

ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN 13445-2:2021+A1:2023

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 2: Werkstoffe

Réipients sous pression non soumis à la
flamme - Partie 2 : matériaux

Unfired pressure vessels - Part 2:
Materials

08/2023



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN 13445-2:2021+A1:2023 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN 13445-2:2021+A1:2023 übernommen.

Alle interessierten Personen, welche Mitglied einer luxemburgischen Organisation sind, können sich kostenlos an der Entwicklung von luxemburgischen (ILNAS), europäischen (CEN, CENELEC) und internationalen (ISO, IEC) Normen beteiligen:

- Inhalt der Normen beeinflussen und mitgestalten
- Künftige Entwicklungen vorhersehen
- An Sitzungen der technischen Komitees teilnehmen

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

DIESES WERK IST URHEBERRECHTLICH GESCHÜTZT

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne schriftliche Einwilligung weder vervielfältigt noch in sonstiger Weise genutzt werden - sei es elektronisch, mechanisch, durch Fotokopien oder auf andere Art!

ICS 23.020.30

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 2: Werkstoffe

Unfired pressure vessels - Part 2: Materials

Réipients sous pression non soumis à la flamme -
Partie 2: Matériaux

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

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
Ⓐ ₁ 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

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

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 $\overline{A1}$ CEN ISO/TR 15608:2017 $\overline{A1}$)	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 $1,5 \% < \text{Ni} \leq 5 \%$	27
Tabelle B.2-7 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Ni-legierte Stähle mit $9 \% \text{ Ni}$	28
Tabelle B.2-8 — Allgemeine Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch mit Referenzdicken für Schrauben und Muttern bei $T_M \geq -10 \text{ }^\circ\text{C}$	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 $\overline{A1}$ T_A $\overline{A1}$	32
Tabelle B.2-13 — Anforderungen an die Kerbschlagarbeit für unlegierte C-, CMn-, Feinkornstähle, Ni-legierte Stähle mit weniger als $1,5 \% \text{ Ni}$	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 Drückgeräte-Richtlinie 2014/68/EU	96

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  EN 13445-2:2021 .

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   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 heruntergeladen 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 vorangegangenen 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.

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.

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*.