DEUTSCHE NORM

Dezember 2023

DIN EN 13445-2

ICS 23.020.30

Ersatz für
DIN EN 13445-2:2021-12 und
DIN EN 13445-2/A1:2023-05

Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 2: Werkstoffe; Deutsche Fassung EN 13445-2:2021+A1:2023

Unfired pressure vessels –
Part 2: Materials;
German version EN 13445-2:2021+A1:2023

Récipients sous pression non soumis à la flamme –
Partie 2: Matériaux;
Version allemande EN 13445-2:2021+A1:2023

Gesamtumfang 100 Seiten

DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-05 AA „Unbefeuerte Druckbehälter“ im DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2023-02-21.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13445-2:2021-12 und DIN EN 13445-2/A1:2023-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) DIN EN 13445-2:2021-12 und DIN EN 13445-2/A1:2023-05 wurden in diesem Dokument konsolidiert;

b) im letzten Satz von B.3.1 wurde durch die Ersetzung von „Feinkornstählen und niedrig legierten Stählen mit hoher Streckgrenze“ durch „Feinkornbaustählen, niedrig legierten und höherfesten Stählen“ die Übersetzung korrigiert;

c) in Tabelle B.4-1, Nr. 7, Teil B, wurde die Übersetzung durch Einfügen von „falls dicker“ vor den Wörtern „falls erforderlich“ korrigiert;

d) in Tabelle D.3-1 wurde der größte angegebene Wert für die Nenndicke in mm, der fehlerhaft aus EN 13445-2:2021 (E) nach EN 13445-2:2021 (D) übertragen worden war, von „> 5,0“ zu „≥ 5,0“ korrigiert;

e) die Übersetzung wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13445-2: 2002-08, 2010-02, 2010-12, 2011-12, 2012-12, 2013-12, 2014-12, 2015-12, 2016-12, 2017-12, 2018-12, 2021-12
DIN EN 13445-2 Berichtigung 1: 2003-05
DIN EN 13445-2/A1: 2007-09, 2012-08, 2017-02, 2023-05
DIN EN 13445-2/A2: 2007-03, 2012-08, 2018-07
DIN EN 13445-2/A3: 2009-04, 2018-10
DIN EN 13445-2/A5: 2009-04

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN 13445-2:2021+A1

August 2023

ICS 23.020.30

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe

Unfired pressure vessels — Part 2: Materials

Récipients sous pression non soumis à la flamme — Partie 2: Matériaux

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. Februar 2021 angenommen und enthält die Änderung 1, die vom CEN am 21. Februar 2019 angenommen wurde und die Änderung 1, die vom CEN am 13. Juni 2023 angenommen wurde.

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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort . . . 5
1 Anwendungsbereich . . . 7
2 Normative Verweisungen . . . 7
3 Begriffe, Symbole und Einheiten . . . 9
3.1 Begriffe . . . 9
3.2 Symbole und Einheiten . . . 10
4 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile . . . 12
4.1 Allgemeines . . . 12
4.2 Besondere Anforderungen . . . 14
4.2.1 Besondere Eigenschaften . . . 14
4.2.2 Auslegungstemperatur oberhalb 20 °C . . . 15
4.2.3 Vermeidung von Sprödbruch . . . 15
4.2.4 Konstruktive Eigenschaften im Zeitstandbereich . . . 15
4.2.5 Besondere Anforderungen an Stähle für Verbindungselemente . . . 16
4.3 Technische Lieferbedingungen . . . 16
4.3.1 Europäische Normen . . . 16
4.3.2 Europäische Werkstoffzulassung . . . 16
4.3.3 Werkstoff-Einzelgutachten . . . 16
4.3.4 Plattierte Erzeugnisse . . . 17
4.3.5 Schweißzusätze und Hilfsstoffe . . . 17
4.4 Kennzeichnung . . . 17
5 Anforderungen an Werkstoffe für nicht drucktragende Teile . . . 17
Anhang A (normativ) Systematische Einteilung von Stählen für Druckgeräte . . . 18
〈A1〉Anhang B (normativ) Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch bei tiefen Temperaturen . . . 20
B.1 Allgemeines . . . 20
B.2 Werkstoffauswahl und Anforderungen an die Kerbschlagarbeit . . . 21
B.2.1 Einleitung . . . 21
B.2.2 Verfahren 1 . . . 21
B.2.3 Verfahren 2 . . . 32
B.2.4 Verfahren 3 — Bruchmechanische Analyse . . . 44
B.3 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung . . . 45
B.3.1 Allgemeines . . . 45
B.3.2 Kleinproben . . . 46
B.4 Schweißnähte . . . 47
B.4.1 Allgemeines . . . 47
B.4.2 Schweißverfahrensprüfung . . . 47
B.4.3 Probeplatten für Arbeitsprüfungen . . . 47
B.5 Werkstoffe für die Verwendung bei erhöhten Temperaturen . . . 47
B.5.1 Allgemeines . . . 47
B.5.2 Werkstoffe . . . 47
B.5.3 Schweißverfahrensprüfung und Probeplatten für Arbeitsprüfungen . . . 47
B.5.4 Anfahren und Abfahren . . . 48
B.5.5 Druckprüfung . . . 48
Anhang C (informativ) Verfahren zur Ermittlung des Abminderungsfaktors für die Zeitstandfestigkeit der Schweißverbindung (WCSRF) . . . 60
Anhang D (informativ) Technische Lieferbedingungen für plattierte Produkte für Druckgeräte . . . 61
D.1 Vorbemerkung . . . 61
D.2 Anforderungen an den Werkstoff . . . 61
D.3 Anforderungen an den Plattierungswerkstoff . . . 61
D.4 Prüfung des Plattierungsverfahrens . . . 62

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

D.5 Arbeitsprüfungen . . . 63
Anhang E (informativ) **Europäische Druckbehälterstähle** . . . 65
E.1 Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter . . . 65
E.2 Europäische Normen für Stähle, eingeteilt nach Produktformen . . . 66
Anhang F (normativ) **Besondere Bedingungen für Werkstoffe und Bauteile** . . . 93
F.1 Allgemeines . . . 93
F.2 Mechanische Eigenschaften und technische Lieferbedingungen für Befestigungselemente nach EN ISO 3506 . . . 93
F.2.1 Mechanische Eigenschaften für austenitische Schrauben nach EN ISO 3506-1 . . . 93
F.2.2 Lieferbedingungen für austenitische Verbindungselemente . . . 93
Anhang Y (informativ) **Entwicklung von EN 13445-2** . . . 95
Y.1 Unterschiede zwischen EN 13445-2:2014 und EN 13445-2:2021 . . . 95
Anhang ZA (informativ) **Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU** . . . 96
Literaturhinweise . . . 97

Bilder

Bild B.2-1 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, R_e ≤ 275 MPa und KV ≥ 27 J . . . 34
Bild B.2-2 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW), R_e ≤ 265 MPa und KV ≥ 27 J . . . 35
Bild B.2-3 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, R_e ≤ 355 MPa und KV ≥ 27 J . . . 36
Bild B.2-4 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW), R_e ≤ 355 MPa und KV ≥ 27 J . . . 37
Bild B.2-5 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, R_e ≤ 460 MPa und KV ≥ 40 J . . . 38
Bild B.2-6 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW), R_e ≤ 460 MPa und KV ≥ 40 J . . . 39
Bild B.2-7 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für nach dem Schweißen wärmebehandelte (PWHT) Bauteile, R_e ≤ 500 MPa und KV ≥ 40 J . . . 40
Bild B.2-8 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für Bauteile im geschweißten Zustand (AW), R_e ≤ 500 MPa und KV ≥ 40 J . . . 41
Bild B.2-9 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für austenitisch-ferritische Stähle, e_B ≤ 50 mm, R_e = 385 MPa und KV ≥ 40 J . . . 42
Bild B.2-10 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für austenitisch-ferritische Stähle, e_B ≤ 50 mm, R_e = 465 MPa und KV ≥ 40 J . . . 43
Bild B.2-11 — Verfahren 2: Auslegungsreferenztemperatur und Prüftemperatur im Kerbschlagbiegeversuch für austenitisch-ferritische Stähle, e_B ≤ 50 mm, R_e = 550 MPa und KV ≥ 40 J . . . 44
Bild D.5-1 — Lage der Proben . . . 63
Bild D.5-2 — Anordnung für Biegeversuch für plattierte Produkte . . . 64

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Tabellen

Tabelle 3.2-1 — Größen für Raum und Zeit 10
Tabelle 3.2-2 — Festigkeitsgrößen 11
Tabelle 4.1-1 — Höchstzulässige Werte für die Gehalte an Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel für Stähle zum Schweißen oder Umformen 14
Tabelle 4.2-1 — Streckgrenzenminderungsfaktoren für Tieftemperaturstähle 15
Tabelle A.1 — Systematische Einteilung von Stählen für Druckgeräte (Auszug aus [A1⟩ CEN ISO/TR 15608:2017 ⟨A1]) 18
Tabelle B.2-1 — Leitfaden für die Werkstoffauswahl 21
Tabelle B.2-2 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch — Referenzdicken für Bleche und Bänder 23
Tabelle B.2-3 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch — Referenzdicken für nahtlose und geschweißte Rohre 24
Tabelle B.2-4 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Stäbe 26
Tabelle B.2-5 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schmiedestücke 26
Tabelle B.2-6 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Ni-legierte Stähle mit 1,5 % < Ni ≤ 5 % 27
Tabelle B.2-7 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Ni-legierte Stähle mit 9 % Ni 28
Tabelle B.2-8 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schrauben und Muttern bei TM ≥ −10 °C 29
Tabelle B.2-9 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schrauben und Muttern, Schraubenwerkstoff nach EN 10269:2013 29
Tabelle B.2-10 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schrauben und Muttern 30
Tabelle B.2-11 — Austenitische nichtrostende Stähle und deren niedrigste Werkstofftemperatur T_M 31
Tabelle B.2-12 — Temperaturzuschlag [A1⟩ T_A ⟨A1] 32
Tabelle B.2-13 — Anforderungen an die Kerbschlagarbeit für unlegierte C-, CMn-, Feinkornstähle, Ni-legierte Stähle mit weniger als 1,5 % Ni 33
Tabelle B.2-14 — Anforderungen an die Kerbschlagarbeit für austenitisch ferritische nicht rostende Stähle 33
Tabelle B.3-1 — Anforderungen an die Kerbschlagarbeit von Charpy-V-Kleinproben bei weniger als 10 mm dicken Grundwerkstoffen 46
Tabelle B.3-2 — Gleichwertige Anforderungen an die Kerbschlagarbeit bei Kleinproben aus dickeren Querschnitten 46
Tabelle B.4-1 — Referenzdicke e_B 49
Tabelle D.3-1 — Grenzabmaße der Dicke für Plattierungswerkstoffe auf plattierten Stählen . . . 61
Tabelle E.1-1 — Europäische Normen für Stähle und Bauteile aus Stahl für Druckbehälter 65
Tabelle E.2-1 — Europäische Normen für Stähle, eingeteilt nach Produktformen 66
Tabelle F.2-1 — Zulässige Spannungen (Berechnungsnennspannungen) für Schrauben bei erhöhten Temperaturen 93
Tabelle F.2-2 — Anforderungen an Verbindungselemente 93
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Drückgerate-Richtlinie 2014/68/EU 96

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-2:2021+A1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt [A1⟩ EN 13445-2:2021 ⟨A1].

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 21. Februar 2023.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen [A1⟩ ⟨A1] angezeigt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission [der betreffenden Europäischen Normungsorganisation] erteilt hat. Der Ständige Ausschuss der EFTA-Staaten genehmigt anschließend diese Aufträge für die Mitgliedsstaaten.

Zum Zusammenhang mit EU-Rechtsvorschriften siehe informativen Anhang Z, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe EN 13445 ist auf der CEN-Website abrufbar.

Obwohl alle Teile dieser Norm einzeln erhältlich sind, sollte berücksichtigt werden, dass die Teile in gegenseitigem Zusammenhang stehen. Deshalb werden für die Herstellung von unbefeuerten Druckbehältern die jeweils zutreffenden Teile benötigt, damit die Anforderungen der Norm zufriedenstellend erfüllt werden.

Korrekturen zu Formulierungen der Norm mit möglicherweise mehreren Auslegungen erfolgen über den Migration Help Desk (MHD). Informationen rund um den Help Desk sind unter http://www.unm.fr (en13445@unm.fr) zu finden. Ein Formblatt für Anfragen kann von der Website herunterladen werden. Nachdem einschlägige Experten einer Antwort einhellig zustimmen, wird die Antwort dem Anfragenden mitgeteilt. Korrigierte Seiten erhalten eine spezifische Nummerierung und werden von CEN entsprechend den CEN-Regeln veröffentlicht. Interpretationsseiten werden in die Website aufgenommen.

Dieses Dokument ersetzt EN 13445-2:2014. Diese neue Ausgabe enthält die Änderungen, welche vorher durch die CEN-Mitglieder angenommen wurden, sowie die korrigierten Seiten bis Ausgabe 5 ohne weitere technische Änderungen. Anhang Y beschreibt Einzelheiten der wesentlichen technischen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorangegangen Ausgabe.

Änderungen zu dieser neuen Ausgabe werden bei Bedarf veröffentlicht und können dann sofort als Alternativen zu den in dieser Ausgabe enthaltenen Regeln angewendet werden. Es ist vorgesehen, jährlich eine neue Ausgabe von EN 13445:2021[N1] zu veröffentlichen, beginnend mit Ausgabe 1, in welcher diese Änderungen konsolidiert werden und in denen darüber hinaus andere festgestellte Berichtigungen enthalten sind.

N1 Nationale Fußnote: Redaktioneller Fehler in EN 13445-2:2021; statt des Ausgabejahres ist hier die Teil-Nummer zutreffend.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, 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.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an Stahlerzeugnisse für unbefeuerte Druckbehälter fest.

Für einige metallische Werkstoffe außer Stahl, z. B. Gusseisen mit Kugelgraphit, Aluminium, Nickel, Kupfer, Titan, sind oder werden die Anforderungen in weiteren Teilen dieses Dokuments festgelegt.

Für metallische Werkstoffe, die nicht in harmonisierten Werkstoffnormen enthalten sind und es auch in naher Zukunft nicht sein werden, sind spezielle Regeln in diesem Teil oder in den oben genannten Teilen dieses Dokuments enthalten.

2 Normative Verweisungen

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

EN 764-1:2015+A1:2016, *Druckgeräte — Terminologie — Teil 1: Druck, Temperatur, Volumen, Nennweite*[N1]

EN 764-2:2012, *Druckgeräte — Teil 2: Größen, Symbole und Einheiten*

[A1⟩ *gestrichene Verweisung* ⟨A1]

EN 764-4:2014, *Druckgeräte — Teil 4: Erstellung von technischen Lieferbedingungen für metallische Werkstoffe*

EN 764-5:2014, *Druckgeräte — Teil 5: Prüfbescheinigungen für metallische Werkstoffe und Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation*

EN 1092-1:2018, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

[A1⟩ EN 10028-2:2017 ⟨A1], *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

[A1⟩ EN 10028-3:2017 ⟨A1], *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

[A1⟩ EN 10028-4:2017 ⟨A1], *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 4: Nickellegierte kaltzähe Stähle*

[A1⟩ EN 10028-5:2017 ⟨A1], *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 5: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, thermomechanisch gewalzt*

[A1⟩ EN 10028-6:2017 ⟨A1], *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 6: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, vergütet*

[A1⟩ EN 10028-7:2016 ⟨A1], *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 7: Nichtrostende Stähle*

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

N1 Nationale Fußnote: Redaktioneller Fehler in EN 13445-2:2021; der Titel von EN 764-1:2015+A1:2016 lautet *Druckgeräte — Teil 1: Vokabular.*

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

EN 10216-3:2013, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen*

EN 10216-4:2013, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

⟩A1⟨ EN 10217-3:2019, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Elektrisch geschweißte und unterpulvergeschweißte Rohre aus legierten Feinkornbaustählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raum-, erhöhten und tiefen Temperaturen* ⟨A1⟩

⟩A1⟨ EN 10217-4:2019 ⟨A1⟩, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

⟩A1⟨ EN 10217-6:2019 ⟨A1⟩, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 6: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

⟩A1⟨ EN 10222-3:2017 ⟨A1⟩, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 3: Nickelstähle mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

⟩A1⟨ EN 10222-4:2017+A1:2021 ⟨A1⟩, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

EN 10269:2013, *Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen*

⟩A1⟨ EN 10273:2016 ⟨A1⟩, *Warmgewalzte schweißgeeignete Stäbe aus Stahl für Druckbehälter mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 12074:2000, *Schweißzusätze — Qualitätsanforderungen für die Herstellung, die Lieferung und den Vertrieb von Zusätzen für das Schweißen und verwandte Verfahren*

EN 13445-1:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines*

EN 13445-3:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 13445-4:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN 13445-5:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

⟩A1⟨ EN 13479:2017 ⟨A1⟩, *Schweißzusätze — Allgemeine Produktnorm für Zusätze und Pulver zum Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen*

⟩A1⟨ EN ISO 148-1:2016, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1:2016)* ⟨A1⟩

⟩A1⟨ EN ISO 204:2018 ⟨A1⟩, *Metallische Werkstoffe — Einachsiger Zeitstandversuch unter Zugbeanspruchung — Prüfverfahren (ISO 204:2009)*[N2]

N2 Nationale Fußnote: Redaktioneller Fehler in EN 13445-2:2021+A1:2023; mit korrekt datiertem Titelzusatz lautet der Titel von EN ISO 204:2018 *Metallische Werkstoffe — Einachsiger Zeitstandversuch unter Zugbeanspruchung — Prüfverfahren (ISO 204:2018).*

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

EN ISO 898-1:2013, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1:2013)*

EN ISO 898-2:2012, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-2:2012)*

A1 EN ISO 2566-1:2021, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 1: Unlegierte und niedrig legierte Stähle (ISO 2566-1:2021)* A1 N3

A1 EN ISO 2566-2:2021, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 2: Austenitische Stähle (ISO 2566-2:2021)* A1

A1 EN ISO 3506-1:2020, *Mechanische Verbindungselemente — Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus korrosionsbeständigen nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Stahlsorten und Festigkeitsklassen (ISO 3506-1:2020)* A1

A1 EN ISO 3506-2:2020, *Mechanische Verbindungselemente — Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus korrosionsbeständigen nichtrostenden Stählen — Teil 2: Muttern mit festgelegten Stahlsorten und Festigkeitsklassen (ISO 3506-2:2020)* A1

A1 EN ISO 6892-1:2019, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2019)* A1

A1 CEN ISO/TR 15608:2017, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2017)* A1

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 13445-1:2021, EN 764-1:2015+A1:2016 A1 *gestrichene Verweisung* A1 und die folgenden Begriffe.

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

— IEC Electropedia: verfügbar unter http://www.electropedia.org/

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter http://www.iso.org/obp

3.1.1
niedrigste Werkstofftemperatur T_M
niedrigste Werkstofftemperatur, die jeweils für eine der folgenden Bedingungen festgelegt ist (siehe auch 3.1.2, 3.1.3):

— normaler Betrieb;

— An- und Abfahren;

— etwaige Prozessstörungen, z. B. Aufschäumen von Fluiden, die einen atmosphärischen Siedepunkt unter 0 °C haben;

N3 Nationale Fußnote: korrigiert durch EN ISO 2566-1:2021, *Stahl — Umrechnung von Bruchdehnungswerten — Teil 1: Unlegierte und niedrig legierte Stähle (ISO 2566-1:2021, korrigierte Fassung 2022-06).*

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

— Druck- oder Dichtheitsprüfung

3.1.2
Temperaturzuschlag [A1⟩ T_A ⟨A1]
Temperaturzuschlag zur Berechnung der Auslegungsreferenztemperatur T_R, abhängig von der errechneten Membranzugspannung bei der entsprechenden niedrigsten Werkstofftemperatur

ANMERKUNG 1 Werte für [A1⟩ T_A ⟨A1] sind in Tabelle B.2-12 festgelegt.

ANMERKUNG 2 Angaben zur Membranzugspannung siehe EN 13445-3:2021, Anhang C.

3.1.3
Auslegungsreferenztemperatur T_R
maßgebende Temperatur für die Festlegung der Anforderungen an die Kerbschlagarbeit, erhalten durch Addition des Temperaturzuschlags [A1⟩ T_A ⟨A1] mit der niedrigsten Werkstofftemperatur T_M:

$$T_R = T_M + [A1\rangle\ T_A\ \langle A1]$$

3.1.4
Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs T_{KV}
Temperatur, bei der die geforderte Kerbschlagarbeit erreicht werden muss (siehe Abschnitt B.2)

3.1.5
Kerbschlagarbeit *KV*
Schlagarbeit, die in Kerbschlagbiegeversuchen an Charpy-V-Proben nach [A1⟩ EN ISO 148-1:2016 ⟨A1] 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 (siehe Tabelle B.2-2 bis Tabelle B.2-7 und Bild B.2-1 bis Bild B.2-11). Bei ungeschweißten Bauteilen entspricht die Referenzdicke e_B der Nennwanddicke (einschließlich Korrosionszuschlag). Für geschweißte Bauteile ist die Referenzdicke in Tabelle B.4-1 definiert

3.1.7
Abminderungsfaktor für die Zeitstandfestigkeit der Schweißverbindung (WCSRF)
Faktor zur Berücksichtigung der Abminderung der Zeitstandfestigkeit der Schweißverbindung

3.2 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Teils gelten die Symbole und Einheiten in EN 764-2:2012 sowie die in Tabelle 3.2-1 und Tabelle 3.2-2 festgelegten Symbole und Einheiten.

Tabelle 3.2-1 — Größen für Raum und Zeit

Größe	Symbol	Einheit
Zeit	t	s, min, h, d, a
Frequenz	f	Hz
Maß	lateinische Buchstaben[a]	mm
Länge	l	mm
Dicke	e	mm
Korrosionszuschlag	c	mm
Durchmesser	d, D	mm

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Tabelle 3.2-1 (*fortgesetzt*)

Größe	Symbol	Einheit
Radius	r, R	mm
Fläche	A, S	mm^2
Volumen, Inhalt	V	mm^3 [b] [c]
Gewicht	W	N, kN
Dichte	p	kg/mm^3 [d]
Flächenträgheitsmoment	I	mm^4
Widerstandsmoment	Z	mm^3
Beschleunigung	T	m/s^2
Flächenwinkel	griechische Buchstaben[a]	rad, °

[a] Als Symbole können beliebige Kleinbuchstaben verwendet werden, mit Ausnahme der in dieser Tabelle verwendeten Buchstaben.

[b] Volumen darf auch in m^3 oder l angegeben werden.

[c] Liter „l“ ist keine SI-Einheit, kann jedoch mit SI-Einheiten und deren Vielfachen verwendet werden.

[d] Dichte darf auch in kg/m^3 angegeben werden.

Tabelle 3.2-2 — Festigkeitsgrößen

Größe[a]	Symbol[b]	Einheit
Kraft	F	N
Moment	M	N mm
Druck	p, P	bar[c], MPa
Temperatur	T	°C
linearer Wärmeausdehnungskoeffizient	α	µm/m °C
Normalspannung	σ	MPa
Schubspannung	τ	MPa
zulässige Berechnungsspannung	f	MPa
Zugfestigkeit	R_m	MPa
Zugfestigkeit bei Temperatur T	$R_{m/T}$	MPa
Streckgrenze	R_e	MPa
Streckgrenze bei Temperatur T	$R_{e/T}$	MPa
obere Streckgrenze	R_{eH}	MPa
1%-Dehngrenze	$R_{p1,0}$	MPa
0,2%-Dehngrenze	$R_{p0,2}$	MPa
0,2%-Dehngrenze bei Temperatur T	$R_{p0,2/T}$	MPa
Elastizitätsmodul	E	MPa
Schermodul	G	MPa
Poissonsche Zahl	υ	—
Dehnung	ε	%
Bruchdehnung	A	%

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Tabelle 3.2-2 (*fortgesetzt*)

Größe[a]	Symbol[b]	Einheit
Kerbschlagarbeit	KV	J
Härte	HB, HV	—
Schweißnahtfaktor	z	—
Sicherheitsbeiwert	S	—
Mittelwert der Zeitdehngrenze für 1 %-Dehnung bei Berechnungstemperatur T und Lebensdauer t	$R_{\mathrm{p1,0/T/t}}$	MPa
Mittelwert der Zeitstandfestigkeit bei Berechnungstemperatur T und Lebensdauer t	$R_{\mathrm{m/T/t}}$	MPa
Abminderungsfaktor für die Zeitstandfestigkeit der Schweißverbindung	z_{c}	—

[a] Größen ohne Temperaturindex beziehen sich normalerweise auf Raumtemperatur.

[b] Einige dieser Symbole, z. B. R, f, sind nicht in ISO 31 enthalten.

[c] „bar“ ist keine SI-Einheit, kann jedoch mit SI-Einheiten und deren Vielfachen verwendet werden. Die Einheit „bar“ ist auf Typenschildern, Bescheinigungen, Zeichnungen, Druckmessgeräten und Messeinrichtungen zu verwenden und wird immer als Überdruck angegeben. Dies stimmt mit den Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EU überein.

4 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile

4.1 Allgemeines

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

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

Werkstoffe sind 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 und Betrieb vorübergehend auftretenden Bedingungen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen in 4.1 und 4.2 sollten ebenfalls erfüllt sein, wenn die technischen Lieferbedingungen für 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 764-4:2014 eingehalten werden. Ausnahmen sollten technisch begründet werden.

Die Werkstoffe müssen nach [A1] CEN ISO/TR 15608:2017 [A1] in Werkstoffgruppen eingeteilt werden, um die Anforderungen an Herstellung und Inspektion den generischen Werkstoffsorten zuzuordnen.

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

4.1.2 Werkstoffe für drucktragende Teile, die den Anforderungen dieses Dokuments entsprechen, müssen mit begleitenden Prüfdokumenten nach EN 10204:2004 versehen sein. Sofern der analytische Zulässigkeitsnachweis – Direktes Verfahren nach EN 13445-3:2021, Anhang B, angewendet wird, ist für sämtliche Stähle das spezifische Abnahmeprüfzeugnis (Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder 3.2) erforderlich.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Die Art des Prüfdokumentes muss mit EN 764-5:2014 übereinstimmen und eine Konformitätserklärung mit der Werkstoffspezifikation beinhalten.

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

4.1.4 Stähle müssen eine festgelegte Mindest-Bruchdehnung über eine Messlänge L_o aufweisen.

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o} \qquad (4.1\text{-}1)$$

Dabei ist

S_o der Ausgangsquerschnitt innerhalb der Messlänge.

Die Mindest-Bruchdehnung in alle Richtungen muss ≥ 14 % sein.

Bei einer anderen Messlänge als der hier angegeben muss die Mindest-Bruchdehnung durch Umrechnung der festgelegten Werte in Übereinstimmung mit

— ⟦A1⟩ EN ISO 2566-1:2021 ⟨A1⟧ für unlegierte und niedrig legierte Stähle;

— ⟦A1⟩ EN ISO 2566-2:2021 ⟨A1⟧ für austenitische Stähle

ermittelt werden.

4.1.5 Es können jedoch auch niedrigere Werte für die Bruchdehnung verwendet werden (z. B. für Verbindungselemente oder Gussstücke), jedoch müssen 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.

4.1.6 Der Mindestwert der Kerbschlagarbeit von Stählen, ermittelt an Charpy-V-Kerbschlagproben (⟦A1⟩ EN ISO 148-1:2016 ⟨A1⟧), 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 nach Anhang B.

4.1.7 Die chemische Zusammensetzung der zum Schweißen oder Umformen vorgesehenen Stähle darf die in Tabelle 4.1-1 angegebenen Werte nicht überschreiten. Zeile 2 der Tabelle gilt für Behälter oder Teile, die durch Anwendung des analytischen Zulässigkeitsnachweises – Direktes Verfahren nach EN 13445-3:2021, Anhang B, ausgelegt wurden. Ausnahmen müssen technisch begründet werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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

A1

Stahl (nach Tabelle A.1)	Maximaler Gehalt nach der Schmelzenanalyse		
	% C	% P	% S
Stahl (1 bis 6 und 9)	0,23[a]	0,035	0,025
Stähle (1 bis 6 und 9) wenn DBA – Direktes Verfahren angewendet wird[c]	0,20	0,025	0,015
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) (8.3)	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 darf 0,25 % sein.

[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.

[c] Zusätzlich muss das Verhältnis der Wanddickenreduzierung (Verhältnis der Ausgangs-Wanddicke von Platte/Block zur Wanddicke der fertigen Platte) größer oder gleich:
— 4 sein bei NL2-Stählen und Stählen der Werkstoffgruppe 9;
— 3 sein bei anderen Werkstoffen.

A1

4.2 Besondere Anforderungen

4.2.1 Besondere Eigenschaften

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.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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 13445-3:2021 geforderten Werkstoffeigenschaften in den technischen Lieferbedingungen festgelegt sind. Falls die technischen Lieferbedingungen die speziellen Werkstoffkennwerte für die zulässige Temperatur *TS* nicht enthalten, müssen die in EN 13445-3:2021 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 (RT) festgelegte Wert für Temperaturen bis 50 °C eingesetzt werden. Die Interpolation zwischen 50 °C und 100 °C muss mit den Werten der 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.

4.2.2.2 Dass die Kerbschlageigenschaften beeinträchtigt werden können, wenn der Werkstoff langzeitig oder häufig erhöhten Temperaturen ausgesetzt wird, bedingt, dass die Temperaturen und die Einwirkdauer der erhöhten Temperaturen aufgezeichnet und diese Aufzeichnungen zur Einsichtnahme bei betriebsbegleitenden Prüfungen bereitgehalten werden. Der Einfluss solcher Einwirkungen auf die Lebensdauererwartung muss berücksichtigt und aufgezeichnet werden.

Für Arbeitsschritte wie das Trocknen und Reinigen von Druckbehältern dürfen Stähle mit festgelegten Tieftemperatureigenschaften, für die jedoch keine Werte der 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhter Temperatur festgelegt sind, dennoch bei erhöhten Temperaturen verwendet werden, wenn die für die Auslegungsberechnungen für erhöhte Temperaturen eingesetzten Werte der 0,2 %-Dehngrenze durch Multiplikation der für 20 °C festgelegten Mindestwerte der Streckgrenze mit dem in Tabelle 4.2-1 angegebenen Faktor ermittelt werden.

Tabelle 4.2-1 — Streckgrenzenminderungsfaktoren für Tieftemperaturstähle

Stahl	Temperatur *T*			
	100 °C	200 °C	250 °C	300 °C
vergütet	0,75	0,68	0,64	0,60
normalgeglüht oder thermomechanisch behandelt	0,70	0,58	0,53	0,48

Die Interpolation muss nach 4.2.2.1 erfolgen.

4.2.3 Vermeidung von Sprödbruch

Es gelten die Anforderungen nach Anhang B.

4.2.4 Konstruktive Eigenschaften im Zeitstandbereich

4.2.4.1 Zeitstandeigenschaften des Grundwerkstoffs

Zur Interpolation und Extrapolation der in der Werkstoffnorm angegebenen Zeitstandeigenschaften siehe EN 13445-3:2021, Abschnitt 19.

Wenn in einer Werkstoffnorm keine Zeitstandeigenschaften enthalten sind, sind diese nach ▌A1⟩ EN ISO 204:2018 ⟨A1▌ zu bestimmen.

4.2.4.2 Zeitstandeigenschaften von Schweißverbindungen

Das Zeitstandverhalten von Schweißverbindungen, auf die senkrecht zur Schweißnaht Kräfte einwirken, kann sich grundlegend vom Zeitstandverhalten des Grundwerkstoffes unterscheiden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Dies wird bei der Auslegung von im Zeitstand betriebenen Behältern in EN 13445-3:2021 durch Einsetzen eines Abminderungsfaktors für die Zeitstandfestigkeit der Schweißverbindung z_c berücksichtigt, der durch Versuche an Schweißverbindungen ermittelt wird. Sind keine Daten verfügbar, wird ein Standardwert von z_c zugrunde gelegt.

Ein zulässiges Verfahren zur Ermittlung von z_c sind die in Anhang C angegebenen Versuche quer zur Schweißnaht (siehe auch [17])

4.2.5 Besondere Anforderungen an Stähle 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 MPa nicht überschreiten. Die Mindest-Bruchdehnung des Stabstahls muss A_5 = 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 1 Detaillierte Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit und die innere Fehlerfreiheit des Stabstahls können bei einigen Anwendungsfällen erforderlich sein.

ANMERKUNG 2 Werkstoffe für Verbindungselemente, die den Anforderungen dieser Norm entsprechen, sollten auf der Grundlage von EN 10204:2004 zertifiziert werden.

4.3 Technische Lieferbedingungen

4.3.1 Europäische Normen

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

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

ANMERKUNG 2 Tabelle E.1-1 enthält eine informative Zusammenstellung der in Bezug genommenen Europäischen Werkstoffnormen und der Europäischen Normen über drucktragende Bauteile.

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

4.3.2 Europäische Werkstoffzulassung

Ein in einem Europäischen Werkstoffdatenblatt (EMDS) festgelegter Werkstoff für Druckgeräte darf nur innerhalb seines Anwendungsbereiches verwendet werden und unter der Bedingung, dass 4.1 und 4.2 berücksichtigt wurden.

4.3.3 Werkstoff-Einzelgutachten

Andere Werkstoffe als in 4.3.1 und 4.3.2 festgelegt dürfen ebenfalls verwendet werden, sofern sie durch ein Werkstoff-Einzelgutachten zugelassen wurden und unter der Bedingung, dass 4.1 und 4.2 berücksichtigt wurden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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 A1 EN 13479:2017 A1 und EN 12074:2000 entsprechen.

ANMERKUNG Gleichwertige nationale/internationale Festlegungen sind zulässig, wenn sie im Hinblick auf die Anforderungen an das Qualitätssicherungs-System und die Anforderungen an 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 nicht in Europäischen Normen berücksichtigte Werkstoffe muss die Kennzeichnung mindestens Folgendes 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.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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 A1 CEN ISO/TR 15608:2017 A1)

A1

Gruppe	Unter-gruppe	Stahlsorte
1		Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze $R_{eH} \leq 460$ MPa[a] und folgenden Analysenwerten in %: C ≤ 0,25 Si ≤ 0,60 Mn ≤ 1,70 Mo ≤ 0,70[b] S ≤ 0,045 P ≤ 0,045 Cu ≤ 0,40[b] Ni ≤ 0,5[b] Cr ≤ 0,3 (0,4 für Gussstücke)[b] Nb ≤ 0,05 V ≤ 0,12[b] Ti ≤ 0,05
	1.1	Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze $R_{eH} \leq 275$ MPa
	1.2	Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von 275 MPa < $R_{eH} \leq 360$ MPa
	1.3	normalgeglühte Feinkornstähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_{eH} > 360$ MPa
	1.4	Stähle mit einem erhöhten Widerstand gegen atmosphärische Korrosion, deren Zusammensetzung die Anforderungen an die einzelnen unter 1 aufgeführten Elemente überschreiten darf
2		thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Stahlgusssorten mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_{eH} > 360$ MPa
	2.1	thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Stahlgusssorten mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von 360 MPa < $R_{eH} \leq 460$ MPa
	2.2	thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Stahlgusssorten mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_{eH} > 460$ MPa
3		vergütete und ausscheidungsgehärtete Stähle, ausgenommen nichtrostende Stähle, mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze $R_{eH} > 360$ MPa
	3.1	vergütete Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von 360 MPa < $R_{eH} \leq 690$ MPa
	3.2	vergütete Stähle mit einer festgelegten Mindest-Streckgrenze von $R_{eH} > 690$ MPa
	3.3	ausscheidungsgehärtete Stähle, ausgenommen nichtrostende Stähle
4		Cr-Mo-(Ni) Stähle mit niedrigem Vanadiumgehalt, mit Mo ≤ 0,7 % und V ≤ 0,1 %

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Tabelle A.1 (*fortgesetzt*)

A1

Gruppe	Unter-gruppe	Stahlsorte
	4.1	Stähle mit Cr ≤ 0,3 % und Ni ≤ 0,7 %
	4.2	Stähle mit Cr ≤ 0,7 % und Ni ≤ 1,5 %
5		Cr-Mo-Stähle ohne Vanadium mit C ≤ 0,35 %[c]
	5.1	Stähle mit 0,75 % ≤ Cr ≤ 1,5 % und Mo ≤ 0,7 %
	5.2	Stähle mit 1,5 % < Cr ≤ 3,5 % und 0,7 % < Mo ≤ 1,2 %
	5.3	Stähle mit 3,5 % < Cr ≤ 7,0 % und 0,4 % < Mo ≤ 0,7 %
	5.4	Stähle mit 7,0 % < Cr ≤ 10 % und 0,7 % < Mo ≤ 1,2 %
6		Cr-Mo-(Ni)-Stähle mit hohem Vanadiumgehalt
	6.1	Stähle mit 0,3 % ≤ Cr ≤ 0,75 %, Mo ≤ 0,7 % und V ≤ 0,35 %
	6.2	Stähle mit 0,75 % < Cr ≤ 3,5 %, 0,7 % < Mo ≤ 1,2 % und V ≤ 0,35 %
	6.3	Stähle mit 3,5 % < Cr ≤ 7,0 %, Mo ≤ 0,7 % und 0,45 % ≤ V ≤ 0,55 %
	6.4	Stähle mit 7,0 % < Cr ≤ 12,5 %, 0,7 % < Mo ≤ 1,2 % und V ≤ 0,35 %
7		ferritische, martensitische oder ausscheidungsgehärtete nichtrostende Stähle mit C ≤ 0,35 % und 10,5 % ≤ Cr ≤ 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 Cr ≤ 19 %
	8.2	austenitische nichtrostende Stähle mit Cr > 19 %
	8.3	austenitische nichtrostende Manganstähle mit 4 % < Mn ≤ 12 %
9		nickellegierte Stähle mit Ni ≤ 10 %
	9.1	nickellegierte Stähle mit Ni ≤ 3 %
	9.2	nickellegierte Stähle mit 3 % < Ni ≤ 8 %
	9.3	nickellegierte Stähle mit 8 % < Ni ≤ 10 %
10		austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle (Duplexstähle)
	10.1	austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle mit Cr ≤ 24 % und Ni ≤ 4 %
	10.2	austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle mit Cr > 24 % und Ni ≥ 4 %
	10.3	austenitisch-ferritische nichtrostende Stähle mit Cr > 24 % und Ni ≤ 4 %

a In Übereinstimmung mit der Festlegung in den Stahlnormen darf R_{eH} durch $R_{p0,2}$ bzw. $R_{t0.5}$ ersetzt werden.

b Ein höherer Wert ist zulässig, wenn Cr + Mo + Ni + Cu + V ≤ 0,75 %.

c „Ohne Vanadium“ heißt: dem Werkstoff nicht vorsätzlich beigefügt.

A1

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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 Abschnitt B.5. Falls Abschnitt 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 Temperaturen[1] von Stählen in Form von Blech, Band, Rohren, Fittings, Schmiedestücken, Gussstücken, Flanschen, Verbindungselementen und Schweißkonstruktionen für drucktragende Teile fest. 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 ≥ 3 % bis zu 9 %, auf austenitische Stähle sowie auf Schrauben und Muttern.

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, Feinkornstähle, Ni-legierte Stähle mit höchstens 1,5 % Ni mit einer festgelegten Streckgrenze ≤ 500 MPa und austenitisch-ferritische Stähle mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze von ≤ 550 MPa. Dieses Verfahren lässt sich auf einen größeren Dicken- und Temperaturbereich anwenden als das Verfahren 1, da T_R nicht gleich T_{27J} sein muss (siehe Bild B.2-1 bis Bild B.2-11). Darüber hinaus wurden für ferritische Stähle mit einer Mindeststreckgrenze von max. 355 MPa 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 darf das Verfahren angewendet werden, 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.

1 Einschließlich der Temperaturen bei der Druckprüfung.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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

Alle anwendbaren Kombinationen der Temperaturen T_M (niedrigste Werkstofftemperatur) und [A1⟩ T_A ⟨A1] (Temperaturzuschlag) müssen berücksichtigt werden; für die Bestimmung 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 Einleitung

Mit den in B.2.2 (Verfahren 1) und B.2.3 (Verfahren 2) festgelegten Verfahren ist die zur Vermeidung von Sprödbruch erforderliche Kerbschlagarbeit zu bestimmen. 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 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, ist ein zäherer Ausgangswerkstoff zu wählen.

Tabelle B.2-1 — Leitfaden für die Werkstoffauswahl

Tabelle	Werkstoff oder Produktform	Stahlgruppe	Abschnitt
B.2-2	Bleche und Bänder	ferritische Stähle	B.2.2.2
B.2-3	nahtlose und geschweißte Rohre		
B.2-4	Stäbe		
B.2-5	Schmiedestücke		
B.2-6	Ni-legierte Stähle (1,5 < Ni ≤ 5 %)	ferritische Stähle	B.2.2.3
B.2-7	Ni-legierte Stähle (9 % Ni)		
B.2-8	Schrauben und Muttern	ferritische Stähle austenitische Stähle	B.2.2.4
B.2-9			
B.2-10			
B.2-11	austenitische Stahlsorten	austenitische Stähle	B.2.2.5

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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.

Die Werte der Auslegungsreferenztemperatur T_R müssen aus den Werten der Werkstofftemperatur T_M unter Verwendung der Werte des Temperaturzuschlags A1 T_A A1 nach Tabelle B.2-12 errechnet werden.

B.2.2.2 Ferritische Stähle

Tabelle B.2-2 bis Tabelle 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 J.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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

Bleche und Bänder								
Nr. nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werk-stoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B mm		Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach [A1⟩ CEN ISO/TR 15608:2017 ⟨A1]	Bemer-kungen
				AW	PWHT			
1	[A1⟩ EN 10028-2:2017 ⟨A1]	P235GH	1.0345	35	200	−20	1.1	
2		P265GH	1.0425	35	200			
3		P295GH	1.0481	35	110		1.2	
4		P355GH	1.0473	35	70			
29	[A1⟩ EN 10028-3:2017 ⟨A1]	P275NH	1.0487	35	200	−20	1.1	
30		P275NL1	1.0488	35	200	−40		
31		P275NL2	1.1104	35	200	−50		
32		P355N	1.0562	35	70	−20	1.2	
33		P355NH	1.0565	35	70	−20		
34		P355NL1	1.0566	35	70	−40		
35		P355NL2	1.1106	35	70	−50		
39	[A1⟩ EN 10028-4:2017 ⟨A1]	11MnNi5-3	1.6212	35	80	−60	9.1	
40		13MnNi6-3	1.6217	35	70	−60		
41		15NiMn6	1.6228	35	70	−80		
50	[A1⟩ EN 10028-5:2017 ⟨A1]	P355M	1.8821	35	—	−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

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Tabelle B.2-2 (*fortgesetzt*)

Bleche und Bänder								
Nr. nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werk-stoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B mm		Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach A1 CEN ISO/TR 15608:2017 A1	Bemer-kungen
				AW	PWHT			
59	A1 EN 10028-6:2017 A1	P355Q	1.8866	35	70	−20	1.2	
60		P355QH	1.8867	35	70	−20		
61		P355QL1	1.8868	35	70	−40		
62		P355QL2	1.8869	35	70	−60		
[a] TMCP-Stähle dürfen keiner Wärmenachbehandlung (PWHT) unterzogen werden.								

Falls die geplante Bauteildicke größer als in Tabelle B.2-2 angegeben ist, sind wahlweise die Charpy-Zähigkeitsanforderungen in B.2.3.1 gegeben.

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

Nahtlose und geschweißte Rohre								
Nr. nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werk-stoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B mm		Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach A1 CEN ISO/TR 15608:2017 A1	Bemer-kungen
				AW	PWHT			
231	EN 10216-3:2013	P275NL1	1.0488	35	100	−40	1.1	[a]
232		P275NL2	1.1104	35	100	−50		[a]
233		P355N	1.0562	35	70	−20	1.2	
234		P355NH	1.0565	35	70	−20		
235		P355NL1	1.0566	35	70	−40		
236		P355NL2	1.1106	35	70	−50		

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

Tabelle B.2-3 (*fortgesetzt*)

Nahtlose und geschweißte Rohre								
Nr. nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werk-stoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B mm		Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach [A1] CEN ISO/TR 15608:2017 [A1]	Bemer-kungen
				AW	PWHT			
248	EN 10216-4:2013	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
249		P255QL	1.0452	35	40	−40		a
250		P265NL	1.0453	25	25	−40		a
251		26CrMo4-2	1.7219	15	40	−60	5.1	a
252		11MnNi5-3	1.6212	35	40	−60	9.1	a
253		13MnNi6-3	1.6217	35	40	−60	9.1	a
306	[A1] EN 10217-3:2019 [A1]	P275NL1	1.0488	35	40	−40	1.1	a
307		P275NL2	1.1104	35	40	−50		a
308		P355N	1.0562	35	40	−20	1.2	a
309		P355NH	1.0565	35	40	−20		a
310		P355NL1	1.0566	35	40	−40		a
311		P355NL2	1.1106	35	40	−50		a
316	[A1] EN 10217-4:2019 [A1]	P215NL	1.0451	10	10	−40	1.1	a
317		P265NL	1.0453	16	16	−40	1.1	a
321	[A1] EN 10217-6:2019 [A1]	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 jeweils aus den Grenzwerten der Wanddicke in den Europäischen Werkstoffnormen und in den Europäischen Bauteilenormen.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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

Stäbe								
Nr. nach Tabelle E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werk-stoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B AW	Max. Referenzdicke e_B PWHT	Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach [A1⟩ CEN ISO/TR 15608:2017 ⟨A1]	Bemer-kungen
147	[A1⟩ EN 10273:2016 ⟨A1]	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 E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B AW	Max. Referenzdicke e_B PWHT	Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach [A1⟩ CEN ISO/TR 15608:2017 ⟨A1]	Bemer-kungen
367	[A1⟩ EN 10222-3:2017 ⟨A1]	13MnNi6-3	1.6217	35	70	−60	9.1	
369		15NiMn6	1.6228	35	50	−80	9.1	
378	[A1⟩ EN 10222-4:2017+A1:2021 ⟨A1]	P285QH	1.0478	35	85	−20	1.2	
380		P355QH	1.0571	35	60	−20	1.2	
382		P420QH	1.8936	35	50	−20	3.1	

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

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

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

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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 E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werkstoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B AW	Max. Referenzdicke e_B PWHT	Auslegungs-referenztemperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach A1 CEN ISO/TR 15608:2017 A1	Bemer-kungen
Bleche und Bänder								
42	A1 EN 10028-4:2017 A1	12Ni14	1.5637	35	80	−100	9.2	b
43		X12Ni5	1.5680	35	80	−120		
Nahtlose Rohre								
254	EN 10216-4:2013	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	A1 EN 10222-3:2017 A1	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			

ANMERKUNG Grenzwerte für die Dicke ergeben sich aus den Grenzwerten der Wanddicke in Europäischen Werkstoffnormen.

[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.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-2:2023-12

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 E.2-1	Europäische Norm	Sorte	Werk-stoff-Nr.	Max. Referenzdicke e_B AW	Max. Referenzdicke e_B PWHT	Auslegungs-referenz-temperatur T_R °C	Werkstoffgruppe nach [A1⟩ CEN ISO/TR 15608:2017 ⟨A1]	Bemer-kungen
Bleche und Bänder								
44	[A1⟩ EN 10028-4:2017 ⟨A1]	X8Ni9	1.5662	—[b]		−196	9.3	
48		X7Ni9	1.5663					
Nahtlose Rohre								
258	EN 10216-4:2013	X10Ni9	1.5682	—[b]		−196	9.3	
Schmiedestücke								
375	[A1⟩ EN 10222-3:2017 ⟨A1]	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.

Documents
Document Sharing Hub