

	DIN EN 13445-4	
ICS 23.020.30	Ersatz für DIN EN 13445-4:2021-12 und DIN EN 13445-4/A1:2023-06	
Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 4: Herstellung; Deutsche Fassung EN 13445-4:2021+A1:2023 Unfired pressure vessels – Part 4: Fabrication; German version EN 13445-4:2021+A1:2023 Réipients sous pression non soumis à la flamme – Partie 4: Fabrication; Version allemande EN 13445-4:2021+A1:2023		
Gesamtumfang 73 Seiten		
DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)		
		

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-4:2021+A1:2023) 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).

Dieser Teil von DIN EN 13445 enthält alle in Zusammenhang mit der Herstellung von Druckgeräten nach dieser Europäischen Norm relevanten Festlegungen.

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 13445-4:2021-12 und DIN EN 13445-4/A1:2023-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) DIN EN 13445-4:2021-12 und DIN EN 13445-4/A1:2023-06 wurden in diesem Dokument konsolidiert;
- b) Normative Verweisungen und Literaturhinweise aktualisiert;
- c) Unterabschnitt 7.1 überarbeitet;
- d) Unterabschnitt 8.3 überarbeitet;
- e) Unterabschnitt 9.4.3 überarbeitet;
- f) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13445-4: 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 13445-4/A1: 2012-02, 2016-12, 2023-06

DIN EN 13445-4/A2: 2007-03, 2014-07

DIN EN 13445-4/A3: 2009-04

DIN EN 13445-4/A5: 2009-07

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung

Unfired pressure vessels —
Part 4: Fabrication

Réipients sous pression non soumis à la flamme —
Partie 4: Fabrication

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. Februar 2021 angenommen und enthält die Änderung 1, die vom CEN am 3. März 2023 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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Anforderungen an die Herstellung und Vergabe an Unterauftragnehmer	9
4.1 Herstellung	9
4.2 Vergabe an Unterauftragnehmer	10
5 Werkstoffe	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe	10
5.2.1 Allgemeines	10
5.2.2 Identifizierungssystem	11
5.2.3 Sichtbarkeit	11
5.2.4 Überprüfung der Werkstoffbescheinigungen und der Werkstoffkennzeichnung	11
5.2.5 Übertragung der Kennzeichnungen	12
6 Herstellungstoleranzen	12
6.1 Oberflächengeometrie von Schweißnähten	12
6.2 Mittellinienversatz	12
6.3 Kantenversatz	13
6.3.1 Kantenversatz zwischen Bauteilen	13
6.3.2 Verbindung von Teilen mit unterschiedlicher Wanddicke	14
6.4 Toleranzen für Behälter unter innerem Überdruck	14
6.4.1 Außendurchmesser	14
6.4.2 Unrundheit	14
6.4.3 Abweichung von der Längsachse	14
6.4.4 Formabweichungen	14
6.4.5 Örtliche Wanddickenunterschreitung	17
6.4.6 Gewölbte Böden	18
6.5 Toleranzen für Behälter unter äußerem Überdruck	20
6.6 Konstruktionstoleranzen	20
7 Schweißverbindungen	20
7.1 Allgemeines	20
7.2 Behälter oder Teile aus mehreren Schüssen	20
7.3 Überlappte Verbindungen, Sickennähte, Einlegestreifen	20
8 Schweißen	20
8.1 Allgemeines	20
8.2 Schweißanweisung (WPS, en: welding procedure specification)	21
8.3 Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR, en: welding procedure qualification record)	21
8.4 Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen	22
8.5 Zusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe	22
8.6 Schweißnahtvorbereitung	23
8.7 Ausführung der Schweißverbindungen	23
8.8 Anbauteile, Abstützungen und Aussteifungen	24
8.9 Vorwärmen	24
8.10 Andere dauerhafte Verbindungen als Schweißnähte	24
8.10.1 Allgemeines	24
8.10.2 Mechanisches Einwalzen	24
8.10.3 Hartlöten	25
9 Herstellung und Prüfung von Schweißnähten — Arbeitsprüfung	25
9.1 Allgemeines	25

9.2	Kriterien	25
9.3	Prüfumfang	28
9.4	Durchführung der Prüfungen und Annahmekriterien	30
9.4.1	Allgemeines	30
9.4.2	Querzugversuch	30
9.4.3	Längszugversuch an Schweißgut	30
9.4.4	Kerbschlagbiegeversuch	30
9.4.5	Biegeprüfung	30
9.4.6	Makroschliff	31
9.4.7	Mikroschliff	31
9.4.8	Härteprüfung	31
9.4.9	Wiederholungsprüfungen	31
9.4.10	Prüfbericht	32
10	Umformen von drucktragenden Teilen	32
10.1	Allgemeines	32
10.2	Umformgrad	32
10.2.1	Gewölbte runde Böden	32
10.2.2	Gewalzte Zylinder und Kegel	33
10.2.3	Andere Produktarten	34
10.2.4	Rohrbögen	35
10.2.5	Umformen von Segmenten	35
10.3	Umformverfahren	36
10.3.1	Kaltumformen	36
10.3.2	Warmumformen	37
10.4	Wärmebehandlung nach dem Umformen	39
10.4.1	Allgemeines	39
10.4.2	Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen	39
10.4.3	Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen	41
10.4.4	Wärmebehandlung von plattierten Stählen nach dem Kaltumformen	41
10.4.5	Wärmebehandlung nach dem Warmumformen	41
10.4.6	Wärmebehandlung von plattierten Stählen nach dem Warmumformen	42
10.5	Probenahme von umgeformten Probekörpern	42
10.5.1	Kaltumgeformte Produkte ohne Wärmebehandlung	42
10.5.2	Warmumgeformte oder kaltumgeformte Produkte mit Wärmebehandlung	42
10.6	Prüfungen	43
10.6.1	Grundwerkstoff	43
10.6.2	Stumpfschweißnähte	43
10.6.3	Annahmekriterien für umgeformte Probekörper	43
10.6.4	Wiederholungsprüfungen an umgeformten Probekörpern	44
10.7	Sicht- und Maßprüfung	44
10.8	Kennzeichnung	44
10.9	Dokumentation	45
11	Wärmenachbehandlung (PWHT)	45
11.1	Allgemeines	45
11.2	Bedingungen für die Wärmebehandlung	46
11.3	Verfahren der Wärmenachbehandlung	49
11.4	Durchführung der Wärmenachbehandlung	50
11.5	Mechanische Eigenschaften nach der Wärmebehandlung	51
11.6	Verbindungen zwischen nicht artgleichen ferritischen Werkstoffen	53
11.7	Sonderwerkstoffe	53
11.8	Wärmebehandlung für andere Zwecke als Schweißen	54
12	Ausbesserungen	54
12.1	Ausbesserung von Oberflächenfehlern im Grundwerkstoff	54
12.2	Ausbesserungen von Schweißfehlern	54
13	Abschließende Fertigungsschritte	55
Anhang A (informativ)	Konstruktionstoleranzen	56
Anhang B (informativ)	Beispiel eines Formulars für Unterauftragnehmer	60

Anhang C (normativ) Einwalzverfahrensanweisungen und Anerkennung der Bediener von Einwalzeinrichtungen 61

C.1 Allgemeines 61

C.1.1 Einleitung 61

C.1.2 Verantwortlichkeit 61

C.1.3 Einwalzverfahrensanweisung 61

C.1.4 Technischer Inhalt der Einwalzverfahrensanweisung (EPS) 61

C.1.5 Einwalzverfahrensprüfung (EPQT, en: expansion procedure qualification test) 63

C.2 Untersuchung und Prüfung 63

C.2.1 Allgemeines 63

C.2.2 Sichtprüfung 63

C.2.3 Maßprüfung 63

C.2.4 Prüfung 64

C.3 Anerkennungsgrenzen 64

C.3.1 Allgemeines 64

C.3.2 Herstellerbezogen 64

C.3.3 Werkstoffbezogen 64

C.3.4 Rohrabmessungen 65

C.3.5 Einwalzbeiwert 65

C.3.6 Verbindungsausführung 65

C.3.7 Werkzeug 65

C.3.8 PWHT 65

C.4 Bericht über die Anerkennung des Einwalzverfahrens (EPAR) 65

C.5 Anerkennung der Bediener von Einwalzeinrichtungen 66

C.5.1 Allgemeines 66

C.5.2 Gültigkeitsbereich der Prüfung von Bedienern von Einwalzeinrichtungen 66

C.5.3 Verfahrensprüfungen 66

C.5.4 Untersuchung und Prüfung 66

C.5.5 Gültigkeitsdauer 67

C.5.6 Bescheinigung 67

Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13445-4 68

Y.1 Unterschiede zwischen der EN 13445-4:2014 und der EN 13445-4:2021 68

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU 69

Literaturhinweise 70

Bilder

Bild 6.2-1 — Mittellinienversatz d_1 12

Bild 6.4-1 — Profileinzelheiten, Messung der Aufdachung 16

Bild 6.4-2 — Toleranzen für gewölbte Böden 18

Bild 10.2-1 — Umformen von gewölbten runden Produkten 33

Bild 10.2-2 — Umformen von Zylindern und Kegeln 34

Bild 10.2-3 — Umformen von anderen Produktarten als Mäntel, Kegel und gewölbten runden Produkten 35

Bild 10.2-4 — Rohrbiegen 35

Bild 10.2-5 — Umformen von Segmenten 36

Tabellen

Tabelle 6.2-1 — Mittellinienversatz für Längsnähte in Zylindern, Kegeln und rechteckigen/prismatischen Bauteilen 13

Tabelle 6.2-2 — Mittellinienversatz für Längsnähte zwischenbenachbarten Teilen in gewölbten Böden und kugelförmigen Bauteilen	13
Tabelle 6.2-3 — Mittellinienversatz von Rundnähten zwischen angrenzenden Teilen	13
Tabelle 6.4-1 — Höchste zulässige Aufdachung P in Längsschweißnähten für dynamische und zyklische Belastungen	16
Tabelle 6.4-2 — Größte zulässige Aufdachung P in Längsschweißnähten für Druckbehälter unter nicht vorwiegend zyklischer Belastung	17
Tabelle 6.4-3 — Toleranzen für gewölbte Böden	19
Tabelle 9.2 — Erforderliche Arbeitsproben-Prüflinge für Kerbschlagbiegeversuche	26
Tabelle 9.3-1 — Prüfung von Probeplatten für Arbeitsprüfungen	29
Tabelle 9.3-2 — Prüfstücke	30
Tabelle 10.3-1 — Umformbedingungen für Stähle der Gruppen 8.1, 8.2 und 10	38
Tabelle 10.4-1 — Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen	40
Tabelle 10.4-2 — Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen	41
Tabelle 10.4-3 — Wärmebehandlungen nach dem Warmumformen	42
Tabelle 11.1-1 — Wärmenachbehandlung	47
Tabelle A.1 — Toleranzen für Stutzen	56
Tabelle A.2 — Toleranzen nach dem Aufstellen eines stehenden Behälters	57
Tabelle A.3 — Toleranzen von Sätteln und Abstützungen	58
Tabelle A.4 — Toleranzen von Sätteln und Abstützungen	59
Tabelle C.3.1 — Anerkennungsgrenzen eines Werkstoffs	64
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Anhang I der Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU	69

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-4:2021+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 13445-4:2021 .

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 3. März 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 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 13445-4:2014. 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.

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 ehe-

malige 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 enthält Anforderungen an die Herstellung von unbefeuerten Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Stählen, einschließlich deren Verbindungen zu nicht drucktragenden Teilen. Es enthält Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit von Werkstoffen, Fertigungstoleranzen, Schweißanforderungen, Anforderungen an nicht geschweißte dauerhafte Verbindungen, Arbeitsproben, Umformanforderungen, Wärmebehandlung, Reparaturen und Fertigbearbeitung.

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).

 gelöschte Verweisungen 

EN 13134:2000, *Hartlöten — Hartlötverfahrensprüfung*

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

 EN 14276-1:2020 , *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen*

 EN ISO 3834-2:2021, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 3834-2:2021)* 

 EN ISO 3834-3:2021, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3:2021)* 

EN ISO 4136:2012, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Querkzugversuch (ISO 4136:2012)*

EN ISO 5173:2010, *Zerstörende Prüfungen von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen (ISO 5173:2009)*

 EN ISO 5178:2019, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Längszugversuch an Schweißgut in Schmelzschweißverbindungen (ISO 5178:2019)* 

EN ISO 9015-1:2011, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Härteprüfung — Teil 1: Härteprüfung für Lichtbogenschweißverbindungen (ISO 9015-1:2001)*

 EN ISO 9016:2022, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Kerbschlagbiegeversuch — Probenlage, Kerbrichtung und Beurteilung (ISO 9016:2022)* 

EN ISO 9606-1:2017, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012, einschließlich Cor 1:2012 und Cor 2:2013)*

EN ISO 13585:2012, *Hartlöten — Prüfung von Hartlöttern und Bedienern von Hartlöteinrichtungen (ISO 13585:2012)*

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

 EN ISO 15609-1:2019, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1:2019)* 

EN ISO 15611:2003, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund von vorliegenden schweißtechnischen Erfahrungen (ISO 15611:2003)*

EN ISO 15612:2018, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens (ISO 15612:2018)*

EN ISO 15613:2004, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613:2004)*

 EN ISO 15614-1:2017, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2017, korrigierte Fassung 2017-10-01)* 

 EN ISO 17639:2022, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen von Schweißnähten (ISO 17639:2022)* 

3 Begriffe

Es werden keine Begriffe in diesem Dokument angegeben.

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>

4 Anforderungen an die Herstellung und Vergabe an Unterauftragnehmer

4.1 Herstellung

Die allgemeinen Zuständigkeiten des Druckgeräte-Herstellers sind in EN 13445-1:2021 angegeben. Zusätzlich zu diesen Anforderungen muss der Hersteller folgende Punkte sicherstellen:

- a) die Organisation der Überwachung der Herstelltätigkeiten, die besondere Prozesse umfassen, z. B. Schweißen, Umformen und Wärmebehandlung, muss vom Hersteller eindeutig festgelegt sein;
- b) die Herstellverfahren, z. B. Schweißen, Umformen und Wärmebehandlung, müssen für den vorgesehenen Zweck geeignet sein und der Druckbehälter den Anforderungen dieser Norm entsprechen. Sind den Werkstoffen besondere Dokumente beigelegt, müssen diese berücksichtigt werden, z. B. Europäische Werkstoffzulassungen (EAMs, en: European Approval for Materials);
- c) die Fertigungseinrichtung muss für die Herstellung geeignet sein;
- d) das Personal muss für die vorgesehenen Aufgaben geeignet sein;

ANMERKUNG Für die Koordinierung der Schweißarbeiten kann der Hersteller die Qualifikationen, Aufgaben und Zuständigkeiten in Übereinstimmung mit  EN ISO 14731:2019  [1] in der Arbeitszuweisung festlegen.

- e) die in  EN ISO 3834-3:2021  festgelegten Anforderungen an die Schweißqualität sind als Mindestanforderungen erfüllt.

4.2 Vergabe an Unterauftragnehmer

Der Hersteller darf Arbeiten untervergeben, er muss jedoch sicherstellen, dass der Unterauftragnehmer die Arbeiten in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm durchführt. Der Hersteller ist verantwortlich für die umfassende Beschreibung der untervergebenen Arbeiten und alle benötigten zugehörigen Aufzeichnungen.

In allen Fällen, in denen der Unterauftragnehmer folgende Arbeiten durchführt

- a) Schweißen;
- b) Umformen, einschließlich der zugehörigen Wärmebehandlung;
- c) Wärmenachbehandlung;
- d) Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten (siehe EN 13445-5:2021);
- e) muss er dem Hersteller ein Formular mit einer diesbezüglichen Erklärung übergeben (siehe Anhang B).

Bei einer Untervergabe von Schweißarbeiten muss der Hersteller außerdem entweder Kopien der Schweißanweisungen und Prüfbescheinigungen der Bediener von Schweißeinrichtungen erhalten oder durch andere Maßnahmen sicherstellen, dass sie den Anforderungen dieser Norm entsprechen.

Um seiner Verantwortung nachzukommen und sicherzustellen, dass der Unterauftragnehmer die Arbeiten in Übereinstimmung mit dieser Norm durchführt, muss der Hersteller nachweisen, dass eine Überwachung der untervergebenen Arbeiten erfolgt.

Stellt ein Hersteller Druckgeräte her, die die Einbeziehung einer verantwortlichen Stelle erfordern, sollte der Hersteller die verantwortliche Stelle von seiner Absicht, die Arbeit an einen Unterauftragnehmer zu vergeben, in Kenntnis setzen, so dass die verantwortliche Stelle die Gelegenheit hat, an der Überwachung der Arbeiten des Unterauftragnehmers mitzuwirken.

ANMERKUNG 1 Siehe auch 2.11 in EN 764-3:2002 [2] und CR 13445-7.

ANMERKUNG 2 Stellt der Hersteller Geräte auf der Grundlage eines Qualitätsmanagementsystems (QM-Systems) her, sollte der Hersteller die Kontrollen, die er gegenüber Unterauftragnehmern durchführt, in seinem zugelassenen QM-System beschreiben.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Die Werkstoffe für Druckbehälter und die Einteilung der Werkstoffe für Druckbehälter müssen EN 13445-2:2021 entsprechen.

Die Einteilung gilt unabhängig von der Erzeugnisform, d. h. Blech, Schmiedestück, Rohrleitung.

5.2 Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe

5.2.1 Allgemeines

Der Druckbehälter-Hersteller muss ein System zur Identifizierung der bei der Herstellung verwendeten Werkstoffe unterhalten und weiterführen, so dass alle Werkstoffe, die einer Druckbeanspruchung ausgesetzt sind und die am fertigen Druckbehälter angeschweißt werden, bis zu ihrem Ursprung zurückverfolgt werden können. Dies umfasst auch die Verwendung von Schweißzusätzen und Hilfsstoffen.

5.2.2 Identifizierungssystem

5.2.2.1 Das Identifizierungssystem des Behälterherstellers muss sicherstellen, dass alle für den Behälter verwendeten Werkstoffe den folgenden Prüfungen unterzogen wurden und diese zufriedenstellend bestanden haben:

- a) Prüfung des Werkstoffes vor der Fertigung, um Mängel, die die Sicherheit der Anlage beeinträchtigen würden, festzustellen;
- b) Prüfung des Werkstoffes, um festzustellen, ob er die erforderliche Dicke hat;
- c) Prüfung des Werkstoffes, um sicherzustellen, dass die Werkstoffe nach dieser Europäischen Norm zulässig sind, vollständig bis zur entsprechenden Werkstoffbescheinigung rückverfolgbar sind und mit den Festlegungen in den Konstruktionsunterlagen übereinstimmen;
- d) Prüfung der Schweißzusätze und Hilfsstoffe, um die entsprechende Kennzeichnung und die Aufrechterhaltung vorschriftsmäßiger Bedingungen zur Vermeidung von Verschleiß (Schäden) sicherzustellen.

5.2.2.2 Die Rückverfolgbarkeit des Werkstoffes zu den Originalkennzeichnungen muss nach einem oder mehreren der nachstehenden Verfahren erfolgen:

- a) genaue Übertragung der ursprünglichen Kennzeichnungen zur Identifizierung an eine Stelle, an der die Kennzeichnungen am fertigen Druckbehälter sichtbar sind;
- b) Identifizierung durch eine kodierte Kennzeichnung, die zur erforderlichen Originalkennzeichnung rückverfolgbar ist;
- c) Aufzeichnung der Identifizierungs-Kennzeichnungen in Werkstofflisten oder Bauskizzen, die die Identifizierung jedes einzelnen Werkstoffes während der Fertigung sowie die spätere Identifizierung am fertigen Druckbehälter sicherstellen;
- d)  die EN- oder EN-ISO-Bezeichnungen oder Markennamen der Schweißzusätze und Hilfsstoffe muss aufgezeichnet werden. 

5.2.3 Sichtbarkeit

Für Werkstoffe, die nicht gestempelt werden können oder die am fertigen Druckbehälter nicht sichtbar sind oder für Kleinteile oder nicht drucktragende Teile darf der Hersteller ein dokumentiertes System unterhalten, das die Rückverfolgbarkeit aller Werkstoffe des fertigen Druckbehälters ermöglicht.

5.2.4 Überprüfung der Werkstoffbescheinigungen und der Werkstoffkennzeichnung

Alle Werkstoffbescheinigungen müssen bei der Anlieferung überprüft werden. Die Prüfung muss die Vollständigkeit und Genauigkeit der Berichte hinsichtlich der folgenden Punkte umfassen:

- a) mechanische und chemische Eigenschaften, die nach der Werkstoffspezifikation im Bericht aufgeführt sein müssen;
- b) Sicherstellung, dass die im Bericht aufgeführten Ergebnisse mit den Anforderungen der Spezifikation übereinstimmen;
- c) alle in der Werkstoffspezifikation geforderten Kennzeichnungen sind ausgeführt und die Rückverfolgbarkeit der tatsächlichen Kennzeichnung zu den in der Werkstoffbescheinigung angegebenen Kennzeichnungen ist möglich.

Alle Werkstoffbescheinigungen müssen während der Fertigung jederzeit verfügbar sein.

5.2.5 Übertragung der Kennzeichnungen

Ist das Abtrennen der Originalkennzeichnung unvermeidbar oder wird der Werkstoff in zwei oder mehr Teile geteilt, dann müssen die Kennzeichnungen vor dem Zuschneiden von einer vom Hersteller bestimmten Person genau übertragen werden.

Die eigentliche Werkstoffkennzeichnung muss durch ein Verfahren erfolgen, das den Werkstoff bei der späteren Verwendung bzw. im Betrieb nicht beeinträchtigt.

Die Übertragung der Kennzeichnungen ist vor Zerteilung des Produktes und nach Überprüfung der vorhandenen Markierungen auf Übereinstimmung mit der entsprechenden Bescheinigung vorzunehmen.

6 Herstellungstoleranzen

6.1 Oberflächengeometrie von Schweißnähten

Die Oberflächengeometrie von geschweißten Stumpf- und Kehlnähten muss den Anforderungen in EN 13445-5:2021, 5.3 und 6.6 entsprechen, sofern durch die Konstruktionszeichnung keine strengeren Anforderungen vorgegeben sind.

6.2 Mittellinienversatz

Die Toleranzen für den Mittellinienversatz sind in den Tabellen 6.2-1, 6.2-2, 6.2-3 und Bild 6.2-1 festgelegt.

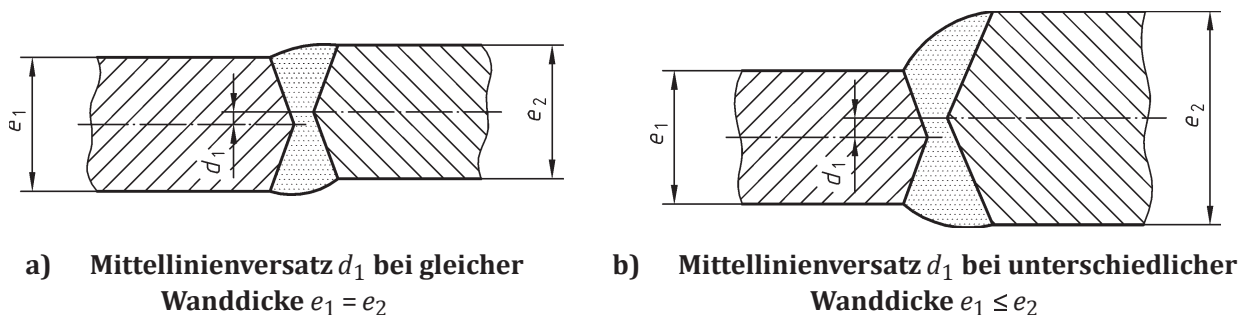


Bild 6.2-1 — Mittellinienversatz d_1

Für Längsnähte in Zylindern, Kegeln und rechtwinkligen/prismatischen Bauteilen müssen die Mittellinien von aneinanderstoßenden Teilen (sowohl für gleiche als auch unterschiedliche Wanddicken) innerhalb der Toleranzen nach Tabelle 6.2-1 ausgerichtet sein.

Tabelle 6.2-1 — Mittellinienversatz für Längsnähte in Zylindern, Kegeln und rechteckigen/prismatischen Bauteilen

Maße in mm

Kleinere Blechwanddicke e_1	Größter Versatz d_1
$e_1 \leq 2$	0,5
$2 < e_1 \leq 4$	$e_1/4$
$4 < e_1 \leq 10$	1
$10 < e_1 \leq 30$	$e_1/10$
$30 < e_1 \leq 60$	$e_1/30 + 2$
$60 < e_1$	4

Für Längsnähte in gewölbten Böden und Nähten in kugelförmigen Bauteilen müssen die Mittellinien von aneinanderstoßenden Teilen (sowohl für gleiche als auch unterschiedliche Wanddicken) innerhalb der Toleranzen nach Tabelle 6.2-2 ausgerichtet sein.

Tabelle 6.2-2 — Mittellinienversatz für Längsnähte zwischen benachbarten Teilen in gewölbten Böden und kugelförmigen Bauteilen

Maße in mm

Kleinere Blechwanddicke e_1	Größter Versatz d_1
$e_1 \leq 2$	0,5
$2 < e_1 \leq 4$	$e_1/4$
$4 < e_1 \leq 10$	1
$10 < e_1 \leq 30$	$e_1/10$
$30 < e_1 \leq 120$	$e_1/30 + 2$
$120 < e_1$	6

Für Rundnähte müssen die Mittellinien von angrenzenden Teilen (sowohl für gleiche als auch unterschiedliche Wanddicken) innerhalb der Toleranzen nach Tabelle 6.2-3 ausgerichtet sein.

Tabelle 6.2-3 — Mittellinienversatz von Rundnähten zwischen angrenzenden Teilen

Maße in mm

Kleinere Blechwanddicke e_1	Größter Versatz d_1
$e_1 \leq 30$	$e_1/10 + 1$
$30 < e_1 \leq 150$	$e_1/30 + 3$
$150 < e_1$	8

6.3 Kantenversatz

6.3.1 Kantenversatz zwischen Bauteilen

Bei einem Kantenversatz zwischen Teilen mit gleicher Nennwanddicke muss der Übergang an der Schweißnaht glatt und im Verhältnis 1 : 4 über die Breite der Schweißnaht angeschrägt sein. Kann diese Anschrägung über die Schweißnahtbreite nicht erreicht werden, sind folgende Alternativen zulässig:

- a) die höher liegende Fläche abschleifen, wenn dadurch die Dicke der Verbindung an keiner Stelle die festgelegte Blechwanddicke minus der Toleranz für die Blechwanddicke unterschreitet; oder
- b) die tiefer liegende Fläche mit zusätzlichem Schweißgut auffüllen.

6.3.2 Verbindung von Teilen mit unterschiedlicher Wanddicke

Werden Teile mit unterschiedlicher Wanddicke verbunden, muss nach EN 13445-3:2021 wie folgt eine Anschrägung erfolgen:

- a) die dickere Platte in Übereinstimmung mit der Konstruktionszeichnung anschrägen, danach gelten die vorgenannten Anforderungen für Teile mit gleicher Nennwanddicke; oder
- b) die geforderte Anschrägung über die Schweißnahtbreite ausführen bzw. die tiefer liegende Fläche mit zusätzlichem Schweißgut auffüllen und danach die geforderte Anschrägung über die Schweißnahtbreite ausführen.

6.4 Toleranzen für Behälter unter innerem Überdruck

6.4.1 Außendurchmesser

Für zylindrische und kugelförmige Druckbehälter darf der mittlere Außendurchmesser, ermittelt aus dem Umfang, um nicht mehr als 1,5 % vom festgelegten Außendurchmesser abweichen.

Bei rechteckigen Behältern und/oder prismatischen Bauteilen darf kein Außenmaß um mehr als 1,5 % vom festgelegten Außenmaß abweichen.

6.4.2 Unrundheit

Die Unrundheit (O) muss nach folgender Gleichung (6.4-1) errechnet werden:

$$O[\%] = \frac{2 \cdot (D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \cdot 100 \quad (6.4-1)$$

Sie darf die folgenden Werte nicht überschreiten:

- a) 1,5 % für das Verhältnis von $e/D < 0,01$;
- b) 1,0 % für das Verhältnis von $e/D \geq 0,01$.

ANMERKUNG Bei der Bestimmung der Unrundheit darf die elastische Verformung durch das Leergewicht des Druckbehälters unberücksichtigt bleiben.

Formabweichungen des Behälters (z. B. Einbeulungen, Einziehungen an Stutzen) müssen ebenfalls innerhalb der in a) und b) genannten Toleranzen bleiben. Eine größere Unrundheit darf zulässig sein, wenn dies durch Berechnung oder Dehnungsmessungen als zulässig nachgewiesen wird.

6.4.3 Abweichung von der Längsachse

Die Abweichung von der Längsachse darf über die zylindrische Länge des Druckbehälters nicht mehr als 0,5 % der Mantellänge betragen.

6.4.4 Formabweichungen

- a) Örtliche Formabweichungen des Behälters

Formabweichungen (z. B. Einbeulungen, Einziehungen an Stutzen) müssen glatt sein und ihre Tiefe muss mit einer 20°-Lehre geprüft werden, wobei folgende Werte nicht überschritten werden dürfen:

- 1) 2 % der Lehrenlänge; oder
- 2) 2,5 % der Lehrenlänge, wenn die Länge der Formabweichungen ein Viertel der Mantellänge (jedoch höchstens 1 m) zwischen zwei Rundnähten nicht überschreitet.

Bei größeren Formabweichungen muss durch Berechnung oder Dehnungsmessung nachgewiesen werden, dass die Beanspruchungen zulässig sind.

b) Aufdachungen an Längs-Stumpfschweißnähten

Bei Formveränderungen an der Schweißverbindung in Zusammenhang mit Einziehungen unmittelbar neben der Schweißnaht darf die Formabweichung (bzw. Aufdachung) die in den Tabellen 6.4-1 und 6.4-2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

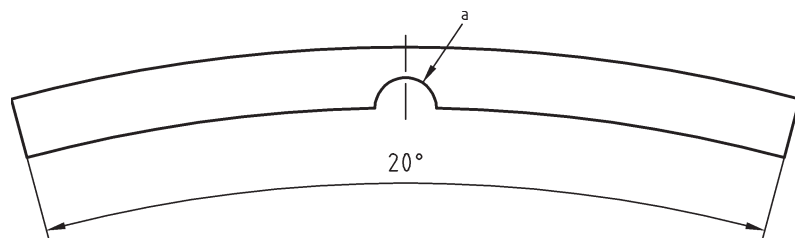
Die Messung der Aufdachung muss mit einer 20°-Profillehre (oder Schablone) nach Bild 6.4-1 oder anderen Lehrenarten, z. B. Drahtstegen, erfolgen.

Bei außenseitigen Aufdachungen müssen zwei Ablesungen vorgenommen werden, P_1 und P_2 , auf beiden Seiten der Naht an jeder beliebig festgelegten Stelle, wobei die größere Aufdachung nach Gleichung (6.4-2) ermittelt wird

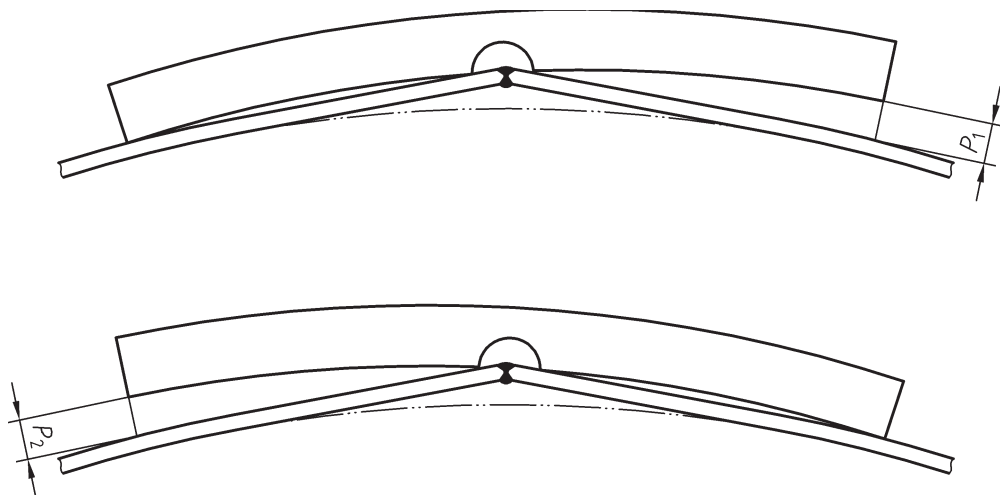
$$P = 0,25.(P_1 + P_2) \quad (6.4-2)$$

Die innenseitige Aufdachung P muss gemessen werden.

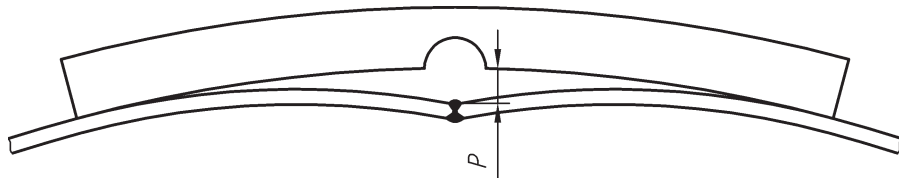
Der Innenradius der Lehre muss gleich dem Nenn-Außenradius des Behälters sein.



a) Ausreichender Ausschnitt um die Schweißnaht erhöhung herum



b) Bei außenseitigen Aufdachungen müssen zwei Ablesungen, P_1 und P_2 , vorgenommen werden



c) Bei innenseitigen Aufdachungen muss P gemessen werden

Bild 6.4-1 — Profileinzelheiten, Messung der Aufdachung

Die Messungen müssen in Abständen von etwa 250 mm an Längsnähten durchgeführt werden, um die Stelle mit der höchsten Aufdachung zu bestimmen. Die höchste Aufdachung für dynamische und zyklische Belastungen muss den Werten in Tabelle 6.4-1 und für statische Belastungen in Tabelle 6.4-2 entsprechen.

Tabelle 6.4-1 — Höchste zulässige Aufdachung P in Längsschweißnähten für dynamische und zyklische Belastungen

Maße in mm	
Behälterwanddicke e	Höchste zulässige Aufdachung P
$e \leq 3$	1,5
$3 \leq e < 6$	2,5
$6 \leq e < 9$	3,0
$9 \leq e$	es gilt der jeweils kleinere Wert von $e/3$, oder 10 mm

Anforderungen an die Aufdachung für zyklisch belastete Druckbehälter siehe auch EN 13445-3:2021 und EN 13445-5:2021, Anhang G. Größere Aufdachungen sind nur zulässig, wenn sie in einer besonderen Analyse bestätigt wurden, sie dürfen aber in keinem Fall die Werte nach Tabelle 6.4-2 überschreiten.

Tabelle 6.4-2 — Größte zulässige Aufdachung P in Längsschweißnähten für Druckbehälter unter nicht vorwiegend zyklischer Belastung

Maße in mm

Verhältnis der Behälterwanddicke e zum Durchmesser D	Größte zulässige Aufdachung P
$e/D \leq 0,025$	5
$e/D > 0,025$	10

Zusätzliche Grenzwerte für die Aufdachung siehe Behälter der Prüfgruppe 4 in EN 13445-5:2021.

6.4.5 Örtliche Waddickenunterschreitung

6.4.5.1 Örtliche Unterschreitungen der Dicke unter den Wert $(e+c)$, wobei e die erforderliche Dicke ist und c der Korrosionszuschlag, sind ohne weitere Berechnung zulässig, wenn die folgenden Bedingungen zugleich erfüllt sind:

- der Waddickenunterschied übersteigt nicht den kleineren der beiden Werte $0,05 e$ oder 5 mm;
- die Fläche der Unterschreitung der kleinsten rechnerischen Waddicke muss durch einen Kreis umschrieben werden, dessen Durchmesser den kleineren der beiden Werte e oder 60 mm nicht überschreiten darf;
- der Abstand zwischen zwei örtlichen Unterschreitungen der kleinsten rechnerischen Waddicke, gemessen von Kante zu Kante, muss mindestens der Länge

$$\sqrt{D \cdot e}$$

entsprechen.

Dabei ist

D gleich dem Außendurchmesser des drucktragenden Teiles;

e ist die erforderliche Dicke der Platte;

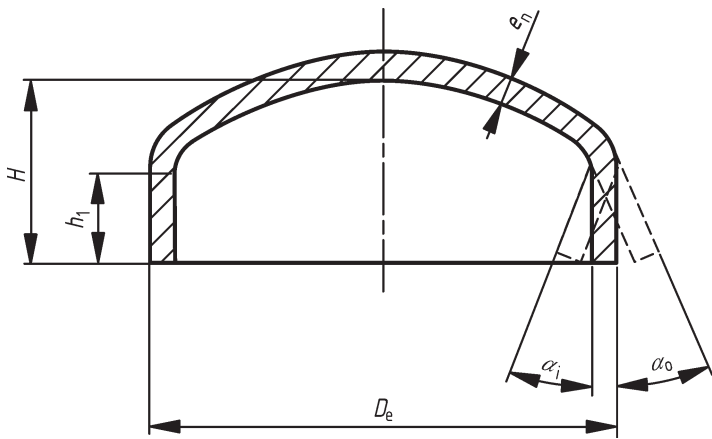
- die gesamte Fläche der Unterschreitung der kleinsten rechnerischen Waddicke darf 2 % der gesamten Oberfläche nicht überschreiten;
- die Waddickenunterschreitung befindet sich nicht im Krempenbereich eines gewölbten Bodens.

6.4.5.2 Darüber hinaus sind örtliche Unterschreitungen der kleinsten rechnerischen Waddicke unter folgenden Bedingungen zulässig:

- der Durchmesser des die Waddickenunterschreitung umschreibenden Kreises ist nicht größer als der Durchmesser eines nach EN 13445-3:2021 berechneten zulässigen unverstärkten Ausschnittes mit einem Höchstwert von 200 mm;
- die verbleibende Waddicke ist größer als die Waddicke eines ebenen Bodens mit dem gleichen Durchmesser, der mit einem C -Beiwert von 0,35 berechnet wurde;
- die Stellen mit reduzierter Waddicke werden aufgezeichnet.

6.4.6 Gewölbte Böden

Die Toleranzen für gewölbte Böden (siehe Bild 6.4-2) müssen den in Tabelle 6.4-3 festgelegten Werten entsprechen, außer dass der Radius der Kalotte nicht größer als in der Zeichnung festgelegt und der Krempenradius nicht kleiner als die in der Zeichnung festgelegten Werte sein darf.



Symbol	Größe	Einheit
D_e	Außendurchmesser	mm
H	innere Höhe	mm
h_1	gerader Bord	mm
e_n^a	Nennwanddicke	mm
α_i	Abweichung des geraden Bordes von der zylindrischen Form nach innen	Grad
α_o	Abweichung des geraden Bordes von der zylindrischen Form nach außen	Grad
C	Umfang	mm
O	Unrundheit $O = \frac{2 \cdot (D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \cdot 100$	%

^a Anstatt mit der Nennwanddicke e_n können gewölbte Böden mit der Mindestwanddicke $e_{\min} = e_n - \delta_e$ bestellt werden. e_n und δ_e siehe EN 13445-3:2021, 5.2.3.

Bild 6.4-2 — Toleranzen für gewölbte Böden

Tabelle 6.4-3 — Toleranzen für gewölbte Böden

Symbol	Geltungsbereich	Grenzabmaße	Bemerkungen
C	$D_e \leq 300 \text{ mm}$	$\pm 4 \text{ mm}$	
	Ferritische Werkstoffe:		
	$300 \text{ mm} < D_e \leq 1\,000 \text{ mm}$	$\pm 0,4 \%$	
	$1\,000 \text{ mm} < D_e$	$\pm 0,3 \%$	
	Austenitische Werkstoffe:		
	$D_e > 300 \text{ mm}$	$+ 0,5 \% / - 0,7 \%$	
	Plattierungswerkstoffe:		
	$D_e > 300 \text{ mm}$	$\pm 1 \%$	
O	alle Fälle	$\leq 1 \%$	
H	alle Fälle	$+ 0,015 D_e$ oder $+ 10 \text{ mm}$, es gilt der jeweils größere Wert	
e_n	$e_n \leq 10 \text{ mm}$	$- 0,3 \text{ mm}$	Wenn die Mindestwanddicke $e_{\min}$ für gewölbte Böden festgelegt ist, ist keine negative Toleranz (δ_e) für die Wanddicke zulässig.
	$10 \text{ mm} < e_n \leq 30 \text{ mm}$	$- 0,5 \text{ mm}$	
	$30 \text{ mm} < e_n \leq 50 \text{ mm}$	$- 0,8 \text{ mm}$	
	$e_n > 50 \text{ mm}$	$- 1,0 \text{ mm}$	
α_i α_o	alle Fälle	$\leq 2^\circ$ $\leq 5^\circ$	Bei gewölbten Böden, bei denen der Winkel an der Außenseite durch Aufstauchen in Folge des Formgebungsprozesses beeinflusst wird, darf die Abweichung des geraden Bordes von der zylindrischen Form nur an der Innenseite des gewölbten Bodens gemessen werden.
Falls in der Zeichnung nichts anderes festgelegt ist, muss die Länge des geraden Bordes h_1 folgenden Angaben entsprechen:			
h_1	alle Fälle	$h_1 = 3 \cdot e_n$ oder $h_1 = 3 \cdot e_{\min}$	Die Länge des geraden Bordes muss jedoch nicht größer sein als:
			Wanddicke e_n oder $e_{\min}$ mm
			Länge des geraden Bordes mm
			$50 < e_n \leq 80$
			120
			$80 < e_n \leq 100$
			100
			$100 < e_n \leq 120$
			75
			$120 < e_n$
			50

6.5 Toleranzen für Behälter unter äußerem Überdruck

Die Toleranzen müssen EN 13445-3:2021 entsprechen, sie dürfen jedoch keinesfalls die in 6.4 festgelegten Toleranzen überschreiten.

6.6 Konstruktionstoleranzen

Andere Konstruktionstoleranzen als die in 6.4 und 6.5 festgelegten, sollten die in Anhang A empfohlenen Werte nicht überschreiten.

7 Schweißverbindungen

7.1 Allgemeines

Bei der Auswahl einer geeigneten Schweißverbindung sollte der Hersteller folgendes berücksichtigen:

- a) die Art der Herstellung;
- b) die Betriebsbedingungen (z. B. Korrosion);
- c) die Möglichkeit, die notwendigen zerstörungsfreien Prüfungen nach EN 13445-5:2021 durchzuführen;
- d) die in 5.7 und Anhang A von EN 13445-3:2021 für Schweißnähte angegebenen Konstruktionsbedingungen.

A1 Andere Schweißverbindungen dürfen angewendet werden, wenn sie in EN 1708-1:2010 und EN 1708-3:2012 beschrieben oder wenn sie aufgrund von konstruktiven Gründen erforderlich sind. Die Schweißverbindungen müssen so ausgewählt werden, dass die Prüfungen der anwendbaren Prüfgruppen durchgeführt werden können. **A1**

ANMERKUNG 1 EN 13445-3:2021, Anhang A gibt Bilder der Schweißnähte im Endzustand, Konstruktionsbedingungen vor allem für die Geometrie, eine Liste anwendbarer Prüfgruppen, Empfehlungen zur Vermeidung von Lamellenbruch und von Korrosion.

ANMERKUNG 2 **A1** Verbindungselemente beim Schweißen sind in EN 1708-1:2010 enthalten. **A1** Diese Angaben behandeln die gebräuchlichen und allgemein anerkannten Verfahren. Es ist nicht beabsichtigt, diese Angaben als verbindlich vorzusehen oder Entwicklungen auf dem Gebiet der Schweißtechnik in irgendeiner Hinsicht entgegenzuwirken, so dass auch andere geeignete Schweißverbindungen verwendet werden dürfen.

7.2 Behälter oder Teile aus mehreren Schüssen

Bestehen Behälter oder Behälterteile aus zwei oder mehr Schüssen, dann müssen die geschweißten Längsnähte der benachbarten Schüsse so angeordnet werden, dass sie um 4 e, mindestens aber um 10 mm, versetzt sind, oder um 30 mm sofern der Behälter oder das Behälterteil entweder im Zeitstandbereich arbeiten oder nach dem analytischen Zulässigkeitsnachweis – Direktes Verfahren (EN 13445-3:2021, Anhang B) oder unter Anwendung von EN 13445-3:2021, 6.3, ausgeführt sind.

7.3 Überlappte Verbindungen, Sickennähte, Einlegestreifen

Gestaltung und Ausführung der Schweißverbindungen müssen EN 13445-3:2021, 5.7 entsprechen.

8 Schweißen

8.1 Allgemeines

Bauteile von Druckbehältern dürfen nur geschweißt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) der Hersteller hat eine Schweißanweisung;