DEUTSCHE NORM

Dezember 2014

DIN EN 13445-4

DIN

ICS 23.020.30

Ersatz für
DIN EN 13445-4:2013-12 und
DIN EN 13445-4/A2:2014-07

Unbefeuerte Druckbehälter – Teil 4: Herstellung; Deutsche Fassung EN 13445-4:2014

Unfired pressure vessels –
Part 4: Fabrication;
German version EN 13445-4:2014

Récipients sous pression non soumis à la flamme –
Partie 4: Fabrication;
Version allemande EN 13445-4:2014

Gesamtumfang 71 Seiten

DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-4:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 012-00-05 AA 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13445-4:2013-12 und DIN EN 13445-4/A2:2014-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) die Normativen Verweisungen wurden aktualisiert;

b) der Abschnitt 7.10 „Andere dauerhafte Verbindungen als Schweißnähte“ wurde neu aufgenommen;

c) der normative Anhang C „Einwalzverfahrensanweisungen und Anerkennung der Bediener von Einwalzeinrichtungen“ wurde neu aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13445-4: 2002-08, 2010-02, 2010-12, 2011-12, 2012-12, 2013-12
DIN EN 13445-4/A2: 2007-03, 2014-07
DIN EN 13445-4/A3: 2009-04
DIN EN 13445-4/A5: 2009-07
DIN EN 13445-4/A1: 2012-02

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN 13445-4

September 2014

ICS 23.020.30

Ersatz für EN 13445-4:2009

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 4: Herstellung

Unfired pressure vessels - Part 4: Fabrication

Récipients sous pression non soumis à la flamme - Partie 4: Fabrication

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. August 2014 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

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

© 2014 CEN Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

Ref. Nr. EN 13445-4:2014 D

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

Inhalt

Seite

Vorwort 5

1 Anwendungsbereich 7

2 Normative Verweisungen 7

3 Anforderungen an die Herstellung und Vergabe an Unterauftragnehmer 9
3.1 Herstellung 9
3.2 Vergabe an Unterauftragnehmer 9

4 Werkstoffe 10
4.1 Allgemeines 10
4.2 Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe 10
4.2.1 Allgemeines 10
4.2.2 Identifizierungssystem 10
4.2.3 Sichtbarkeit 11
4.2.4 Überprüfung der Werkstoffbescheinigungen und der Werkstoffkennzeichnung 11
4.2.5 Übertragung der Kennzeichnungen 11

5 Herstellungstoleranzen 11
5.1 Oberflächengeometrie von Schweißnähten 11
5.2 Mittellinienversatz 11
5.3 Kantenversatz 13
5.3.1 Kantenversatz zwischen Bauteilen 13
5.3.2 Verbindung von Teilen mit unterschiedlicher Wanddicke 13
5.4 Toleranzen für Behälter unter innerem Überdruck 13
5.4.1 Außendurchmesser 13
5.4.2 Unrundheit 13
5.4.3 Abweichung von der Längsachse 14
5.4.4 Formabweichungen 14
5.4.5 Örtliche Wanddickenunterschreitung 16
5.4.6 Gewölbte Böden 17
5.5 Toleranzen für Behälter unter äußerem Überdruck 19
5.6 Konstruktionstoleranzen 19

6 Schweißverbindungen 19
6.1 Allgemeines 19
6.2 Behälter oder Teile aus mehreren Schüssen 19
6.3 Überlappte Verbindungen, Sickennähte, Einlegestreifen 19

7 Schweißen 19
7.1 Allgemeines 19
7.2 Schweißanweisung (WPS) 20
7.3 Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR) 20
7.4 Prüfung der Schweißer und des Bedienpersonals von Schweißeinrichtungen 21
7.5 Zusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe 21
7.6 Schweißnahtvorbereitung 21
7.7 Ausführung der Schweißverbindungen 22
7.8 Anbauteile, Abstützungen und Aussteifungen 22
7.9 Vorwärmen 23
7.10 Andere dauerhafte Verbindungen als Schweißnähte 23
7.10.1 Allgemeines 23
7.10.2 Mechanisches Einwalzen 23
7.10.3 Hartlöten 23

8 Herstellung und Prüfung von Schweißnähten — Arbeitsprüfung 23
8.1 Allgemeines 23
8.2 Kriterien 24

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

8.3 Prüfumfang ... 27
8.4 Durchführung der Prüfungen und Annahmekriterien ... 29
8.4.1 Allgemeines ... 29
8.4.2 Querzugversuch ... 29
8.4.3 Längszugversuch an Schweißgut ... 29
8.4.4 Kerbschlagbiegeversuch ... 29
8.4.5 Biegeprüfung ... 29
8.4.6 Makroschliff ... 30
8.4.7 Mikroschliff ... 30
8.4.8 Härteprüfung ... 30
8.4.9 Wiederholungsprüfungen ... 30
8.4.10 Prüfbericht ... 31

9 Umformen von drucktragenden Teilen ... 31
9.1 Allgemeines ... 31
9.2 Umformgrad ... 31
9.2.1 Gewölbte runde Böden ... 31
9.2.2 Gewalzte Zylinder und Kegel ... 32
9.2.3 Andere Produktarten ... 33
9.2.4 Rohrbögen ... 34
9.2.5 Umformen von Segmenten ... 34
9.3 Umformverfahren ... 35
9.3.1 Kaltumformen ... 35
9.3.2 Warmumformen ... 35
9.4 Wärmebehandlung nach dem Umformen ... 38
9.4.1 Allgemeines ... 38
9.4.2 Wärmebehandlung von Flacherzeugnissen nach dem Kaltumformen ... 38
9.4.3 Wärmebehandlung von Rohrerzeugnissen nach dem Kaltumformen ... 40
9.4.4 Wärmebehandlung von plattierten Stählen nach dem Kaltumformen ... 40
9.4.5 Wärmebehandlung nach dem Warmumformen ... 40
9.4.6 Wärmebehandlung von plattierten Stählen nach dem Warmumformen ... 41
9.5 Probenahme von umgeformten Probekörpern ... 41
9.5.1 Kaltumgeformte Produkte ohne Wärmebehandlung ... 41
9.5.2 Warmumgeformte oder kaltumgeformte Produkte mit Wärmebehandlung ... 41
9.6 Prüfungen ... 42
9.6.1 Grundwerkstoff ... 42
9.6.2 Stumpfschweißnähte ... 42
9.6.3 Annahmekriterien für umgeformte Probekörper ... 43
9.6.4 Wiederholungsprüfungen an umgeformten Probekörpern ... 43
9.7 Sicht- und Maßprüfung ... 43
9.8 Kennzeichnung ... 44
9.9 Dokumentation ... 44

10 Wärmenachbehandlung (PWHT) ... 44
10.1 Allgemeines ... 44
10.2 Bedingungen für die Wärmebehandlung ... 45
10.3 Verfahren der Wärmenachbehandlung ... 45
10.4 Durchführung der Wärmenachbehandlung ... 46
10.5 Mechanische Eigenschaften nach der Wärmebehandlung ... 46
10.6 Verbindungen zwischen nicht artgleichen ferritischen Werkstoffen ... 47
10.7 Sonderwerkstoffe ... 48
10.8 Wärmebehandlung für andere Zwecke als Schweißen ... 48

11 Ausbesserungen ... 49
11.1 Ausbesserung von Oberflächenfehlern im Grundwerkstoff ... 49
11.2 Ausbesserungen von Schweißfehlern ... 49

12 Abschließende Fertigungsschritte ... 49

Anhang A (informativ) Konstruktionstoleranzen ... 51

Anhang B (informativ) Beispiel eines Formulares für Unterauftragnehmer ... 55

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

Anhang C (normativ) Einwalzverfahrensanweisungen und Anerkennung der Bediener von Einwalzeinrichtungen 56
C.1 Allgemeines 56
C.1.1 Einleitung 56
C.1.2 Verantwortlichkeit 56
C.1.3 Einwalzverfahrensanweisung 56
C.1.4 Technischer Inhalt der Einwalzverfahrensanweisung (EPS) 57
C.1.5 Einwalzverfahrensprüfung (EPQT, en: expansion procedure qualification test) 58
C.2 Untersuchung und Prüfung 58
C.2.1 Allgemeines 58
C.2.2 Sichtprüfung 58
C.2.3 Maßprüfung 58
C.2.4 Prüfung 59
C.3 Anerkennungsgrenzen 59
C.3.1 Allgemeines 59
C.3.2 Herstellerbezogen 59
C.3.3 Werkstoffbezogen 59
C.3.4 Rohrabmessungen 59
C.3.5 Einwalzbeiwert 59
C.3.6 Verbindungsausführung 60
C.3.7 Werkzeug 60
C.3.8 PWHT 60
C.4 Bericht über die Anerkennung des Einwalzverfahrens (EPAR) 60
C.5 Anerkennung der Bediener von Einwalzeinrichtungen 60
C.5.1 Allgemeines 60
C.5.2 Gültigkeitsbereich der Prüfung von Bedienern von Einwalzeinrichtungen 61
C.5.3 Verfahrensprüfungen 61
C.5.4 Untersuchung und Prüfung 61
C.5.5 Gültigkeitsdauer 61
C.5.6 Bescheinigung 62

Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13445-4 63
Y.1 Unterschiede zwischen der EN 13445-4:2002 und der EN 13445-4:2009 63

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG 64

Literaturhinweise 65

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-4:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbereuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Für den Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Diese Europäische Norm über „Unbefeuerte Druckbehälter“ umfasst die folgenden Teile:

— Teil 1: *Allgemeines*

— Teil 2: *Werkstoffe*

— Teil 3: *Konstruktion*

— Teil 4: *Herstellung*

— Teil 5: *Inspektion und Prüfung*

— Teil 6: *Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit*

— CR 13445-7 *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 7: Anleitung für den Gebrauch des Konformitätsbewertungsverfahrens*

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

— CEN/TR 13445-9 *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 9: Gegenüberstellung der EN 13445-Normenreihe und ISO 16528.*

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 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. Interpretationseiten werden in die Website aufgenommen.

Dieses Dokument ersetzt EN 13445-4:2009. 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.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

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 13445:2014 zu erstellen, beginnend mit dem aktuellen Dokument als Ausgabe 1, in welcher die Änderungen und andere identifizierte Berichtigungen konsolidiert werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

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, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 287-1:2011[1)] *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stahl*

EN 10028-2:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10028-3:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

EN 10028-4:2009, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 4: Nickellegierte kaltzähe Stähle*

EN 10216-1:2013, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur*

EN 10216-2:2013, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

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*

EN 10217-1:2002, EN 10217-1:2002/A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Raumtemperatureigenschaften*

EN 10217-2:2002, EN 10217-2:2002/A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10217-3:2002, EN 10217-3:2002/A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen*

EN 10217-4:2002, EN 10217-4:2002/A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

---

1) EN ISO 9606-1, in 2013 veröffentlicht, ersetzt EN 287-1. CEN hat entschieden, eine Übergangsfrist für EN 287-1 einzuführen. Aus diesem Grund bleibt EN 287-1 bis Oktober 2015 gültig.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

EN 10217-5:2002, EN 10217-5:2002/A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 5: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10217-6:2002, EN 10217-6:2002/A1:2005, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 6: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10222-2:1999, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 2: Ferritische und martensitische Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10222-3:1998, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 3: Nickelstähle mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen*

EN 10222-4:1998+A1:2002, *Schmiedestücke aus Stahl für Druckbehälter — Teil 4: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit hoher Dehngrenze*

EN 13134:2000, *Hartlöten — Hartlötverfahrensprüfung*

EN 13445-1:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines*

EN 13445-2:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13445-3:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

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

EN 14276-1:2006+A1:2011, *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen*

EN ISO 3834-2:2005, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen — Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen*

EN ISO 3834-3:2005, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen — Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen*

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

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

EN ISO 5178:2011, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Längszugversuch an Schweißgut in Schmelzschweißverbindungen* (ISO5178:2001)

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

EN ISO 9016:2012, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Kerbschlagbiegeversuch — Probenlage, Kerbrichtung und Beurteilung* (ISO 9016:2012)

EN ISO 13585:2012, *Hartlöten — Prüfung von Hartlötern 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 15609-1:2004, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen* (ISO 15609-1:2004)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

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

EN ISO 15612:2004, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens* (ISO 15612:2004)

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

EN ISO 15614-1:2004, EN ISO 15614-1:2004/A1:2008, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen* (ISO 15614-1:2004)

EN ISO 17639:2013, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen von Schweißnähten* (ISO 17639:2003)

3 Anforderungen an die Herstellung und Vergabe an Unterauftragnehmer

3.1 Herstellung

Die allgemeinen Zuständigkeiten des Druckgeräte-Herstellers sind in EN 13445-1:2014 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 beigefügt, müssen diese berücksichtigt werden, z. B. Europäische Werkstoffzulassungen (EAMs);

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 14731:2007 [1] in der Arbeitszuweisung festlegen.

e) die in EN ISO 3834-3:2005 festgelegten Anforderungen an die Schweißqualität sind als Mindest-Anforderungen erfüllt.

3.2 Vergabe an Unterauftragnehmer

Der Hersteller kann 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 13445-5:2014),

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

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.

4 Werkstoffe

4.1 Allgemeines

Die Werkstoffe für Druckbehälter und die Einteilung der Werkstoffe für Druckbehälter müssen EN 13445-2:2014 entsprechen.

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

4.2 Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe

4.2.1 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 umfast auch die Verwendung von Schweißzusätzen und Hilfsstoffen.

4.2.2 Identifizierungssystem

4.2.2.1 Das Identifizierungssystem des Behälterherstellers muss sicherstellen, dass alle für den Behälter verwendeten Werkstoffe den folgenden Prüfungen unterzogen wurden und diese zufrieden stellend 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.

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

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) Aufzeichnung der Chargen-Nummern der Schweißzusätze und Hilfsstoffe.

4.2.3 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.

4.2.4 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.

4.2.5 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.

5 Herstellungstoleranzen

5.1 Oberflächengeometrie von Schweißnähten

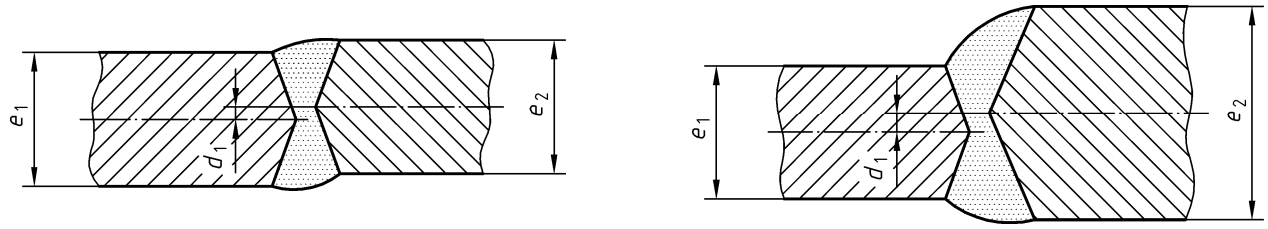
Die Oberflächengeometrie von geschweißten Stumpf- und Kehlnähten muss den Anforderungen in EN 13445-5:2014 entsprechen, sofern durch die Konstruktionszeichnung keine strengeren Anforderungen vorgegeben sind.

5.2 Mittellinienversatz

Die Toleranzen für den Mittellinienversatz sind in den Tabellen 5.2-1, 5.2-2, 5.2-3 und Bild 5.2-1 festgelegt.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12



a) Mittellinienversatz d_1 bei gleicher Wanddicke $e_1 = e_2$

b) Mittellinienversatz d_1 bei unterschiedlicher Wanddicke $e_1 \leq e_2$

Bild 5.2-1 — Mittellinienversatz d_1

Für Längsnähte in Zylindern, Kegeln und rechtwinkeligen/prismatischen Bauteilen sind die Mittellinien von aneinanderstoßenden Teilen (sowohl für gleiche als auch unterschiedliche Wanddicken) innerhalb der Toleranzen nach Tabelle 5.2-1 auszurichten.

Tabelle 5.2-1 — 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 sind die Mittellinien von aneinanderstoßenden Teilen (sowohl für gleiche als auch unterschiedliche Wanddicken) innerhalb der Toleranzen nach Tabelle 5.2-2 auszurichten.

Tabelle 5.2-2 — Mittellinienversatz für Längsnähte zwischenbenachbarten 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 sind die Mittellinien von angrenzenden Teilen (sowohl für gleiche als auch unterschiedliche Wanddicken) innerhalb der Toleranzen nach Tabelle 5.2-3 auszurichten.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

Tabelle 5.2-3 — 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

5.3 Kantenversatz

5.3.1 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.

5.3.2 Verbindung von Teilen mit unterschiedlicher Wanddicke

Werden Teile mit unterschiedlicher Wanddicke verbunden, muss nach EN 13445-3:2014 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.

5.4 Toleranzen für Behälter unter innerem Überdruck

5.4.1 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.

5.4.2 Unrundheit

Die Unrundheit (O) ist nach folgender Gleichung (5.4-1) zu errechnen:

$$O\,[\%] = \frac{2 \cdot (D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \cdot 100 \qquad (5.4\text{-}1)$$

Sie darf die folgenden Werte nicht überschreiten:

a) 1,5 % für das Verhältnis von $e/D < 0{,}01$;

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

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 kann zulässig sein, wenn dies durch Berechnung oder Dehnungsmessungen als zulässig nachgewiesen wird.

5.4.3 Abweichung von der Längsachse

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

5.4.4 Formabweichungen

a) Örtliche Formabweichungen des Behälters

Formabweichungen (z. B. Einbeulungen, Einziehungen an Stutzen) müssen glatt sein und ihre Tiefe ist mit einer 20°-Lehre zu prüfen, 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 5.4-1 und 5.4-2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Die Messung der Aufdachung muss mit einer 20°-Profillehre (oder Schablone) nach Bild 5.4-1 oder anderen Lehrenarten, z. B. Drahtstegen, erfolgen.

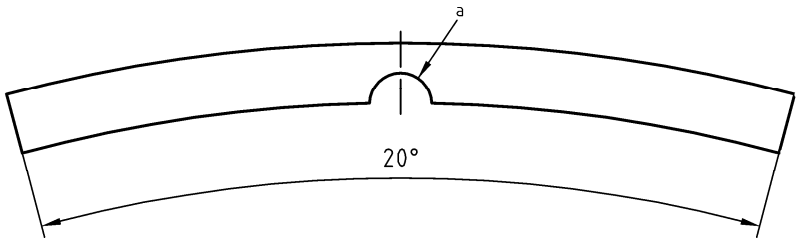
Bei außenseitigen Aufdachungen sind zwei Ablesungen vorzunehmen, P_1 und P_2, auf beiden Seiten der Naht an jeder beliebig festgelegten Stelle, wobei die größere Aufdachung nach Gleichung (5.4-2) ermittelt wird

$$P = 0{,}25.(P_1 + P_2) \qquad (5.4\text{-}2)$$

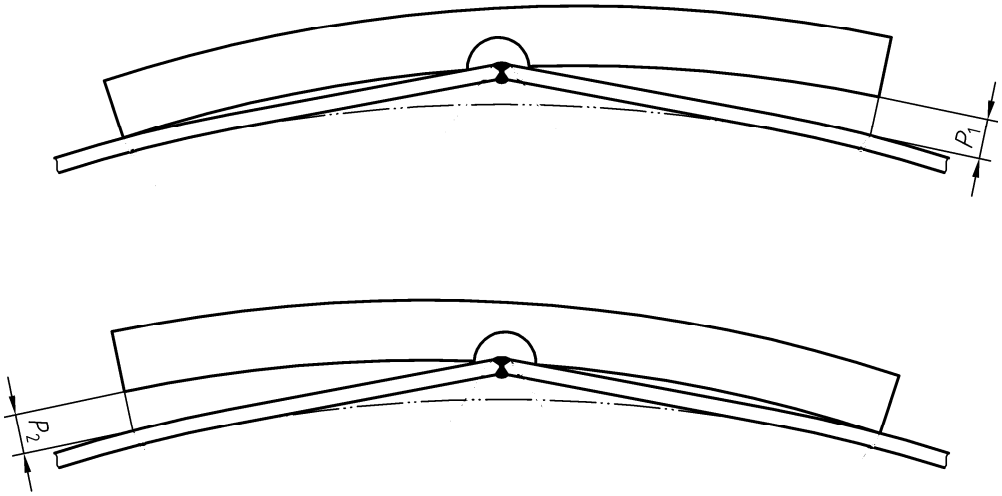
Die innenseitige Aufdachung P ist zu messen.

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

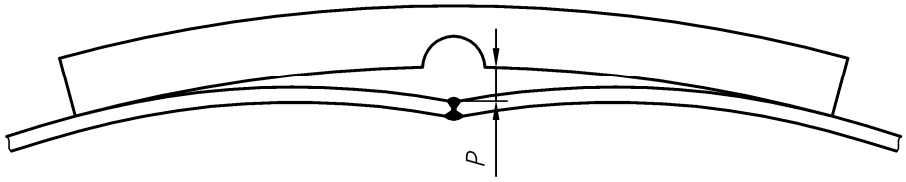
Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12



a) Ausreichender Ausschnitt um die Schweißnahterhöhung herum



b) Bei außenseitigen Aufdachungen sind zwei Ablesungen, P_1 und P_2, vorzunehmen



c) Bei innenseitigen Aufdachungen ist P zu messen

Bild 5.4-1 — 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 5.4-1 und für statische Belastungen in Tabelle 5.4-2 entsprechen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

Tabelle 5.4-1 — 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 13445-3:2014 und EN 13445-5:2014, 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 5.4-2 überschreiten.

Tabelle 5.4-2 — 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 13445-5:2014.

5.4.5 Örtliche Wanddickenunterschreitung

5.4.5.1 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:

a) der Wanddickenunterschied übersteigt nicht den kleineren der beiden Werte 0,05 e oder 5 mm;

b) die Fläche der Unterschreitung der kleinsten rechnerischen Wanddicke kann durch einen Kreis umschrieben werden, dessen Durchmesser den kleineren der beiden Werte e oder 60 mm nicht überschreitet;

c) der Abstand zwischen zwei örtlichen Unterschreitungen der kleinsten rechnerischen Wanddicke, 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;

d) die gesamte Fläche der Unterschreitung der kleinsten rechnerischen Wanddicke darf 2 % der gesamten Oberfläche nicht überschreiten;

e) die Wanddickenunterschreitung befindet sich nicht im Krempenbereich eines gewölbten Bodens.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

5.4.5.2 Darüber hinaus sind örtliche Unterschreitungen der kleinsten rechnerischen Wanddicke unter folgenden Bedingungen zulässig:

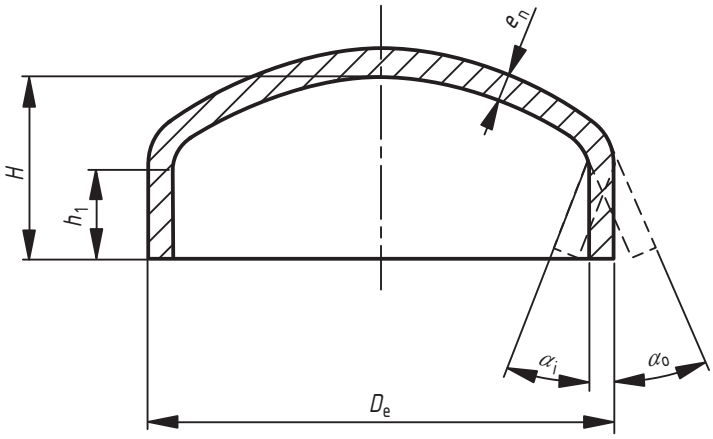
a) der Durchmesser des die Wanddickenunterschreitung umschreibenden Kreises ist nicht größer als der Durchmesser eines nach EN 13445-3:2014 berechneten zulässigen unverstärkten Ausschnittes mit einem Höchstwert von 200 mm;

b) die verbleibende Wanddicke ist größer als die Wanddicke eines ebenen Bodens mit dem gleichen Durchmesser, der mit einem C-Beiwert von 0,35 berechnet wurde;

c) die Stellen mit reduzierter Wanddicke werden aufgezeichnet.

5.4.6 Gewölbte Böden

Die Toleranzen für gewölbte Böden (siehe Bild 5.4-2) müssen den in Tabelle 5.4-3 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 13445-3:2014, 5.2.3.

Bild 5.4-2 — Toleranzen für gewölbte Böden

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

Tabelle 5.4-3 — Toleranzen für gewölbte Böden

Symbol	Geltungsbereich	Grenzabmaße	Bemerkungen
C	$D_e \leq 300$ mm	± 4 mm	
	Ferritische Werkstoffe:		
	300 mm < $D_e \leq 1\,000$ mm	± 0,4 %	
	1 000 mm < D_e	± 0,3 %	
	Austenitische Werkstoffe:		
	D_e > 300 mm	+ 0,5 % / – 0,7 %	
	Plattierungswerkstoffe:		
	D_e > 300 mm	± 1 %	
O	alle Fälle	≤ 1 %	
H	alle Fälle	+ 0,015 D_e oder + 10 mm, es gilt der jeweils größere Wert	
e_n	$e_n \leq 10$ mm	– 0,3 mm	Wenn die Mindestwanddicke e_{min} für gewölbte Böden festgelegt ist, ist keine negative Toleranz (δ_e) für die Wanddicke zulässig.
	10 mm < $e_n \leq 30$ mm	– 0,5 mm	
	30 mm < $e_n \leq 50$ mm	– 0,8 mm	
	e_n > 50 mm	– 1,0 mm	
α_i α_o	alle Fälle	≤ 2° ≤ 5°	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

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

5.5 Toleranzen für Behälter unter äußerem Überdruck

Die Toleranzen müssen EN 13445-3:2014 entsprechen, sie dürfen jedoch keinesfalls die in 5.4 festgelegten Toleranzen überschreiten.

5.6 Konstruktionstoleranzen

Andere Konstruktionstoleranzen als die in 5.4 und 5.5 festgelegten, sollten die in Anhang A empfohlenen Werte nicht überschreiten.

6 Schweißverbindungen

6.1 Allgemeines

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

d) die Art der Herstellung;

e) die Betriebsbedingungen (z. B. Korrosion);

f) die Möglichkeit, die notwendigen zerstörungsfreien Prüfungen nach EN 13445-5:2014 durchzuführen;

g) die in 5.7 und Anhang A von EN 13445-3:2014 für Schweißnähte angegebenen Konstruktionsbedingungen.

Andere Schweißverbindungen dürfen angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Anhang A von EN 13445-3:2014 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 Verbindungselemente beim Schweißen sind in EN 1708-1 [5] enthalten. 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 möglich sind.

6.2 Behälter oder Teile aus mehreren Schüssen

Bestehen Behälter oder Behälterteile aus zwei oder mehr Schüssen, dann sind die geschweißten Längsnähte der benachbarten Schüsse so anzuordnen, 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 13445-3:2014, Anhang B) oder unter Anwendung von EN 13445-3:2014, 6.3, ausgeführt sind.

6.3 Überlappte Verbindungen, Sickennähte, Einlegestreifen

Gestaltung und Ausführung der Schweißverbindungen müssen EN 13445-3:2014 entsprechen.

7 Schweißen

7.1 Allgemeines

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

a) der Hersteller hat eine Schweißanweisung;

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12

b) die Schweißverfahren, die vom Hersteller gewählt wurden, sind für das jeweilige Anwendungsgebiet geeignet;

c) Schweißer und Bedienpersonal von Schweißeinrichtungen sind für die jeweilige Aufgabe geeignet und verfügen über eine gültige Prüfbescheinigung.

7.2 Schweißanweisung (WPS)

Der Hersteller muss für alle Schweißnähte Schweißanweisungen nach EN ISO 15609-1:2004 verfügbar haben.

7.3 Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR)

Schweißanweisungen, die in der Produktion verwendet werden, müssen anhand eines Berichtes über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (WPQR) qualifiziert sein.

Für die drucktragenden Schweißnähte eines Druckbehälters muss dies durch Schweißverfahrensprüfungen entsprechend den Anforderungen der EN ISO 15614-1:2004 oder durch eine Prüfung vor Fertigungsbeginn nach EN ISO 15613:2004 erfolgen.

Zusätzlich zu den Anforderungen der EN ISO 15614-1:2004 sind folgende Prüfungen durchzuführen:

a) An Probeplatten mit einer Dicke von 20 mm und darüber für Stumpfschweißverbindungen muss am Schweißgut eine Längszugprobe mit einem Mindestdurchmesser von gleich oder über 6 mm nach EN ISO 5178:2011 durchgeführt werden, wobei $R_{e/T}$, R_m und A_5 die festgelegten Mindest-Anforderungen an den Grundwerkstoff oder für Schweißzusatzstoffe die Anforderungen nach EN 13445-2:2014, 4.3.5, oder andere in den Konstruktionsfestlegungen besonders berücksichtigte Werte erfüllen müssen (z. B. austenitischer Zusatzwerkstoff in 9 % Ni-Stahl).

   Ist die Auslegungstemperatur höher als 300 °C, muss die Prüfung bei Auslegungstemperatur durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Es ist wichtig das besondere Fälle geachtet werden, in denen die mechanischen Eigenschaften des Schweißgutes konstruktionsbedingt unter denen des Grundwerkstoffes liegen, wie z. B. bei 9 % Ni-Stählen, wenn mit austenitischem Zusatzwerkstoff geschweißt wird.“

b) für Werkstoffe der Gruppen 8.2 und 10 nach EN 13445-2:2014, Tabelle A-1 ist ein Mikroschliff anzufertigen.

   — Anforderungen für Schweißnähte, Werkstoffgruppe 8.2: der Mikroschliff muss ein geeignetes Mikrogefüge aufweisen.

   ANMERKUNG 2 Vereinzelt auftretende Mikrorisse mit einer Länge ≤ 1,5 mm dürfen vorhanden sein, sollten jedoch vermerkt werden.

   — Anforderungen für Schweißnähte, Werkstoffgruppe 10: der Mikroschliff muss ein geeignetes Mikrogefüge aufweisen.

   — Der Ferritgehalt in der Wärmeeinflusszone (WEZ) muss zwischen min. 30 % und max. 70 % liegen. In der Hochtemperatur-WEZ, in einem Abstand von etwa zweimal der Korngröße von der Schmelzlinie, muss der Ferritgehalt ≤ 85 % sein. Sind die verwendeten Schweißzusätze und Hilfsstoffe mit austenitisch-ferritischem Werkstoff kompatibel, muss der Ferritgehalt im Schweißgut ebenfalls zwischen 30 % und 70 % liegen. Der Ferritgehalt ist mit metallographischen Verfahren zu bestimmen. Sind die Schweißzusätze und Hilfsstoffe nicht kompatibel (d. h. austenitisch), dann gilt die Anforderung für den Ferritgehalt im Schweißgut nicht.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-4:2014-12