DEUTSCHE NORM

Dezember 2018

DIN EN 13445-6

ICS 23.020.30

Ersatz für
DIN EN 13445-6:2017-12

Unbefeuerte Druckbehälter –
Teil 6: Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit; Deutsche Fassung EN 13445-6:2014

Unfired pressure vessels –
Part 6: Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure parts constructed from spheroidal graphite cast iron;
German version EN 13445-6:2014

Récipients sous pression non soumis à la flamme –
Partie 6: Exigences pour la conception et la fabrication des récipients sous pression et des parties sous pression moulés en fonte à graphite sphéroïdal;
Version allemande EN 13445-6:2014

Gesamtumfang 63 Seiten

DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-6:2014) 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 die zusätzlichen Anforderungen, die an Druckgeräte aus Kugelgraphit gestellt werden.

DIN EN 13445 besteht unter dem allgemeinen Titel *Unbefeuerte Druckbehälter* aus den folgenden Teilen:

— *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*

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

— *Teil 10: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Nickel und Nickellegierungen*

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13445-6:2017-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13445-6: 2002-08, 2010-02, 2010-12, 2011-12, 2012-12, 2013-12, 2014-12, 2015-12, 2016-12, 2017-12
DIN EN 13445-6/A1: 2004-08, 2015-12
DIN EN 13445-6/A2: 2007-03
DIN EN 13445-6/A3: 2009-02

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN 13445-6

September 2014

ICS 23.020.30

Ersatz für EN 13445-6:2009

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 6: Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit

Unfired pressure vessels - Part 6: Requirements for the design and fabrication of pressure vessels and pressure parts constructed from spheroidal graphite cast iron

Récipients sous pression non soumis à la flamme - Partie 6: Exigences pour la conception et la fabrication des récipients sous pression et des parties sous pression moulés en fonte à graphite sphéroïdal

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 13445-6:2014 D

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Inhalt

Seite

Vorwort 5

1 Anwendungsbereich 7

2 Normative Verweisungen 7

3 Begriffe, Einheiten und Kurzzeichen 8
3.1 Begriffe 8
3.2 Einheiten 9
3.3 Symbole 9
3.4 Zusammenhang zwischen den Dickenbezeichnungen 11

4 Betriebsbedingungen 11
4.1 Zyklische Belastung 11
4.2 Begrenzungen für Temperatur und Energiegehalt 12

5 Anforderungen 12
5.1 Werkstoffe 12
5.2 Konstruktion 14
5.2.1 Technische Dokumentation 14
5.2.2 Auslegungsmethoden 14
5.3 Gießen 20
5.3.1 Allgemeines 20
5.3.2 Schweißen 20

6 Werkstoffprüfung 20
6.1 Allgemeines 20
6.2 Häufigkeit und Anzahl der Werkstoffprüfungen 20
6.3 Chemische Analyse 20
6.4 Graphitstruktur 21
6.5 Prüfbescheinigungen 21

7 Prüfung und Endabnahme 21
7.1 Prüfung 21
7.1.1 Allgemeines 21
7.1.2 Prüfanforderungen für C_Q = 0,8 21
7.1.3 Prüfanforderungen für C_Q = 0,9 21
7.1.4 Oberflächenfehler 22
7.1.5 Risse, Kaltschweißstellen und unvollständig eingeschmolzene Kernstützen 23
7.1.6 Ultraschallprüfung und/oder Zerlegung in Abschnitte 23
7.1.7 Magnetpulverprüfung (nur bei ferritischen Werkstoffsorten) 23
7.1.8 Eindringprüfung 23
7.1.9 Durchstrahlungsprüfung 23
7.1.10 Oberflächenrauheit 24
7.1.11 Mindestwanddicke 24
7.1.12 Wanddickentoleranzen 24
7.1.13 Weitere Maße 24
7.1.14 Qualifikation des Prüfpersonals 24
7.2 Endabnahmeprüfung 24
7.2.1 Allgemeines 24
7.2.2 Wasserdruckprüfung 24

8 Druckbehälter, die aus Teilen aus verschiedenen Werkstoffen zusammengebaut sind 25

9 Kennzeichnung und Dokumentation 25
9.1 Kennzeichnung von Gussstücken 25
9.2 Datenschild für den fertigen Druckbehälter 25
9.3 Dokumentation 25

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Anhang A (normativ) Technische Daten für Konstruktionsberechnungen 26
A.1 Zweck 26
A.2 Technische Daten 26
A.2.1 Ferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 1563:1997 26
A.2.2 Austenitisches Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 13835:2002 27

Anhang B (informativ) Duktilität 28

Anhang C (informativ) Bestimmung der örtlichen Mindest-Wanddicke und des maximal zulässigen Arbeitsdrucks 29

Anhang D (normativ) Berechnung der Ermüdungslebensdauer 30
D.1 Zweck 30
D.2 Zusätzliche Definitionen 30
D.3 Zusätzliche Symbole und Abkürzungen 30
D.4 Geltungsbereich 31
D.5 Allgemeines 31
D.6 Vereinfachte Berechnung der Ermüdungslebensdauer 31
D.6.1 Pseudo-elastische Spannungsschwingbreite 31
D.6.2 Korrekturfaktoren 32
D.6.3 Ermüdungskurven 32
D.6.4 Zulässige Lastwechselzahl 38
D.6.5 Zulässige Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma$ 38
D.7 Ausführliche Berechnung der Ermüdungslebensdauer 38
D.7.1 Pseudo-elastische Spannungsschwingbreiten 38
D.7.2 Korrekturen für die Spannungsschwingbreite 39
D.7.3 Ermüdungskurven 40
D.7.4 Zulässige Lastwechselzahl 41
D.7.5 Zulässige Spannungsschwingbreite 42
D.8 Berechnungsregel für die Gesamtermüdungsschädigung 42
D.9 Ausbesserung von Oberflächenunregelmäßigkeiten 42

Anhang E (normativ) Auslegung der Gussstücke nach Analyseverfahren (DBA) 43
E.1 Einleitung 43
E.2 Besondere Anforderungen nach EN 13445-3:2014, Anhang B 43
E.2.1 Zusatz zu B.8.2.3: Auslegungsnachweise für Normalbetriebslastfälle 43
E.2.2 Zusatz zu B.8.2.4: Auslegungsnachweise für Prüflastfälle 43
E.3 Zusätze zu EN 13445-3:2014, Anhang C 43
E.4 Anforderungen 44

Anhang F (informativ) Empfehlungen für die Validierung und Prüfung während des Betriebs 45
F.1 Zweck 45
F.2 Prüfungen während des Betriebs 45
F.3 Maßnahmen bei Erreichen der rechnerisch zulässigen Ermüdungslebensdauer 46
F.3.1 Allgemeines 46
F.3.2 Prüfung von Behältern und drucktragenden Teilen am Ende der Betriebslebensdauer ohne angezeigte Schädigungen 46
F.3.3 Wasserdruckprüfung von Behältern und drucktragenden Teilen mit angezeigten Schädigungen 46

Anhang G (normativ) Besondere Konstruktionsanforderungen 47
G.1 Anwendungsbereich 47
G.2 Auslegung 47
G.2.1 Allgemeines 47
G.2.2 Wanddicke des Deckels, Druck auf der konvexen Seite 48
G.2.3 Druck auf der konkaven Seite 48
G.2.4 Flanschdicke 48

Anhang H (normativ) Experimentelle Bestimmung der Ermüdungslebensdauer unter zyklischer Druckbeanspruchung 49
H.1 Zweck 49
H.1.1 Allgemeines 49
H.1.2 Experimentelle Verfahren und andere Auslegungsverfahren 49
H.2 Gültigkeit 49
H.3 Prüfanforderungen 49
H.3.1 Allgemeines 49

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

H.3.2 Anzahl der zu prüfenden Teile ... 49
H.3.3 Durchführung ... 32
H.3.4 Werkstoffprüfungen ... 51
H.4 Zulässige Anzahl Lastwechsel ... 51

Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13445-6 ... 53
Y.1 Unterschiede zwischen der EN 13445-6:2009 und der EN 13445-6:2014 ... 53
Y.2 Liste der korrigierten Seiten in Ausgabe 2 (2015-07) ... 53
Y.3 Liste der korrigierten Seiten in Ausgabe 3 (2016-07) ... 53
Y.4 Liste der korrigierten Seiten in Ausgabe 4 (2017-07) ... 53
Y.5 Liste der korrigierten Seiten in Ausgabe 5 (2018-07) ... 53

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EG ... 54

Literaturhinweise ... 55

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-6:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte 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.*
- Teil 10: *Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Nickel und Nickellegierungen.*

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 13445-6:2009. 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 13445-6:2018-12

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, in welcher die Änderungen und andere identifizierte Berichtigungen konsolidiert werden. Ausgabe 5 (2018-07) beinhaltet die in Anhang Y aufgeführten korrigierten Seiten.

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.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an Konstruktion, Werkstoffe, Herstellung und Prüfung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus ferritischem oder austenitischem Gusseisen mit Kugelgraphit fest, die für den Betrieb mit einem maximal zulässigen Druck *PS* gleich oder kleiner als:

— 100 bar bei Befüllung mit Gasen oder Flüssigkeiten der Gruppe 1 oder 2;

— 1 000 bar nur bei Befüllung mit Flüssigkeiten der Gruppe 2.

und einer maximalen Wanddicke von 60 mm vorgesehen sind. Die Grenzwerte für die Schalenwanddicke gelten nicht für die Dicke von Flanschen, Verstärkungen, Nocken usw.

ANMERKUNG 1 Austenitische Gusseisensorten mit Kugelgraphit werden hauptsächlich für Anwendungsfälle in hohen und niedrigen Temperaturbereichen und aufgrund ihrer Korrosionsbeständigkeit eingesetzt.

ANMERKUNG 2 Die zulässigen Gusseisensorten mit Kugelgraphit sind in den Tabellen 5.1-1 und 5.1-2 aufgelistet. Die Betriebsbedingungen sind in Abschnitt 4 angegeben.

Diese Europäische Norm, EN 13445-6, behandelt keine ferritischen und austenitischen Gusseisensorten mit Lamellengraphit mit einer Bruchdehnung ≤ 15 %, welche ausdrücklich ausgeschlossen sind. Anforderungen für die Verwendung von Gusseisen mit einer Bruchdehnung ≤ 15 % sind EN 15776 zu entnehmen.

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 287-6:2010, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 6: Gusseisen*

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

EN 764-5:2002, *Druckgeräte — Teil 5: Prüfbescheinigungen für metallische Werkstoffe und Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation*

EN 837-1:1996, *Druckmessgeräte — Teil 1: Druckmessgeräte mit Rohrfedern — Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung*

EN 837-3:1996, *Druckmessgeräte — Teil 3: Druckmessgeräte mit Platten- und Kapselfedern — Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung*

EN 1011-8:2004, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 8: Schweißen von Gusseisen*

EN 1369:2012, *Gießereiwesen — Magnetpulverprüfung*

EN 1370:2011, *Gießereiwesen — Bewertung des Oberflächenzustandes*

EN 1371-1:2011, *Gießereiwesen — Eindringprüfung — Teil 1: Sand-, Schwerkraftkokillen- und Niederdruckkokillengussstücke*

EN 1559-1:2011, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Allgemeines*

EN 1559-3:2011, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Zusätzliche Anforderungen an Eisengussstücke*

EN 1563:2011, *Gießereiwesen — Gusseisen mit Kugelgraphit*

EN 12680-3:2011, *Gießereiwesen — Ultraschallprüfung — Teil 3: Gussstücke aus Gusseisen mit Kugelgraphit*

EN 12681:2003, *Gießereiwesen — Durchstrahlungsprüfung*

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

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

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

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

EN 13835:2012, *Gießereiwesen — Austenitische Gusseisen*

EN ISO 945-1:2008, *Mikrostruktur von Gusseisen — Teil 1: Graphitklassifizierung durch visuelle Auswertung* (ISO 945-1:2008)

EN ISO 8062-1:2007, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Formteile — Teil 1: Begriffe* (ISO 8026-1:2007)

EN ISO 8062-3:2007, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Formteile — Teil 3: Allgemeine Maß-, Form- und Lagetoleranzen und Bearbeitungszugaben für Gussstücke* (ISO 8062-3:2007)

EN ISO 15614-3:2008, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 3: Schmelzschweißen von unlegierten und niedriglegierten Gusseisen* (ISO 15614-3:2008)

3 Begriffe, Einheiten und Kurzzeichen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe:

3.1.1
kritischer Bereich
hoch beanspruchter Bereich, in dem bei der Berstprüfung ein Bruch oder Ermüdungsrissbildung an der Oberfläche aufgrund von Druckschwankungen zu erwarten ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Kritische Bereiche können z. B. durch Folgendes verursacht werden:

— plötzliche Querschnittsänderung;

— scharfe Kanten;

— scharf angesetzte Radien;

— Höchstbeanspruchungen;

— Biegespannungen;

— Spannungen, außer Membranspannungen;

— Rundungsänderungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein kritischer Bereich wird mit Hilfe eines geeigneten Verfahrens bestimmt, z. B. durch holographische Interferometrie, Dehnungsmessverfahren, Berstprüfung, Ermüdungsprüfung, FEM-Analyse usw.

Anmerkung 3 zum Begriff: Zudem sind Temperaturunterschiede und thermische Beanspruchungen infolge von unterschiedlichen Betriebs-Wandtemperaturen bei der Bestimmung der kritischen Bereiche zu berücksichtigen.

3.1.2
Besteller
Person oder Organisation, die ein Druckgerät, einschließlich der Baugruppen oder Teile, zur eigenen Verwendung oder im Namen des Anwenders und/oder Betreibers kauft

3.1.3
Hersteller
Person oder Organisation, die die Verantwortung für Konstruktion, Herstellung, Prüfung sowie gegebenenfalls die Aufstellung von Druckgeräten und Baugruppen trägt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller darf unter Beibehaltung seiner Verantwortlichkeit eine oder mehrere der vorgenannten Aufgaben an einen Unterauftragnehmer vergeben.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Anmerkung 2 zum Begriff: In den EU-Mitgliedsstaaten trägt der Hersteller die Verantwortung für die Übereinstimmung mit der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EU. Für Hersteller, die nicht der EU angehören, übernehmen deren in der EU niedergelassene Bevollmächtigte diese Verantwortung

3.1.4
Gussstück-Hersteller
Unterauftragnehmer, der die für die Herstellung des Druckgerätes verwendeten Gussstücke anfertigt

3.1.5
Prüffaktor
Abminderungsbeiwert für die zulässige Spannung zur Berücksichtigung möglicher Herstellfehler

3.1.6
Temperaturfaktor
Abminderungsfaktor für die 0,2 % Dehngrenze zur Berücksichtigung des Temperatureinflusses

3.1.7
Wanddickenfaktor
Abminderungsfaktor für die zulässige Spannung zur Berücksichtigung verminderter mechanischer Eigenschaften

3.1.8
ferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit
Gusswerkstoff mit überwiegend ferritischer Matrix auf der Basis Eisen und Kohlenstoff (der Kohlenstoff ist hauptsächlich in Form von kugeligen Graphitpartikeln vorhanden)

3.1.9
austenitisches Gusseisen mit Kugelgraphit
Gusswerkstoff mit austenitischer Matrix auf der Basis Eisen-Kohlenstoff und mit Nickel, Mangan, Kupfer und/oder Chrom zur Stabilisierung des austenitischen Gefüges bei Raumtemperatur legiert

3.2 Einheiten

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 764-2:2012 festgelegten Einheiten.

3.3 Symbole

Die in dieser Europäischen Norm verwendeten Symbole sind in Tabelle 3.3-1 aufgeführt.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Tabelle 3.3-1 — Symbole

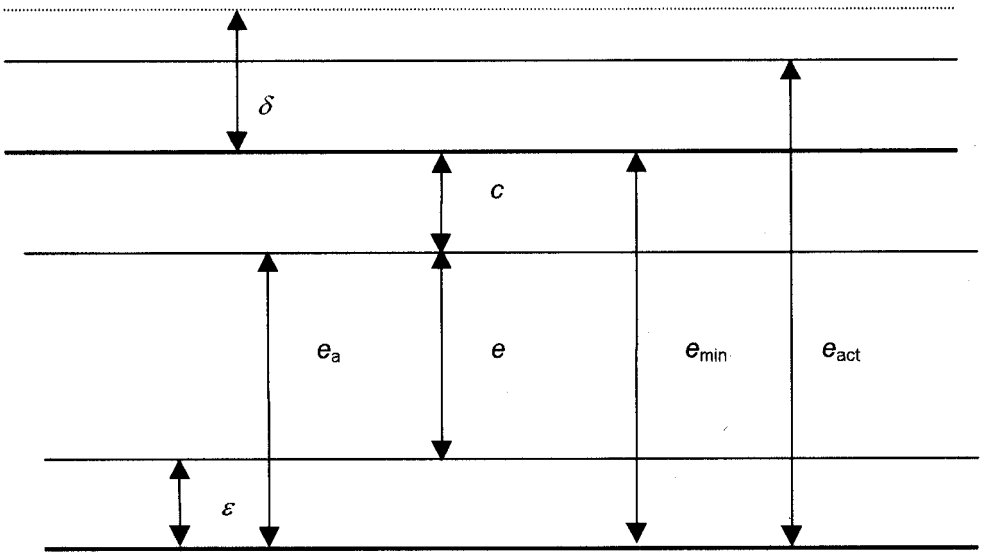
Symbol	Größe	Einheit
c	Korrosionszuschlag	mm
e	erforderliche Wanddicke	mm
e_a	Berechnungswanddicke	mm
e_{act}	tatsächliche Wanddicke	mm
e_{min}	Mindest-Wanddicke nach Zeichnungsangabe	mm
E	Elastizitätsmodul	MPa
f	Berechnungsnennspannung	MPa
F	Ermüdungsfaktor für eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 99,8 %	—
$P_{b,\,act}$	tatsächlicher Druck bei der Berstprüfung	MPa [a]
P_b	geforderter Mindestdruck bei der Berstprüfung	MPa [a]
P_d	Auslegungsdruck	MPa [a]
PS, P_S	maximal zulässiger Druck	MPa [a]
PT, P_t	Prüfdruck	MPa [a]
RM	Festigkeitskennwert für den Werkstoff	MPa
$R_{p0,2}$	0,2-%-Dehngrenze	MPa
R_m	Zugfestigkeit	MPa
RM3	mittlere Zugfestigkeit des Werkstoffes von drei Proben für DBE-Verfahren	MPa
TS_{min}, TS_{max}	minimale/maximale zulässige Temperatur	°C
T	Berechnungstemperatur	°C
V	Innenvolumen des Druckbehälters	L
C_e	Wanddickenfaktor	—
C_T	Temperaturfaktor	—
C_Q	Prüffaktor	—
n	Faktor in Abhängigkeit von der Form des Mantels	—
f_e	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Wanddicke	—
f_m	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Mittelspannung	—
f_s	Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Oberflächenbeschaffenheit	—
S	Sicherheitsbeiwert	—
γ_R	Teilsicherheitsbeiwert	—
δ	Gusstoleranz	mm
ε	zusätzliche Dicke aufgrund des Gießverfahrens	mm
ν	Querkontraktionszahl	—

[a] Die Einheit MPa ist nur für Berechnungszwecke zulässig; ansonsten ist die Einheit bar zu verwenden (1 MPa = 10 bar)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

3.4 Zusammenhang zwischen den Dickenbezeichnungen



Legende

e	erforderliche Wanddicke
e_a	Analysendicke
e_{min}	Mindest-Wanddicke einschließlich Korrosionszuschlag nach Zeichnungsangabe
e_{act}	tatsächliche Wanddicke
c	Korrosionszuschlag
ε	zusätzliche Dicke auf Grund des Gießverfahrens
δ	Gusstoleranz

Bild 3.4-1 — Zusammenhang zwischen den Dickenbezeichnungen

4 Betriebsbedingungen

4.1 Zyklische Belastung

Druckbehälter und Druckbehälterteile aus Gusseisen mit Kugelgraphit können im zyklischen Betrieb eingesetzt werden, wenn der Spannungsfaktor auf 3 begrenzt ist. Liegt die errechnete Anzahl der Lastwechsel dicht bei einem in Tabelle 4.1-1 angegebenen Grenzwert, durch den die Forderung nach einer Analyse des Ermüdungsverhaltens bestimmt wird, ist für diesen Zweck der schlimmste Fall zu erfassen.

Falls zu erwarten ist, dass unter Betriebsbedingungen die in Tabelle 4.1-1 festgelegte Anzahl vollständiger Drucklastwechsel oder eine gleichwertige Anzahl von Lastwechseln mit geringerer Amplitude überschritten wird, muss eine Analyse des Ermüdungsverhaltens nach Anhang D durchgeführt werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Tabelle 4.1-1 — Anzahl der vollständigen Lastwechsel zur Berücksichtigung der zyklischen Belastung

Prüffaktor	Maximale Anzahl der vollständigen Lastwechsel ohne verbindlich vorgeschriebene Analyse des Ermüdungsverhaltens nach Anhang D	
C_Q = 0,9	1 000	
C_Q = 0,8	40 000	2,5 < Spannungsfaktor ≤ 3
	200 000	Spannungsfaktor ≤ 2,5

ANMERKUNG 1 Ein Prüffaktor von 0,9 beinhaltet die Aufbringung höherer Berechnungsnennspannungen und ergibt folglich eine niedrigere maximale Anzahl vollständiger Druckwechsel ohne verbindlich vorgeschriebene Analyse des Ermüdungsverhaltens.

ANMERKUNG 2 Ein Spannungsfaktor (Verhältnis Spannungsspitze zu Ermüdungsspannung) über 3, ermittelt nach einem der in 5.2 angegebenen Verfahren, kann sich aufgrund einer unsachgemäßen Auslegung ergeben. Durch eine Vergrößerung von Radien oder anderen kleinen Änderungen kann eine annehmbare Auslegung erreicht werden.

Für Drucklastwechsel bei einer Druckdifferenz ΔP_i, die unter dem vollen Druck liegt, ergibt sich die Anzahl der äquivalenten vollständigen Lastwechsel durch die Gleichung (4.1-1):

$$n_{\mathrm{eq}} = \sum_{i=1}^{i=N} n_{\mathrm{i}} \cdot \left(\frac{\Delta P_i}{P_{\mathrm{max}}} \right)^{8,6} \qquad (4.1\text{-}1)$$

Dabei ist

N die Gesamtanzahl der vorgesehenen Druckwechsel mit unterschiedlicher Amplitude;

n_i die Anzahl der Drucklastwechsel mit Amplitude ΔP;

ΔP_i die Amplitude des Drucklastwechsels;

P_{max} der maximal zulässige Druck nach EN 13445-3:2014, 3.15.

4.2 Begrenzungen für Temperatur und Energiegehalt

Die niedrigste zulässige Temperatur TS_{min} und die höchste zulässige Temperatur TS_{max} müssen den in den Tabellen 5.1-1 und 5.1-2 angegebenen Grenzwerten entsprechen.

Das Produkt aus $PS \cdot V$ für ein einzelnes Gussstück darf 100 000 bar·L nicht überschreiten.

5 Anforderungen

5.1 Werkstoffe

Alle Gusseisensorten mit Kugelgraphit, die einem inneren oder äußeren Druck ausgesetzt sind, müssen bei ferritischem Gusseisen der Norm EN 1563 und bei austenitischem Gusseisen der Norm EN 13835 entsprechen.

Die in Tabelle 5.1-1 und Tabelle 5.1-2 aufgeführten Werkstoffsorten dürfen im Gusszustand oder im wärmebehandelten Zustand hergestellt werden (siehe EN 1563:2012, Abschnitt 6).

Die in Tabelle 5.1-1 enthaltenen ferritischen Werkstoffsorten sind für Anwendungsfälle mit einer zulässigen Mindesttemperatur höher als oder gleich –10 °C einzusetzen.

Die in Tabelle 5.1-2 aufgeführten Werkstoffe sind für Auslegungsbedingungen bei niedrigen oder hohen Temperaturen bestimmt.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Tabelle 5.1-1 — Zulässige Werkstoffsorten für übliche Auslegungstemperaturen (–10 °C bis 300 °C)

Werkstoffnorm	Werkstoffbezeichnung[a]		Auslegungstemperaturgrenzen
	Symbol	Nummer	°C
EN 1563:2012	EN-GJS-350-22-RT	5.3101	$-10 \leq TS \leq 300$
	EN-GJS-350-22	5.3102	$-10 \leq TS \leq 300$
	EN-GJS-400-18-RT	5.3104	$-10 \leq TS \leq 300$
	EN-GJS-400-18	5.3105	$-10 \leq TS \leq 300$
	EN-GJS-450-18	5.3108	$-10 \leq TS \leq 300$

[a] Sind die in diesen Tabellen festgelegten Werkstoffe nicht verfügbar, dürfen andere geeignete Werkstoffe verwendet werden, wenn die technische Dokumentation mit den Angaben zu den Werkstoffeigenschaften entsprechend den Anforderungen für die Europäische Werkstoffzulassung (EAM) oder für Werkstoff-Einzelgutachten (PMA) anerkannt wurde.

Tabelle 5.1-2 — Zulässige Werkstoffsorten für Auslegungsbedingungen bei niedrigen oder hohen Temperaturen

Werkstoffnorm	Werkstoffbezeichnung[a]		Auslegungstemperaturgrenzen
	Symbol	Nummer	°C
EN 1563:2012	EN-GJS-350-22-LT	5.3100	$-40 \leq TS \leq 300$
	EN-GJS-400-18-LT	5.3103	$-20 \leq TS \leq 300$
EN 13835:2012	EN-GJSA-XNiMn23-4	5.3501	$-196 \leq TS \leq 300$
	EN-GJSA-XNi22	5.3503	$-40 \leq TS \leq 540$
	EN-GJSA-XNiMn13-7	5.3506	$-40 \leq TS \leq 300$

[a] Sind die in diesen Tabellen festgelegten Werkstoffe nicht verfügbar, dürfen andere geeignete Werkstoffe verwendet werden, wenn die technische Dokumentation mit den Angaben zu den Werkstoffeigenschaften entsprechend den Anforderungen für die Europäische Werkstoffzulassung (EAM) oder für Werkstoff-Einzelgutachten (PMA) anerkannt wurde.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Für die Werkstoffsorten EN-GJS-350-22-LT oder EN-GJS-350-22U-LT sind Auslegungstemperaturen bis –60 °C zulässig. Bei Anwendungen zwischen (–40 ± 2) °C und (–60 ± 2) °C muss der Kerbschlagbiegeversuch bei der niedrigsten Auslegungstemperatur folgende Werte liefern:

— als Mittelwert aus drei Prüfungen: 12 J für e_{act} ≤ 60 mm;

— 10 J für 60 mm ≤ e_{act} ≤ 200 mm;

— als Einzelwert: 9 J für e_{act} ≤ 60 mm und 7 J für 60 mm ≤ e_{act} ≤ 200 mm.

Die geltenden Anforderungen an die Lieferbedingungen, die in EN 1559-1:2011 und EN 1559-3:2011 enthalten sind, müssen ebenfalls eingehalten werden.

ANMERKUNG Diese Norm gilt nicht für Werkstoffe, die im Zeitstandbereich eingesetzt werden, da die Spannungsschwingbreiten auf das elastische Verhalten begrenzt sind.

5.2 Konstruktion

5.2.1 Technische Dokumentation

Der Hersteller muss vor Beginn der Fertigung die in EN 13445-5:2014, Abschnitt 5 festgelegte Dokumentation erstellen.

5.2.2 Auslegungsmethoden

5.2.2.1 Allgemeines

5.2.2.1.1 Prinzip

Die zu berücksichtigenden Belastungen müssen EN 13445-3:2014, Abschnitt 5 entsprechen.

Die in Abschnitt 4 angegebenen Betriebsbedingungen müssen berücksichtigt werden.

Die Auslegungsmethoden müssen dieser Europäischen Norm sowie, wo zutreffend, den jeweiligen Abschnitten in EN 13445-3:2009 entsprechen.

Wenn durch die Form der Bauteile oder die Belastungen keine genauen Berechnungen nach den in EN 13445-3:2014 und Anhang G angegebenen Gleichungen möglich sind, ist für die Auslegung ein Analyseverfahren (DBA) (siehe Anhang E) oder ein experimentelles Verfahren (DBE) anzuwenden.

In Abhängigkeit von der komplexen Ausführung des drucktragenden Teils, den Belastungsbedingungen und dem Umfang der zerstörungsfreien Prüfung kann der Konstrukteur eines der nachstehend angegebenen Auslegungsverfahren auswählen. Zur Korrelation zwischen Sicherheitsbeiwert, Prüffaktor und dem Verfahren zur Berücksichtigung der dynamischen Belastung (siehe Tabelle 5.2-1) werden allgemeine Hinweise gegeben.

ANMERKUNG 1 Prüffaktoren (0,8 oder 0,9) sind bei der Bestimmung der zulässigen Spannung nach 5.2.2.2 des vorliegenden Teils 6 bereits berücksichtigt.

ANMERKUNG 2 Zu nicht runden Querschnitten (rechteckigen Querschnitten) siehe EN 13445-3:2014, Abschnitt 15 (siehe Bemerkung zur Berechnung der Ermüdungsfestigkeit und Anforderungen an den Radius nach 5.2.2.7).

5.2.2.1.2 Statische Belastung

Für die Auslegung des Bauteils im Hinblick auf die statische Belastung kann der Konstrukteur die nachfolgenden Möglichkeiten berücksichtigen.

5.2.2.1.2.1 Auslegung nach Gleichungen (DBF)

Gleichungen für die Berechnung der verschiedenen Bauteile des drucktragenden Teils sind in EN 13445-3:2014 und Anhang G angegeben. Anhang G enthält zusätzliche Gleichungen für nicht genormte Formteile, die bei Gusskonstruktionen häufig verwendet werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

5.2.2.1.2.2 Auslegung nach Analyseverfahren (DBA)

Folgendes gilt:

1) Es ist zu entscheiden, ob nach dem direkten Verfahren (Grenzlast — EN 13445-3:2014, Anhang B) oder der Spannungs-Kategorisierung (EN 13445-3:2014, Anhang C) vorgegangen wird. Ferner ist zu entscheiden, ob der lineare oder der nichtlineare Ansatz gewählt wird.

2) Die Ableitung von Modellen und die Interpretation der Berechnungsergebnisse muss auf der Grundlage der Berechnungswanddicken e_a und der Werkstoffeigenschaften bei Betriebstemperatur erfolgen.

3) Interpretation von Berechnungsergebnissen unter Berücksichtigung der Bewertungsverfahren und-kriterien zur Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit der tatsächlichen Konstruktion. Diese Konstruktionsprüfungen und die damit verbundenen Verfahren sind für die zu berücksichtigende Versagensart charakteristisch. Verschiedene Versagensarten, siehe EN 13445-3:2014.

5.2.2.1.2.3 Experimentelles Verfahren (DBE)

Wenn die Auslegung nach Gleichungen nach EN 13445-3:2014 aufgrund der komplexen Form des Bauteils als nicht zuverlässig gilt, muss zur Bestimmung der Berechnungswanddicke e_a und der Mindestwanddicke e_{min} eine hydraulische Berstprüfung nach dem in 5.2.2.1.6 festgelegten Verfahren durchgeführt werden. Diese Berstprüfung ist auch Teil der technischen Dokumentation.

Dieses Auslegungsverfahren darf auch ohne zusätzliche Berechnungen verwendet werden, wenn $P_d \cdot V$ < 6 000 bar·L ist.

Gilt für den vollständigen Behälter $P_d \cdot V$ > 6 000 bar·L, kann dieses Verfahren zusätzlich zum DBA oder DBF angewendet werden.

Die erforderliche Mindestwanddicke an einer bestimmten Stelle ergibt sich aus:

$$e_a \geq e_{act} \cdot \left(\frac{S \cdot PS \cdot RM3}{P_{b,act} \cdot R_{p0,2} \cdot C_Q \cdot C_T \cdot C_e} \right)^{1/n} \quad (5\text{-}1)$$

$$e_{min} \geq e_a + c \quad (5\text{-}2)$$

Dabei ist

e_{act} die gemessene Mindestwanddicke an der jeweiligen Messstelle;

$R_{p0,2}$ nach Anhang A;

$P_{b,\,act}$ der tatsächlich erreichte Druck bei der Berstprüfung oder der höchste Prüfdruck;

n = 1 für gekrümmte Flächen (Zylinder, Kugeln) oder Kegel mit Winkeln $\alpha \leq 60°$, verankerte Flächen und beanspruchte Teile, wenn die Biegespannung weniger als 2/3 der Gesamtspannung beträgt;

n = 2 für alle andere Flächen.

Für die Bestimmung von *RM3* sind drei Probekörper für den Zugversuch nach den Werkstoffnormen EN 1563:2012 oder EN 13835:2012 für jede der erforderlichen Positionen aus demselben Gussstück zu entnehmen.

Die Positionen der Probekörper müssen den Spezifikationen in den technischen Lieferbedingungen der Produktform für Werkstoffe für Druckgeräte entsprechen. Zusätzlich zu den Anforderungen der Werkstoffnormen dürfen Hersteller und Käufer die an festgelegten Positionen im Gussstück erforderlichen Eigenschaften vereinbaren. Diese Eigenschaften sind durch Prüfung von bearbeiteten Proben zu bestimmen, die den Gussstücken an diesen festgelegten Positionen entnommen wurden. Der Mittelwert der drei Probekörper ist für die Bestimmung des Verhältnisses *RM3*/*R*m zu verwenden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Probekörper dürfen an einem identischen Teil vor der Berstprüfung oder an demselben Teil nach der Berstprüfung entnommen werden. Die Verwendung eines verkleinerten Teils für das zu untersuchende Teil ist unzulässig.[1)]

Die Position des Gussstücks, aus der das Probestück entnommen wird, muss ein Bereich sein, in dem die Wanddicke des Gussstücks annähernd dem maßgebenden Wert entspricht. Für die Bestimmung der Größe der zu verwendenden Proben muss der Käufer den Hersteller bei der Auftragsannahme auf die wichtigen Abschnitte hinweisen. In Abwesenheit jeglicher Anleitung durch den Käufer darf der Hersteller die Größe der zu verwendenden Probe nach der maßgebenden Norm wählen.

Bei keinem Probekörper darf der in den für die zu untersuchende Werkstoffsorte jeweils zutreffenden Werkstoffnormen festgelegte Mindestwert für *R*m unterschritten werden; dabei ist die entsprechende Dicke zu berücksichtigen.

Der vorzuziehende Probendurchmesser beträgt 14 mm, aus technischen Gründen und bei Proben, die aus Gussstücken herausgearbeitet wurden, sind jedoch andere oder gleichwertige Probendurchmesser zulässig.

Bei Ungültigkeit einer Prüfung sind Wiederholungsprüfungen durchzuführen. Eine Prüfung ist ungültig, bei:

— fehlerhafter Montage der Probe oder fehlerhafter Bedienung der Prüfmaschine;

— fehlerhafter Probe aufgrund von Guss- oder Bearbeitungsfehlern;

— Bruch der Probe für den Zugversuch außerhalb der Messlänge;

— Gussfehlern in der Probe, die nach dem Bruch sichtbar werden.

In allen Fällen ist eine neue Probe aus demselben Probestück oder einem Duplikat-Probegussstück zum selben Zeitpunkt zu entnehmen. Das Ergebnis der Wiederholungsprüfung ist zu verwenden.

5.2.2.1.2.4 Bestimmung des hydraulischen Berstdrucks und des maximal zulässigen Drucks bei statischer Belastung

Ein Probestück ist nach dem Zufallsprinzip aus der Produktion des Behälters oder des Behälterteils entweder für die Berstprüfung oder zur Bestimmung der maximal zulässigen Arbeitsbedingungen zu entnehmen. Das Verfahren ist wie folgt durchzuführen:

[1)] Bei der Bestimmung von Werten nach der Berstprüfung ergeben sich möglicherweise geringere Zugfestigkeitseigenschaften für einige Sorten, die nur unter Vorbehalt in Ausnahmefällen verwendet werden sollten (Einzelteil oder sehr großes Teil usw.).

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 13445-6:2018-12