

DIN EN 13445-8



ICS 23.020.30

Ersatz für
DIN EN 13445-8:2018-12

**Unbefeuerte Druckbehälter –
Teil 8: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Aluminium und
Aluminiumlegierungen;
Deutsche Fassung EN 13445-8:2021**

Unfired pressure vessels –
Part 8: Additional requirements for pressure vessels of aluminium and aluminium alloys;
German version EN 13445-8:2021

Récipients sous pression non soumis à la flamme –
Partie 8: Exigences complémentaires pour les récipients sous pression en aluminium et
alliages d'aluminium;
Version allemande EN 13445-8:2021

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-8:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-05 AA „Unbefeuerte Druckbehälter“ im DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Im Grundsatz gelten für unbefeuerte Druckbehälter aus Aluminium und seinen Legierungen die gleichen Anforderungen wie für Behälter aus anderen Werkstoffen, z. B. Stahl. Wegen der abweichenden Werkstoffeigenschaften von Aluminium (-legierungen) gegenüber Stahl ist es in Bezug auf manche Anforderungen jedoch notwendig, diesen Unterschieden in Bezug auf Werkstoffe, Auslegung, Herstellverfahren (Umformen, Schweißen etc.) und den zugehörigen Prüfverfahren gegenüber den allgemeinen Anforderungen für Druckbehälter aus Stahl durch andere normative Festlegungen Rechnung zu tragen.

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 13445-8:2018-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) redaktionell überarbeitet;
- b) die Normativen Verweisungen wurden aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13445-8: 2006-12, 2010-02, 2010-12, 2011-12, 2012-12, 2013-12, 2014-12, 2015-12, 2016-12, 2017-12, 2018-12
DIN EN 13445-8/A1: 2015-03

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter —
Teil 8: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus
Aluminium und Aluminiumlegierungen

Unfired pressure vessels —
Part 8: Additional requirements for pressure vessels of
aluminium and aluminium alloys

Réipients sous pression non soumis à la flamme —
Partie 8: Exigences complémentaires pour les réipients
sous pression en aluminium et alliages d'aluminium

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. Februar 2021 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, 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	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Symbole und Einheiten.....	7
4 Allgemeines	7
5 Werkstoffe.....	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Bruchdehnung	7
5.3 Vermeidung von Sprödbruch	7
5.4 Lamellenrissbildung.....	8
5.5 Chemische Zusammensetzung.....	8
5.6 Einteilung der Werkstoffgruppen	8
6 Konstruktion	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Auslegungstemperatur und Eigenschaften	9
6.3 Zeitunabhängige Berechnungsnennspannung (zulässige Spannung)	9
6.4 Rohrleitungen mit großer Wanddicke und kleiner Bohrung für Schalen.....	10
6.5 Ermüdungsberechnung.....	10
6.6 Überlappte Verbindungen, Sickennähte, Einlegestreifen	10
6.6.1 Allgemeines	10
6.6.2 Überlappte Verbindungen.....	10
6.6.3 Sickennähte	11
6.6.4 Schweißverbindungen mit Einlegestreifen	11
6.7 Ebene Böden.....	11
6.8 Auslegung nach experimentellem Verfahren.....	12
6.9 Mit Kammerwerkzeug stranggepresste Rohre.....	12
7 Herstellung.....	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Werkstoffe.....	12
7.3 Toleranzen.....	12
7.4 Schweißanweisung (WPS).....	13
7.5 Bericht über die Anerkennung des Schweißverfahrens (WPAR)	13
7.6 Prüfung der Schweißer und des Bedienpersonals von Schweißeinrichtungen	13
7.7 Schweißnahtvorbereitung	13
7.8 Vorwärmen	14
7.9 Arbeitsprüfung, Referenzkriterien	14
7.10 Prüfumfang	15
7.11 Durchführung der Prüfung und Annahmekriterien	15
7.12 Umformverfahren	15
7.13 Wärmebehandlung nach dem Umformen	16
7.14 Probenahme von umgeformten Erzeugnissen.....	17
7.15 Prüfungen.....	18
7.15.1 Grundwerkstoff.....	18
7.15.2 Stumpfschweißnähte	18
7.16 Wärmenachbehandlung (PWHT)	18

8	Inspektion und Prüfung.....	18
8.1	Allgemeines.....	18
8.2	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen	19
8.2.1	Allgemeines.....	19
8.2.2	Nachweis der zufrieden stellenden Erfahrung bei Prüfgruppe 2	20
8.2.3	Symbole	20
8.3	Festlegung des Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung.....	20
8.4	Anwendbare Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung	23
8.4.1	Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung.....	23
8.4.2	Zulässigkeitskriterien für die Durchstrahlungsprüfung (RT)	24
8.4.3	Zulässigkeitskriterien für Sichtprüfung und Eindringprüfung	24
8.4.4	Zulässigkeitskriterien für die Eindringprüfung (PT)	25
8.5	Wahl der Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung von inneren Fehlern.....	25
8.6	Standardmäßige Wasserdruckprüfung.....	26
8.7	Gasdruckprüfung	26
9	Inspektion und Prüfung von in Serie gefertigten Druckbehältern — Baumusterzulassung	26
9.1	Allgemeines.....	26
9.2	Inspektion und Prüfung von Druckbehältern unter zyklischer Beanspruchung.....	26
	Anhang A (normativ) Zulässige Werte der Auslegungsfestigkeit	27
A.1	Allgemeines.....	27
A.2	Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile	27
A.3	Gezogene Stangen und Rohre	28
A.4	Schmiedestücke	28
A.5	Bleche	29
	Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13445-8	32
Y.1	Unterschiede zwischen der EN 13445-8:2014 und der EN 13445-8:2021	32
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU	33
	Literaturhinweise	35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-8:2021) 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 November 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2021 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 wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

Eine Liste aller Teile der Normenreihe EN 13445 finden Sie auf der CEN-Website.

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 zufrieden stellend 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. Interpretationseiten werden in die Website aufgenommen.

Dieses Dokument ersetzt EN 13445-8:2014. 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 der EN 13445:2021 zu veröffentlichen, beginnend mit Ausgabe 1, in welcher diese Änderungen konsolidiert werden und in denen darüber hinaus andere festgestellte Berichtigungen enthalten sind.

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

Dieses Dokument legt zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen an unbefeuerte Druckbehälter nach EN 13445:2021, Teile 1 bis 5, Anforderungen an aus Aluminium und Aluminiumlegierungen hergestellte unbefeuerte Druckbehälter und deren Bauteile fest. Dieser Teil der Europäischen Norm gilt für unbefeuerte Druckbehälter für Druckbelastungen bis zu 500 vollen Lastzyklen.

ANMERKUNG Gusswerkstoffe sind in der vorliegenden Fassung nicht enthalten. Angaben zu Gusswerkstoffen werden in einer Ergänzung bzw. Überarbeitung dieser Norm aufgenommen.

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 485-2:2013, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten — Teil 2: Mechanische Eigenschaften*

EN 573-3:2013, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug — Teil 3: Chemische Zusammensetzung und Erzeugnisformen*

EN 586-2:1994, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Schmiedestücke — Teil 2: Mechanische Eigenschaften und zusätzliche Eigenschaftsanforderungen*

EN 754-2:2013, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Gezogene Stangen und Rohre — Teil 2: Mechanische Eigenschaften*

EN 755-1:2016, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 1:*

EN 755-2:2016, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 2:*

EN 755-8:2016, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile — Teil 8:*

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

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

EN 12392:2000, *Aluminium und Aluminiumlegierungen — Knetzeugnisse — Besondere Anforderungen an Erzeugnisse für die Fertigung von Druckgeräten*

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

EN 13445-2:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

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*

EN ISO 3452-1:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen* (ISO 3452-1:2013)

EN ISO 3834-2:2005, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen* (ISO 3834-2:2005)

EN ISO 3834-3:2005, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen* (ISO 3834-3:2005)

EN ISO 4063:2010, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern* (ISO 4063:2009, Korrigierte Fassung 2010-03-01)

EN ISO 6520-1:2007, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 1: Schmelzschweißen* (ISO 6520-1:2007)

EN ISO 9606-2:2004, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen* (ISO 9606-2:2004)

EN ISO 10042:2005, *Schweißen — Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und dessen Legierungen — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten* (ISO 10042:2005)

EN ISO 11666:2010, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen* (ISO 11666:2010)

EN ISO 14732:2013, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen* (ISO 14732:2013)

EN ISO 15614-2:2005, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 2: Lichtbogenschweißen von Aluminium und dessen Legierungen* (ISO 15614-2:2005)

EN ISO 16826:2014, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Prüfung auf Inhomogenitäten senkrecht zur Oberfläche* (ISO 16826:2012)

EN ISO 17635:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe* (ISO 17635:2016)

EN ISO 17636-1:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen* (ISO 17636-1:2013)

EN ISO 17636-2:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren* (ISO 17636-2:2013)

EN ISO 17637:2011, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen* (ISO 17637:2003)

EN ISO 17640:2010, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung* (ISO 17640:2010)

EN ISO 23277:2009, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen* (ISO 23277:2006)

CR ISO/TR 15608:2013, *Welding — Guidelines for a metallic materials grouping system* (ISO/TR 15608:2013)

ISO 857-1:1998, *Welding and allied processes — Vocabulary — Part 1: metal welding processes*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe, Symbole und Einheiten nach EN 13445:2021, Teile 1 bis 5.

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>.

ANMERKUNG Weitere Symbole sind in 8.2.3 aufgeführt.

4 Allgemeines

EN 13445-1:2021 gelten nach.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Werkstoffen für drucktragende Bauteile, die den Anforderungen dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen Prüfbescheinigungen in Übereinstimmung mit EN 10204:2004 beigelegt sein.

Die Art der Prüfbescheinigungen muss EN 764-5:2014 entsprechen und eine Erklärung der Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation enthalten.

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-2:2021 mit den folgenden Ergänzungen/Ausnahmen.

5.2 Bruchdehnung

ANMERKUNG Siehe auch 4.1.4 in EN 13445-2:2021.

Aluminium und Aluminiumlegierungen für die Schweißteile von Druckbehältern, die einer Kaltumformung unterzogen werden (z. B. gewalzte Schalen und Böden), müssen über eine Messlänge

$$L_0 = 5,65\sqrt{S_0} \quad (5.2-1)$$

eine festgelegte Mindestbruchdehnung von $\geq 14\%$ entsprechend der Werkstoffspezifikation in Längs- oder Querrichtung aufweisen.

Aluminium und Aluminiumlegierungen für die Teile von Druckbehältern, die keiner Kaltumformung unterzogen werden (z. B. gerade Flansche und Stutzen), müssen eine festgelegte Mindestbruchdehnung $\geq 10\%$ entsprechend der Werkstoffspezifikation in Längs- oder Querrichtung aufweisen, bestimmt über eine Messlänge, die in Gleichung (5.2-1) definiert ist.

5.3 Vermeidung von Sprödbruch

EN 13445-2:2021, Anhang B, gilt nicht. Alle in Tabelle 5.6-1 aufgeführten Werkstoffe sind ohne Kerbschlagbiegeversuch für jede Mindest-Metalltemperatur geeignet.

ANMERKUNG Siehe auch EN 1252-1 und EN 12392:2000, 8.4.

5.4 Lamellenrissbildung

ANMERKUNG Siehe auch EN 13445-2:2021, 4.2.1.2, zu ersetzen.

Bei Druckbehältern aus Aluminium und seinen Legierungen gelten für die Lamellenrissbildung keine besonderen Anforderungen.

5.5 Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung muss der Werkstoffspezifikation entsprechen.

Es wird empfohlen, für Schweißteile nur Werkstoffe zu verwenden, die aus Walz- oder Pressbarren mit einem Wasserstoffgehalt von höchstens 0,2 ml je 100 g Aluminium hergestellt wurden, gemessen am flüssigen Metall während des Gießvorgangs (siehe EN 12392:2000, 5.1.3).

EN 12392:2000, 4.1, empfiehlt einen maximalen Bleigehalt von höchstens 150 µg/g.

5.6 Einteilung der Werkstoffgruppen

EN 13445-2:2021, Anhang A, gilt nicht für Druckbehälter aus Aluminium und dessen Legierungen. Die für die Konstruktion von Druckbehältern aus Aluminiumlegierung zulässigen Werkstoffe müssen der nachstehenden Tabelle 5.6-1 entsprechen.

Für einen Werkstoff in Tabelle 5.6-1 ist jede Erzeugnisform nach EN 12392:2000 in einem zulässigen Werkstoffzustand für die Konstruktion nach dieser Europäischen Norm zulässig, sofern die Anforderungen nach 5.2 und 5.5 erfüllt sind. Andere, hier nicht aufgeführte Werkstoffe dürfen nach Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien verwendet werden (siehe EN 13445-2:2021, 4.1.4), sofern sie die Anforderungen nach 5.2 und 5.5 erfüllen und ein Werkstoff-Einzelgutachten ausgestellt wird (siehe EN 764-4:2002).

Tabelle 5.6-1 — Gruppeneinteilung nach CR ISO/TR 15608:2013 und zulässige Konstruktionswerkstoffe auf der Grundlage von EN 12392:2000 unter Verwendung der EN-AW-Nummern nach EN 573-3:2013

Gruppe	Untergruppe	Aluminium- und Aluminiumlegierungsart	Bezeichnung		
			EN AW Nummer	Chemisches Symbol	Werkstoffzustand
21		Reines Aluminium mit ≤ 1 % Verunreinigung oder Legierungsanteil	EN AW — 1050A EN AW — 1070A EN AW — 1080A	EN AW-Al 99,5 EN AW-Al 99,7 EN AW-Al 99,8(A)	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112
22	Legierungen ohne Wärmebehandlung				
	22.1	Aluminium-Mangan-Legierungen	EN AW — 3003 EN AW — 3103 EN AW — 3105	EN AW-Al Mn1Cu EN AW-Al Mn1 EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111
	22.2	Aluminium-Magnesium-Legierungen mit Mg ≤ 1,5 %	EN AW — 5005 EN AW — 5005A EN AW — 5050	EN AW-Al Mg1(B) EN AW-Al Mg1(C) EN AW-Al Mg1,5 (C)	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111
	22.3	Aluminium-Magnesium-Legierungen mit 1,5 % < Mg ≤ 3,5 %	EN AW — 5049 EN AW — 5052 EN AW — 5154A EN AW — 5251 EN AW — 5454 EN AW — 5754	EN AW-Al Mg2Mn0,8 EN AW-Al Mg2,5 EN AW-Al Mg3,5(A) EN AW-Al Mg2 EN AW-Al Mg3Mn(A) EN AW-Al Mg3	O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112 O, H111, H112
	22.4	Aluminium-Magnesium-Legierungen mit Mg > 3,5 %	EN AW — 5083 EN AW — 5086	EN AW-Al Mg4,5Mn0,7 EN AW-Al Mg4	O, H111, H112 O, H111
23	Legierungen mit Wärmebehandlung				
	23.1	Aluminium-Magnesium-Silikon-Legierungen	EN AW — 6060 EN AW — 6061	EN AW-Al MgSi EN AW-Al Mg1SiCu	T4 ^a T4 ^b , T6 ^c
^a Nur für Profile ^b Nur für nahtlose Rohre und Flansche ^c Nur für Flansche					

6 Konstruktion

6.1 Allgemeines

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-3:2021 mit den folgenden Ergänzungen/Ausnahmen.

6.2 Auslegungstemperatur und Eigenschaften

ANMERKUNG 1 Siehe auch EN 13445-2:2021, 4.2.2.

EN 13445-2:2021, 4.2.2.1, 2. Absatz, gilt nicht für Aluminium und dessen Legierungen.

Werte der Auslegungsfestigkeit sind in Anhang A, Tabellen A.2 bis A.5, angegeben. Auslegungstemperaturen oberhalb der jeweiligen Temperaturgrenzen nach Anhang A sind unzulässig.

Bei Werkstoffen der Gruppe 22.4 können Temperaturen oberhalb 80 °C zu Korngrenzenausscheidung von Al_3Mg_2 führen. Diese Werkstoffe dürfen bei Temperaturen oberhalb 80 °C bis 200 °C ausschließlich für nichtkorrosiven Betrieb verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Zu weiteren Werkstoffeigenschaften siehe EN 12392:2000.

Bei Schweißteilen sowie bei nach dem Umformen wärmebehandelten Teilen sind beim Schweißen von Flanschen der Reihe 6 000 usw. ausschließlich die dem Werkstoffzustand O entsprechenden Werte für die Auslegung anzusetzen. Diese Werte sind in EN 12392:2000 nicht angegeben, daher sind die in Tabelle 6.3-2 aufgeführten Werte für f für die Auslegung zugrunde zu legen. Für die Schweißnahtzone ist der Werkstoffzustand O zugrunde zu legen, allerdings darf für die Flanschfestigkeit in einem Abstand ($2t$) von der Schweißnaht der tatsächliche Werkstoffzustand (T4 oder T6) eingesetzt werden.

Für Aluminium und Aluminiumlegierungen müssen die Werte der 0,2-%-Dehngrenze (oder der 1-%-Dehngrenze für Aluminium der Werkstoffgruppe 21 – Reihe 1 000) bei Temperaturen oberhalb 20 °C durch lineare Interpolation zwischen zwei benachbarten Werten nach Anhang A oder EN 12392:2000 festgelegt werden; ausgenommen hiervon sind die Legierungen 5083 und 5086, bei denen für 65 °C der entsprechende Wert für 50 °C angesetzt werden darf.

Bei Werkstoffen der Gruppe 22.4: Für kürzere Zeitspannen sind höhere Temperaturen (z. B. bei Abtauen einer Kühlanlage) bis 150 °C zulässig, sofern der Druck auf den halben Betriebsdruck für eine Dauer von bis zu 8 h sowie auf atmosphärischen Druck für eine Dauer von bis zu 24 h gesenkt wird.

6.3 Zeitunabhängige Berechnungsspannung (zulässige Spannung)

Die Berechnungsspannungen für Werkstoffe aus Aluminium und Aluminiumlegierungen müssen den Angaben in Tabelle 6.3-1 entsprechen.

Tabelle 6.3-1 — Berechnungsspannungen für Werkstoffe aus Aluminium und Aluminiumlegierungen

Werkstoffgruppe nach Tabelle 5.6-1	Berechnungsspannung bei Auslegungsbedingungen	Berechnungsspannung bei Prüfbedingungen
21	$f = [R_{p1,0,T}/1,5]$	$f_{\text{test}} = [R_{p1,0,20}/1,05]$
22	$f = \min [R_{p0,2,T}/1,5] \text{ oder } [R_{m,20}/2,4]$	$f_{\text{test}} = [R_{p0,2,20}/1,05]$
23	$f = \min [R_{p0,2,T}/1,5] \text{ oder } [R_{m,20}/3]$	$f_{\text{test}} = [R_{p0,2,20}/1,05]$

Tabelle 6.3-2 — Werte für die zulässige Auslegungsfestigkeit für Aluminiumlegierungen der Reihe 6000 im geschweißten Zustand (siehe 6.2)

Werkstoffbezeichnung nach EN 12392:2000	Wert für f für Auslegungstemperaturen (°C) von höchstens						
	50	75	100	125	150	175	200
EN AW 6060	40	40	40	38	36	22	14
EN AW 6061	55	55	55	54	51	43	32

6.4 Rohrleitungen mit großer Wanddicke und kleiner Bohrung für Schalen

Als Alternative zu EN 13445-3:2021, Anhang B und Anhang C, können für dickwandige Rohrleitungen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen, z. B. für Rohrleitungen mit $e/D_e > 0,16$ und $DN \leq 50$ die Gleichungen (6.4-1) und (6.4-2) angewendet werden. Der zulässige Druck ist für die Auslegung anzusetzen.

Grenzlastverfahren

$$p_d < PS \quad (6.4-1)$$

Dieser maximale zulässige Druck kann wie folgt ermittelt werden:

$$PS = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot R_{p0,2} \cdot \ln \left[\frac{D_o}{D_i} \right] \right) / 1,5 \quad (6.4-2)$$

ANMERKUNG Das vorgeschlagene Verfahren ist das Norm-Auslegungsverfahren für Verdampfer vor einem Kryo-Behälter. Diese Verdampfer sind Rohrleitungen mit kleiner Bohrung ($DN \leq 50$) mit vergleichsweise großen Wanddicken (e/D_e beträgt typischerweise zwischen 0,23 und 0,33 bzw. D_e/D_i zwischen 2,7 und 1,8).

6.5 Ermüdungsberechnung

Der vorliegende Teil 8 zu Druckbehältern aus Aluminium und Aluminiumlegierungen behandelt nicht Ermüdungsberechnungen für mehr als 500 äquivalente Druckzyklen über die volle Schwingbreite. Zur Bestimmung von 500 äquivalenten Druckzyklen über die volle Schwingbreite siehe EN 13445-3:2021, 5.4.2.

ANMERKUNG Dies wird in einer späteren Überarbeitung oder Ergänzung dieser Norm aufgenommen.

6.6 Überlappte Verbindungen, Sickennähte, Einlegestreifen

6.6.1 Allgemeines

Die Anforderungen nach 5.7.4 in EN 13445-3:2021 sind für Druckbehälter aus Aluminium und Aluminiumlegierungen nicht zutreffend und die Festlegungen in 5.7.4.1, 5.7.4.2 und 5.7.4.3.1 sind durch die folgenden Anforderungen in 6.6.2, 6.6.3 bzw. 6.6.4 zu ersetzen.

6.6.2 Überlappte Verbindungen

Überlappte Verbindungen mit Kehlnähten dürfen nur verwendet werden, wenn sämtliche nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) nur Prüfgruppe 4 ist zulässig;
- b) die Werkstoffe sind auf die Werkstoffgruppen 21, 22.1, 22.2, 22.3, 22.4 beschränkt;
- c) Rundnähte sind nur zwischen Behälterboden und -schale zulässig;
- d) die Nennwanddicke des drucktragenden Teils mit der größten Dicke beträgt höchstens 8 mm;