	0 40	1.1	
308	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P355N	1.0562	N	0 40	1.2	
309	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P355NH	1.0565	N	0 40	1.2	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
310	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P355NL1	1.0566	N	0 40	1.2	
311	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P355NL2	1.1106	N	0 40	1.2	
312	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P460N	1.8905	N	0 40	1.3	
313	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P460NH	1.8935	N	0 40	1.3	
314	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P460NL1	1.8915	N	0 40	1.3	
315	geschweißtes Rohr	EN 10217-3	Feinkornstahl	P460NL2	1.8918	N	0 40	1.3	
316	geschweißtes Rohr	EN 10217-4	kaltzäh	P215NL	1.0451	N	0 10	1.1	
317	geschweißtes Rohr	EN 10217-4	kaltzäh	P265NL	1.0453	N	0 16	1.1	
318	geschweißtes Rohr	EN 10217-5	warmfest	P235GH	1.0345	N	0 40	1.1	
319	geschweißtes Rohr	EN 10217-5	warmfest	P265GH	1.0425	N	0 40	1.1	
320	geschweißtes Rohr	EN 10217-5	warmfest	16Mo3	1.5415	N	0 40	1.2	e
321	geschweißtes Rohr	EN 10217-6	kaltzäh	P215NL	1.0451	N	0 10	1.1	
322	geschweißtes Rohr	EN 10217-6	kaltzäh	P265NL	1.0453	N	0 25	1.1	
323	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0 60	8.1	
324	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi19-11	1.4306	AT	0 60	8.1	
325	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-10	1.4311	AT	0 60	8.1	
326	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0 60	8.1	
327	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0 60	8.1	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
328	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0 60	8.1	
329	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0 60	8.1	
330	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0 60	8.1	
331	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0 60	8.1	
332	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0 60	8.1	
333	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0 60	8.1	
334	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0 60	8.1	
335	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0 60	8.1	
336	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	AT	0 60	8.1	
337	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo18-15-4	1.4438	AT	0 60	8.1	
338	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCu31-27-7	1.4563	AT	0 60	8.2	
339	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	AT	0 60	8.2	
340	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1CrNiMoCuN20-18-7	1.4547	AT	0 60	8.2	
341	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	AT	0 60	8.2	
342	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0 30	10.1	c
343	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNi23-4	1.4362	AT	0 30	10.1	c
344	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0 30	10.2	c
345	geschweißtes Rohr	EN 10217-7	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	AT	0 30	10.2	c

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
346	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	P245GH	1.0352	A	0 35	1.1	
347	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	P245GH	1.0352	N, NT, QT	35 160	1.1	
348	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	P280GH	1.0426	N	0 35	1.2	
349	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	P280GH	1.0426	NT, QT	35 160	1.2	
350	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	P305GH	1.0436	N	0 35	1.2	
351	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	P305GH	1.0436	NT	35 160	1.2	
352	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	P305GH	1.0436	QT	0 70	1.2	e
353	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	16Mo3	1.5415	N	0 35	1.2	e
354	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	16Mo3	1.5415	QT	35 500	1.2	e
355	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	13CrMo4-5	1.7335	NT	0 70	5.1	
356	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	13CrMo4-5	1.7335	NT, QT	70 500	5.1	
357	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	15MnMoV4-5	1.5402	NT, QT	0 250	1.2	
358	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	18MnMoNi5-5	1.6308	QT	0 200	4.1	
359	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	14MoV6-3	1.7715	NT, QT	0 500	6.1	
360	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	15MnCrMoNiV5-3	1.6920	NT, QT	0 100	4.1	
361	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	11CrMo9-10	1.7383	NT	0 200	5.2	
362	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	11CrMo9-10	1.7383	NT, QT	200 500	5.2	
363	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	X16CrMo5-1	1.7366	A	0 300	5.3	
364	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	X16CrMo5-1	1.7366	NT	0 300	5.3	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
365	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	X10CrMoVNb9-1	1.4903	NT	0 130	6.4	
366	Schmiedestück	EN 10222-2	warmfest	X20CrMoV11-1	1.4922	QT	0 330	6.4	
367	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	13MnNi6-3	1.6217	NT	0 70	9.1	
368	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	15NiMn6	1.6228	N	0 35	9.1	
369	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	15NiMn6	1.6228	NT, QT	35 50	9.1	
370	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	12Ni14	1.5637	N	0 35	9.2	
371	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	12Ni14	1.5637	NT	35 50	9.2	
372	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	12Ni14	1.5637	QT	50 70	9.2	
373	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	X12Ni5	1.5680	N	0 35	9.2	
374	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	X12Ni5	1.5680	NT, QT	35 50	9.2	
375	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	X8Ni9	1.5662	N, NT	0 50	9.3	
376	Schmiedestück	EN 10222-3	kaltzäh	X8Ni9	1.5662	QT	50 70	9.3	
377	Schmiedestück	EN 10222-4	Feinkornstahl, hochfest	P285NH	1.0477	N	0 70	1.2	
378	Schmiedestück	EN 10222-4	Feinkornstahl, hochfest	P285QH	1.0478	QT	70 400	1.2	e
379	Schmiedestück	EN 10222-4	Feinkornstahl, hochfest	P355NH	1.0565	N	0 70	1.2	
380	Schmiedestück	EN 10222-4	Feinkornstahl, hochfest	P355QH1	1.0571	QT	70 400	1.2	e
381	Schmiedestück	EN 10222-4	Feinkornstahl, hochfest	P420NH	1.8932	N	0 70	1.3	
382	Schmiedestück	EN 10222-4	Feinkornstahl, hochfest	P420QH	1.8936	QT	70 400	3.1	
383	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, martensitisch	X3CrNi13-4	1.4313	QT+T	0 350	7.2	e
384	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, martensitisch	X3CrNi13-4	1.4313	QT	0 250	7.2	e

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
385	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-9	1.4307	AT	0 250	8.1	
386	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNi18-10	1.4311	AT	0 250	8.1	
387	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNi18-10	1.4301	AT	0 250	8.1	
388	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiTi18-10	1.4541	AT	0 450	8.1	
389	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiNb18-10	1.4550	AT	0 450	8.1	
390	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNi18-10	1.4948	AT	0 250	8.1	
391	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiTiB18-10	1.4941	AT	0 450	8.1	
392	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X7CrNiNb18-10	1.4912	AT	0 450	8.1	
393	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	AT	0 250	8.1	
394	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	AT	0 160	8.1	
395	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	AT	0 250	8.1	
396	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	AT	0 450	8.1	
397	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	AT	0 250	8.1	
398	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	AT	0 160	8.1	
399	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMo17-13-3	1.4436	AT	0 250	8.1	
400	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	AT	0 75	8.1	
401	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMoN17-13-3	1.4910	AT	0 75	8.1	
402	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X2CrNiCu19-10	1.4650	AT	0 450	8.1	
403	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch	X3CrNiMo18-12-3	1.4449	AT	0 450	8.1	
404	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	AT	0 350	10.1	c

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoff- nummer	Wärme- behandlung ^g	Dicke mm		Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmer- kungen
405	Schmiedestück	EN 10222-5	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferri- tisch	X2CrNiMoN25-7-4	1.4410	AT	0	160	10.2	c
406	Gussstück	EN 10213	warmfest	GP240GR	1.0621	N	0	100	1.1	
407	Gussstück	EN 10213	warmfest	GP240GH	1.0619	N, QT	0	100	1.1	e
408	Gussstück	EN 10213	warmfest	GP280GH	1.0625	N, QT	0	100	1.2	e
409	Gussstück	EN 10213	warmfest	G20Mo5	1.5419	QT	0	100	3.1	
410	Gussstück	EN 10213	warmfest	G17CrMo5-5	1.7357	QT	0	100	5.1	
411	Gussstück	EN 10213	warmfest	G17CrMo9-10	1.7379	QT	0	150	5.2	
412	Gussstück	EN 10213	warmfest	G12MoCrV5-2	1.7720	QT	0	100	6.1	
413	Gussstück	EN 10213	warmfest	G17CrMoV5-10	1.7706	QT	0	150	6.2	
414	Gussstück	EN 10213	warmfest	GX4CrNi 13-4	1.4317	QT	0	300	8.1	
415	Gussstück	EN 10213	warmfest	GX8CrNi 12	1.4107	QT	0	300	8.1	
416	Gussstück	EN 10213	warmfest	GX15CrMo5	1.7365	QT	0	150	5.3	
417	Gussstück	EN 10213	warmfest	GX23CrMoV12-1	1.4931	QT	0	150	6.4	
418	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	G17Mn5	1.1131	QT	0	50	1.1	
419	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	G20Mn5	1.6220	N	0	30	1.2	
420	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	G20Mn5	1.6220	QT	0	100	1.2	e
421	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	G18Mo5	1.5422	QT	0	100	1.2	e
422	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	G9Ni10	1.5636	QT	0	35	9.1	
423	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	G17NiCrMo13-6	1.6781	QT	0	200	9.2	
424	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	G9Ni14	1.5638	QT	0	35	9.2	
425	Gussstück	EN 10213	kaltzäh	GX3CrNi13-4	1.6982	QT	0	300	8.1	
426	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch	GX2CrNi19-11	1.4309	AT	0	150	8.1	
427	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch	GX5CrNi19-10	1.4308	AT	0	150	8.1	
428	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch	GX5CrNiNb19-11	1.4552	AT	0	150	8.1	
429	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch	GX2CrNiMo19-11-2	1.4409	AT	0	150	8.1	
430	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch	GX5CrNiMo19-11-2	1.4408	AT	0	150	8.1	
431	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch	GX5CrNiMoNb19-11-2	1.4581	AT	0	150	8.1	

Tabelle D.2-1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr	Produktform	EN-Norm	Werkstoffart	Stahlsorte	Werkstoffnummer	Wärmebehandlung ^g	Dicke mm	Werkstoffgruppe nach CEN ISO/TR 15608	Anmerkungen
432	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch	GX2NiCrMo28-20-2	1.4458	AT	0 150	8.2	
433	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	GX2CrNiMoN25-7-3	1.4417	AT	0 150	10.2	c
434	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	GX2CrNiMoN22-5-3	1.4470	AT	0 150	10.1	c
435	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	1.4517	AT	0 150	10.2	c
436	Gussstück	EN 10213	nichtrostender Stahl, austenitisch-ferritisch	GX2CrNiMoN26-7-4	1.4469	AT	0 150	10.2	c

a Aufgrund des Kohlenstoffgehaltes müssen beim Schweißen des Werkstoffes besondere Vorkehrungen getroffen werden.

b Genaue Angaben zur Wärmebehandlung siehe Normenreihe EN 10216.

c Siehe B.2.3, Bilder B.2-9 bis B.2-11.

d Schweißen an Verbindungselementen aus diesen Werkstoffen ist nicht zulässig.

e Zusätzliche Anforderungen für das Umformen und Schweißen sollten von Fall zu Fall vorsehen.

f Warmumformen ist für thermomechanisch behandelte Stähle nicht zulässig, siehe EN 13445-4:2009, 9.3.2.

g Wärmebehandlungszustand:

- A geglüht
- AT lösungsgeglüht
- C kalt bearbeitet
- I isothermisch geglüht
- M thermomechanisch gewalzt
- N normalgeglüht
- NT normalgeglüht und angelassen
- P ausscheidungsgehärtet
- QT vergütet
- RA rekristallisierend geglüht
- WW warm bearbeitet

Anhang Y (informativ)

Entwicklung der EN 13480-2

Y.1 Unterschiede zwischen der EN 13480-2:2012 und EN 13480-2:2017

Die Ausgabe 2017 der EN 13480-2 beinhaltet die Ausgabe 2012 der Norm und alle bisher veröffentlichten Änderungen und Berichtigungen.

Die wesentlichen Änderungen beinhalten:

- Überarbeitung des Anwendungsbereichs;
- Aktualisierung der Normativen Verweisungen;
- Ergänzung der Normativen Verweisungen in Abschnitt 2 hinsichtlich Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen, Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen, Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter und Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen;
- Überarbeitung von 4.3.1 hinsichtlich Anforderung an Werkstoffe für Drucklagerteile mit der Einführung Europäischer Normen für Bleche, Bänder, Stäbe, Rohre, Schmiedestücke, Armaturen und Gussstücke;
- Überarbeitung von Anhang A hinsichtlich Systematische Einteilung von Stählen für Druckgeräte (neue Tabelle A.1);
- Überarbeitung von Anhang B hinsichtlich Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch bei tiefen Temperaturen (Anforderungen für Temperaturzuschläge wurden zusammen mit EN 13445-2:2014 überarbeitet);
- Überarbeitung der Tabelle B.2-11 für austenitische nichtrostende Stähle und deren niedrigste Werkstofftemperatur T_M
- Ergänzung des neuen Anhang D hinsichtlich Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter und Europäischer Normen für Stähle eingeteilt nach Produktformen (neue Tabellen D.1-1 und D.2-1);
- Aktualisierung des Anhangs ZA bezüglich der Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EG;
- Aktualisierung der Literaturhinweise;
- Redaktionelle Überarbeitung der Norm

ANMERKUNG Die aufgeführten Änderungen sind die wichtigsten technischen Änderungen, die Liste enthält aber nicht alle Änderungen.

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

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Normungsauftrages erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EG.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA Vorschriften.

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU

Grundlegende Sicherheitsanforderungen der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU Anhang I	Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
2.2.3 (b), 5. Einrückung	4	Bestimmungen und Berücksichtigen der entsprechenden Werkstoffeigenschaften
2.6	4.2.1.1	Berücksichtigung der Korrosion
2.7	4.2.1.1	Berücksichtigung von Verschleiß
4.1 (a)	Anhang B	Vermeidung von Sprödbruch
4.1 (d)	4.1.7, 4.2.1.1	Eignung des Werkstoffes für die vorgesehenen Verarbeitungsverfahren
4.3	4.1.2	Technische Dokumentation
7.5	4.1.4 4.1.6 und Anhang B	Genaue Anforderungen für die Bruchdehnung des Stahles Genaue Anforderungen für die Kerbschlagarbeit des Stahles
4.2 (a)	Anhang A	Grundlegende Werkstoffeigenschaften

WARNHINWEIS 1 — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, so lange die Fundstelle dieser Europäischen Norm in der im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten Liste erhalten bleibt. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die im Amtsblatt der Europäischen Union zuletzt veröffentlichte Liste einsehen.

WARNHINWEIS 2 — Für Produkte die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Rechtsvorschriften der EU anwendbar sein.

Literaturhinweise

- [1] Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt
- [2] AD-Merkblatt W 8. Plattierte Stähle (clad steels); Juli 1987
- [3] CODAP, Section M 15: Rules applicable to ferrous and non ferrous clad metal sheets
- [4] SEL 075: Plattierte Erzeugnisse (plated products); Februar 1993
- [5] Sanz G., Rev Metal CIT 1980, S. 621–642
- [6] Sandström R., "Minimum usage temperatures for ferritic steels" Scandinavian Journal of Metallurgy 16 (1987), S. 242–252
- [7] Garwood S. J. und Denham J. B., "The fracture toughness requirements of BS 5500", ASME pressure vessel and piping conference (1988), Paper 88-PBP-7
- [8] Guidance on methods for assessing the acceptability of flaws in fusion welded structures, BS 7910:1999
- [9] Assessment of the Integrity of Structures Containing Discontinuities, INSTA Technical Report, Materials Standards Institute, Stockholm 1991
- [10] Vorschlag für einen Anwendungsfall für prEN 13445-2, Unterabschnitt 4.1.6 und Anhang D.3.2 (erarbeitet von der SG Low Temperature), Dokument CEN/TC 54/267/JWG B N 400
- [11] EN 764-4:2002, *Druckgeräte — Teil 4: Erstellung von technischen Lieferbedingungen für metallische Werkstoffe*
- [12] EN 764-5:2002, *Druckgeräte — Teil 5: Prüfbescheinigungen für metallische Werkstoffe und Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation*
- [13] EN 1011-2:2001, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen*
- [14] EN 10002-1:2001, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*
- [15] EN 10079:1992, *Begriffsbestimmungen für Stahlerzeugnisse*
- [16] EN ISO 14343:2007, *Schweißzusätze — Drahtelektroden, Bandelektroden, Drähte und Stäbe zum Schmelzschweißen von nichtrostenden und hitzebeständigen Stählen — Einteilung (ISO 14343:2002 und ISO 14343:2002/Amd 1:2006)*
- [17] Langenberg P. (Hrsg.), ECOPRESS Economical and safe design of pressure vessels applying new modern steels, European research project, 5th framework RTD, project no. GRD1-1999-10640, 1/2000-5/2003, Final report 12/2003, www.i-w-t.de.
- [18] Sandström, R., Langenberg, P., Sieurin, H., New brittle fracture model for the European pressure vessel standard, International Journal of Pressure Vessels and Piping 81 (2004) 837–845