

DIN EN 13831

ICS 91.140.10; 91.140.60

Mit DIN EN 12828:2003-06
Ersatz für
DIN 4807-2:1991-05;
Ersatz für
DIN 4807-3:1993-10

**Ausdehnungsgefäße mit eingebauter Membrane für den Einbau in
Wassersystemen;
Deutsche Fassung EN 13831:2007**

Closed expansion vessels with built in diaphragm for installation in water;
German version EN 13831:2007

Vases d'expansion fermés avec membrane incorporée pour installation dans des
systèmes à eau;
Version allemande EN 13831:2007

Gesamtumfang 64 Seiten

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13831:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der FNCA GA 54 im Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Der Text dieser Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit Zoll (inch). Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

1 Zoll (inch) = 25,4 mm

Für die in Abschnitt 2 genannte Internationale Norm wird im Folgenden auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen.

ISO 898-2:1992 siehe DIN EN 20898-2:1994-02

Änderungen

Gegenüber DIN 4807-2:1991-05 und DIN 4807-3:1993-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) zulässige Werkstoffe aufgenommen nach DIN EN 13445-2;
- b) Auslegung und Berechnungsverfahren nach DIN EN 13445-3;
- c) Herstellverfahren nach DIN EN 13445-4 aufgenommen;
- d) Prüfverfahren nach DIN EN 13445-5 aufgenommen;
- e) empfohlene Schweißverbindungen nach DIN EN 1708-1 aufgenommen; bei alternativen Schweißverbindungen muss deren Eignung nachgewiesen werden;
- f) Festlegungen für geschlossene Ausdehnungsgefäße mit Membrane aufgenommen;
- g) Anforderungen und Prüfverfahren für die Membrane aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 4806: 1953-09
DIN 4807-1: 1980-03
DIN 4807-2: 1991-05
DIN 4807-3: 1986-04, 1993-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 20898-2:1994-02, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen— Teil 2: Muttern mit festgelegten Prüfkraften; Regelgewinde (ISO 898-2:1992); Deutsche Fassung EN 20898-2:1993*

Deutsche Fassung

Ausdehnungsgefäße mit eingebauter Membrane für den Einbau in Wassersystemen

Closed expansion vessels with built in diaphragm for
installation in water

Vases d'expansion fermés avec membrane incorporée pour
installation dans des systèmes à eau

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 26. Juli 2007 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 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Einheiten	8
5 Werkstoffe	9
5.1 Allgemeines.....	9
5.2 Werkstoffe, deren Eignung durch Erfahrung oder allgemeine Anwendung nachgewiesen ist	10
5.3 Verbindungselemente	10
5.4 Nicht drucktragende Teile.....	10
6 Konstruktion und Berechnung.....	10
6.1 Konstruktion.....	10
6.1.1 Anforderungen an die Membrane	10
6.1.2 Anforderungen an den Einsatz in Frischwassersystemen	11
6.1.3 Außenflächen	11
6.1.4 Prüföffnungen	11
6.1.5 Anschlüsse.....	11
6.1.6 Klemmverbindung	11
6.1.7 Volumentoleranz der Gefäße	12
6.1.8 Ermüdung	12
6.1.9 Belastungen	12
6.2 Experimentelle Auslegungsmethode.....	12
6.2.1 Allgemeines.....	12
6.2.2 Vorbereitung.....	12
6.2.3 Gefäße mit $PS \times V \leq 1\,000 \text{ bar} \times L$	13
6.2.4 Gefäße mit $1\,000 \text{ bar} \times L < PS \times V < 6\,000 \text{ bar} \times L$	13
6.2.5 Gefäßteile und Bauteile.....	13
6.3 Berechnungsverfahren	13
6.3.1 Allgemeines.....	13
6.3.2 Symbole	13
6.3.3 Zylinder- und Kugelschalen unter Innendruck.....	15
6.3.4 Gewölbte Böden unter Innendruck.....	15
6.3.5 Ausschnitte in Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbten Böden	17
6.3.6 Verschraubte, runde ebene Böden unter Innendruck.....	25
6.3.7 Flansche und Verschraubungen	31
7 Herstellung und Schweißen.....	40
7.1 Einleitung.....	40
7.2 Allgemeines.....	40
7.3 Herstellungstoleranzen	40
7.3.1 Allgemeines.....	40
7.3.2 Mittellinien- und Kantenversatz.....	40
7.3.3 Grenzabmaße für Gefäße	41
7.4 Schweißverbindungen	42
7.4.1 Empfohlene Schweißverbindungen.....	42
7.4.2 Gefäße aus mehreren Schüssen	43
7.4.3 Sickennähte.....	43

7.5	Schweißen.....	43
7.5.1	Allgemeines	43
7.5.2	Schweißanweisung (WPS).....	43
7.5.3	Prüfung von Schweißanweisungen.....	43
7.5.4	Prüfung der Schweißer und des Bedienungspersonals von Schweißeinrichtungen	43
7.5.5	Vorbereitung von Schweißkanten	44
7.5.6	Ausführung von Schweißnähten	44
7.5.7	Anbauten, Abstützungen und Aussteifungen	44
7.6	ZfP-Personal	44
7.7	Herstellung und Prüfung von nicht lösbaren Verbindungen.....	44
7.7.1	Schweißverbindungen	44
7.7.2	Klemmverbindungen.....	47
7.8	Umformen von drucktragenden Teilen.....	47
7.8.1	Umformgrad	47
7.8.2	Umformbedingungen	50
7.8.3	Wärmebehandlung	50
7.8.4	Sichtprüfung und Maßprüfung.....	51
7.8.5	Prüfzeugnis	51
7.9	Ausbesserungen	51
7.9.1	Oberflächenfehler.....	51
7.9.2	Ausbesserungen, Beseitigung von Fehlstellen	51
7.10	Abschließende Fertigungsschritte	51
8	Membrane.....	52
8.1	Allgemeines	52
8.2	Werkstoffe	52
8.3	Hygieneanforderungen	52
8.4	Planung der Prüfung	52
8.5	Prüfung.....	52
8.5.1	Allgemeines	52
8.5.2	Membranprüfungen.....	53
8.5.3	Lastwechselprüfung an Gefäßen	54
8.5.4	Durchlässigkeitsprüfung der Membrane	55
8.5.5	Wiederholungsprüfungen.....	56
8.5.6	Prüfbericht	56
8.6	Prüfungen durch den Membranenhersteller.....	56
8.7	Kennzeichnung der Membranen.....	56
9	Prüfung und Inspektion	56
9.1	Allgemeines	56
9.2	Technische Dokumentation	56
9.3	Inspektionen während der Fertigung	57
9.4	Druckprüfung.....	57
9.5	Kennzeichnung.....	57
9.6	Dokumentation	57
	Anhang A (informativ) Normen für die Prüfung von Membranen	59
	Anhang B (informativ) Bewährte Membranenwerkstoffe.....	60
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 97/23/EG.....	61
	Literaturhinweise.....	62

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13831:2007) 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 Februar 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2008 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 97/23/EG.

Zum Zusammenhang mit der EG-Richtlinie 97/23/EG, siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

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

Einleitung

Geschlossene Ausdehnungsgefäße mit eingebauter Membrane kamen zum ersten Mal in den frühen 50er-Jahren in den Handel. Sie wurden in Heizungssysteme oder Frischwasserversorgungssysteme eingebaut.

Beim Einsatz in Heizungssystemen nehmen sie das aufgrund der Erwärmung ansteigende Wasservolumen auf. Der Gasdruck (auf der anderen Seite der Membrane) drückt das Wasser in das System zurück, wenn sich aufgrund der Abkühlung das Wasservolumen im Heizungssystem verringert. Ausdehnungsgefäße mit eingebauter Membrane gehören zum absoluten Standard in der europäischen Heizungstechnik. Jahr für Jahr werden einige Millionen gefertigt. Beim Einsatz in Frischwasserkreisläufen dienen die Gefäße mit eingebauter Membrane zur Aufnahme des zusätzlichen Wasservolumens aufgrund der Erwärmung durch Warmwasserbereiter und verhindern somit, dass wertvolles Trinkwasser durch den Abfluss verloren geht. Die andere Hauptanwendung ist das Speichern von Wasser unter Druck in Verbindung mit Druckerhöhungsanlagen, wodurch ein energetisch effizienter Pumpeneinsatz ermöglicht wird.

Obwohl diese Entwicklung des geschlossenen Ausdehnungsgefäßes mit eingebauter Membrane eine regelrechte Revolution im Bereich Heizungstechnik und Trinkwasser darstellte, nahm die Industrie doch nur begrenzt Notiz davon. Dennoch hat dies die Hersteller nicht davon abgehalten, das Produkt und die Fertigungstechnik in den letzten 40 Jahren zu verbessern und häufig auch ganz neue Wege zu beschreiten. Aus diesem Grunde kann sich die Herstellung von geschlossenen Ausdehnungsgefäßen beträchtlich von der herkömmlichen Druckbehälterproduktion unterscheiden. Dies gilt insbesondere für die hoch entwickelte Tiefziehtechnik.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an die Konstruktion, Herstellung und Prüfung von geschlossenen Ausdehnungsgefäßen mit eingebauter Membrane fest, die im Folgenden „Gefäße“ genannt werden und

- a) deren Membranen zur Trennung von Wasser einerseits und Luft/Stickstoff andererseits in Heizungs-/Kühlsystemen oder Frischwassersystemen dienen;
- b) die in Einzel- oder Serienfertigung hergestellt werden;
- c) die teilweise oder ganz aus (kalt-)tiefgezogenen Teilen bestehen;
- d) deren Einzelteile durch Schweißen, Klemmen oder Flansche verbunden werden können;
- e) deren Größe nicht begrenzt ist;
- f) deren maximal zulässiger Druck mehr als 0,5 bar beträgt, jedoch 30 bar nicht überschreitet;
- g) deren Wanddicke auf 12 mm bei austenitischen Stählen und 15 mm bei ferritischen Stählen begrenzt ist;
- h) deren Mindest-Betriebstemperatur nicht unter -10 °C und deren maximale Betriebstemperatur nicht über 70 °C liegt.

ANMERKUNG Die maximale Betriebstemperatur von 70 °C hängt von den Eigenschaften des Membranenwerkstoffes ab. Sie kann höher sein, wenn die Eignung des Membranenwerkstoffes nachgewiesen ist.

Wie hoch die Temperatur des Heizungssystems auch sein mag, der entscheidende Faktor für den Gefäßbetrieb ist die maximale Betriebstemperatur der Membrane. Der Konstrukteur des Systems ist verantwortlich dafür, notwendige Maßnahmen vorzuschreiben, um die Membrane vor ungeeigneten Temperaturen zu schützen (z. B. Anschluss an den kältesten Teil des Systems bei einem Heizungssystem oder an den wärmsten in einem Kühlkreislauf; thermostatische Überwachung des Anschlusses an das Gefäß oder Zwischengefäß).

In Anwendungsfällen, in denen Betriebstemperaturen über 70 °C nicht vermieden werden können, ist die Eignung des Membranenwerkstoffes nachzuweisen (siehe Abschnitt 8).

Bei einem Verweis in dieser Europäischen Norm auf EN 13445-1, EN 13445-2, EN 13445-3, EN 13445-4 bzw. EN 13445-5 gelten sämtliche zutreffenden Festlegungen in den entsprechenden Abschnitten der Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 287-1:2004, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

EN 473:2000, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung — Allgemeine Grundlagen*

EN 764-1:2004, *Druckgeräte — Teil 1: Terminologie — Druck, Temperatur, Volumen, Nennweite*

EN 764-2:2002, *Druckgeräte Teil 2: Größen, Symbole und Einheiten*

EN 764-3:2002, *Druckgeräte Teil 3: Definition der beteiligten Parteien*

EN 895:1995, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Querschugversuch*

EN 910:1996, *Zerstörende Prüfung von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen*

EN 1418:1997, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschweißen und von Einrichtern für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen*

EN 1435:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen*

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

EN 10269:1999, *Stähle und Nickellegierungen für Befestigungselemente für den Einsatz bei erhöhten und/oder tiefen Temperaturen*

EN 13445-1:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines*

EN 13445-2:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13445-3:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 13445-4:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN 13445-5:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

EN ISO 898-1:1999, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben (ISO 898-1:1999)*

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

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, *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)*

ISO 898-2:1992, *Mechanical properties of fasteners — Part 2: Nuts with specified proof load values — Coarse thread*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe nach EN 764-1:2004, EN 764-2:2002 und EN 764-3:2002 sowie die folgenden Begriffe.

3.1

automatisches Schweißen

Schweißverfahren, bei dem alle Parameter automatisch gesteuert werden, wobei die Möglichkeit der begrenzten Einstellung einiger dieser Parameter (manuell oder automatisch mit mechanischen oder elektronischen Mitteln) während des Schweißvorganges zur Einhaltung der spezifischen Schweißbedingungen besteht

3.2

Klemmverbindung

einzelner Metallring, der die beiden Gefäßteile zusammenhält oder gewalztes Verbindungsteil, das die beiden Gefäßteile dauerhaft zusammenhält. Die Ausführung erfolgt stets nach der experimentellen Auslegungsmethode

3.3

Ausdehnungsgefäß

Gefäß zur Aufnahme der Volumenänderungen einer Flüssigkeit aufgrund von Temperaturänderungen. Das Ausdehnungsgefäß ist „geschlossen“, wenn die darin enthaltene Flüssigkeit nicht in Kontakt mit einem gasförmigen oder flüssigen Medium kommt

3.4

Tiefziehen

Formung von Gefäßteilen aus einer flachen Form in eine dreidimensionale Form mittels einer Presse und Werkzeugen, wobei Material weder entfernt noch zugegeben wird

3.5

Membrane

flexible und/oder elastische Trennwand, die im Gefäß gasdicht befestigt wird und das Gefäß in einen Wasser- und einen Gasraum unterteilt

3.6

experimentelle Prüfung

jede Prüfung, die anstelle der Berechnung eines Gefäßteiles oder des gesamten Gefäßes im Rahmen der experimentellen Auslegungsmethode durchgeführt wird

3.7

Prüfzeugnis

Dokument nach EN 10204:2004

3.8

Verbindungsgruppe

Schweißverbindungen, die durch ein bestimmtes Dokument der Schweißverfahrenszulassung erfasst werden

3.9

Gefäßfamilie

Gefäße gehören zu einer Gefäßfamilie, wenn sie ähnliche geometrische Proportionen und dieselbe Konstruktion aufweisen und unter die Gültigkeit einer Schweißverfahrenszulassung fallen

3.10

Frischwasser

Wasser aus einem Versorgungssystem (Wasserleitung, Brunnen usw.), das bis auf eventuelle Hygienemaßnahmen unbehandelt ist und einen natürlichen Sauerstoffgehalt aufweist

4 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Symbole und Einheiten der Normen EN 13445-1:2002, EN 13445-2:2002, EN 13445-3:2002, EN 13445-4:2002 und EN 13445-5:2002, EN 764-1:2004 und EN 764-2:2002 sowie die folgenden Symbole und Einheiten.

Weitere in bestimmten Abschnitten dieser Europäischen Norm verwendete Symbole sind dort aufgeführt.

Symbol	Benennung	Einheit
A	Fläche	mm^2
A	Bruchdehnung	%
d, D	Durchmesser	mm
e	Dicke	mm
f	Berechnungsnennspannung für Auslegungsbedingungen	MPa oder N/mm^2
f_{test}	Berechnungsnennspannung für Prüfbedingungen	MPa oder N/mm^2
l	Länge	mm
p	Auslegungsdruck	bar, MPa oder N/mm^2 ¹⁾
PS	maximal zulässiger Druck	bar, MPa oder N/mm^2 ¹⁾

¹⁾ MPa oder N/mm^2 nur für Berechnungen.

Symbol	Benennung	Einheit
PT	Prüfdruck	bar, MPa oder N/mm ² ¹⁾
r, R	Radius	mm
R_e	Streckgrenze	MPa oder N/mm ²
R_{eH}	obere Streckgrenze	MPa oder N/mm ²
R_m	Zugfestigkeit	MPa oder N/mm ²
$R_{m/t}$	Zugfestigkeit bei Temperatur t °C	MPa oder N/mm ²
$R_{p\,0,2/t}$	0,2 %-Dehngrenze bei Temperatur t °C	MPa oder N/mm ²
$R_{p\,1,0/t}$	1,0 %-Dehngrenze bei Temperatur t °C	MPa oder N/mm ²
TS	Temperatur	°C
t_c	Berechnungstemperatur	°C
t_t	Prüftemperatur	°C
V	Volumen, Fassungsvermögen	m ³ , L, (l)
z	Schweißnahtfaktor	[-]

Die Einheit bar ist für die Anwendung der allgemeinen Terminologie erforderlich und dementsprechend auf Typschildern, Bescheinigungen, Zeichnungen, Druckmessgeräten und Messeinrichtungen zu verwenden.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Die Einteilung nach Tabelle 1 basiert auf Werkstoffen, die den Festlegungen für die Stahlgruppen 1, 1.1 und 8.1 nach EN 13445-2:2002 entsprechen.

Tabelle 1 — Festlegung der Stahlgruppen (CEN ISO/TR 15608:2005)

Gruppe/ Untergruppe	Stahlsorte																								
1	Stähle mit einer Mindest-Streckgrenze $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$^a und folgenden Analysenwerten in % (Schmelzenanalyse): <table><tr><td>C</td><td>$\leq 0,25$</td><td>Cu</td><td>$\leq 0,40^b$</td></tr><tr><td>Si</td><td>$\leq 0,60$</td><td>Ni</td><td>$\leq 0,5^b$</td></tr><tr><td>Mn</td><td>$\leq 1,70$</td><td>Cr</td><td>$\leq 0,3$ (0,4 für Gussstücke)^b</td></tr><tr><td>Mo</td><td>$\leq 0,70$</td><td>Nb</td><td>$\leq 0,05$</td></tr><tr><td>S</td><td>$\leq 0,045$</td><td>V</td><td>$\leq 0,12^b$</td></tr><tr><td>P</td><td>$\leq 0,045$</td><td>Ti</td><td>$\leq 0,05$</td></tr></table>	C	$\leq 0,25$	Cu	$\leq 0,40^b$	Si	$\leq 0,60$	Ni	$\leq 0,5^b$	Mn	$\leq 1,70$	Cr	$\leq 0,3$ (0,4 für Gussstücke) ^b	Mo	$\leq 0,70$	Nb	$\leq 0,05$	S	$\leq 0,045$	V	$\leq 0,12^b$	P	$\leq 0,045$	Ti	$\leq 0,05$
C	$\leq 0,25$	Cu	$\leq 0,40^b$																						
Si	$\leq 0,60$	Ni	$\leq 0,5^b$																						
Mn	$\leq 1,70$	Cr	$\leq 0,3$ (0,4 für Gussstücke) ^b																						
Mo	$\leq 0,70$	Nb	$\leq 0,05$																						
S	$\leq 0,045$	V	$\leq 0,12^b$																						
P	$\leq 0,045$	Ti	$\leq 0,05$																						
1.1	Stähle mit einer Mindest-Streckgrenze $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$ und einer chemischen Zusammensetzung nach 1																								
8.1	Austenitische nichtrostende Stähle mit $\text{Cr} \leq 19 \%$ (Gehalt in der Stahlbezeichnung)																								

^a Nach der Festlegung in den Werkstoffnormen kann R_{eH} durch $R_p 0,2$ oder $R_t 0,5$ ersetzt werden.

^b Ein höherer Wert ist zulässig, sofern $\text{Cr} + \text{Mo} + \text{Ni} + \text{Cu} + \text{V} \leq 0,75 \%$.

Für eine vollständige Übersicht der Stahlsorten, die zu den vorgenannten Stahlgruppen gehören, wird auf EN 13445-2:2002 verwiesen.

5.2 Werkstoffe, deren Eignung durch Erfahrung oder allgemeine Anwendung nachgewiesen ist

Die folgenden Werkstoffe erfüllen nicht alle Anforderungen der Stahlgruppen 1, 1.1, 8.1, dürfen jedoch für diese Produktarten unter der Voraussetzung verwendet werden, dass eine hinreichende Duktilität des Werkstoffes nach dem Umformen im Einsatz nachgewiesen wurde.

- EN 10025-2²⁾ Stahlsorten S 235 J2, S 235 JR.
- EN 10130³⁾ Stahlsorten Dc01, Dc03, Dc04.
- EN 10111³⁾ Stahlsorten DD11, DD12, DD13, DD14.

5.3 Verbindungselemente

Verbindungselemente (Schrauben, Bolzen und Muttern) dürfen nicht aus Automatenstählen hergestellt sein. Die verwendeten Stähle müssen eine Bruchdehnung A von mindestens 14 % aufweisen.

Bolzen und Schrauben nach EN ISO 898-1:1999 der Festigkeitsklassen 5.6 oder 8.8 und Muttern nach ISO 898-2:1998 der Festigkeitsklassen 5 oder 8 mit einer Mindest-Bruchdehnung von 12 % werden als geeignet angesehen.

Es wird auch auf EN 10269:1999 verwiesen.

5.4 Nicht drucktragende Teile

Für an druckbeaufschlagte Gefäße angeschweißte, nicht drucktragende Teile sind Werkstoffe zu verwenden, die auf der Grundlage von Werkstoffspezifikationen geliefert werden, die zumindest die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und die Zugfestigkeit erfüllen. Diese Werkstoffe dürfen das Betriebsverhalten des Werkstoffes, mit dem sie verbunden werden, nicht beeinträchtigen.

6 Konstruktion und Berechnung

6.1 Konstruktion

6.1.1 Anforderungen an die Membrane

Scharfe Ecken und Kanten (Rillen, Schweißraupen usw.) sind an den Stellen des Gefäßinnenraumes unzulässig, die mit der Membrane in Berührung kommen.

In das Gefäß reichende Teile, die zu einer Beschädigung der Membrane führen können, sind nicht zulässig.

Örtliche Wölbungen der Innenfläche sind nur zulässig, wenn die maximal mögliche lineare Dehnung der in die Wölbung gepressten Membrane nicht mehr als 10 % der Bruchdehnung des Membranenwerkstoffes beträgt.

Öffnungen in der Gefäßwand müssen so ausgeführt sein, dass die Membrane nicht durch Kontakt mit der Öffnung beschädigt werden kann.

Die Fugengröße bei Überlappstößen darf an keiner Stelle die doppelte Membranendicke übersteigen.

²⁾ Siehe 6.3.2.5.

³⁾ Eingeschränkte Verwendung, siehe 6.2.

Die Abmessungen von Gefäß und Membrane sind so aufeinander abzustimmen, dass sichergestellt ist, dass die Membrane in keinem Betriebszustand bis zur Beschädigung gedehnt werden kann.

6.1.2 Anforderungen an den Einsatz in Frischwassersystemen

Metallteile, die während des normalen Gefäßbetriebes in Kontakt mit Wasser kommen, müssen aus nicht-rostendem Stahl gefertigt und korrosionsbeständig sein, oder über einen entsprechenden Korrosionsschutz verfügen.

6.1.3 Außenflächen

Das Gefäß und seine Außenteile sind so zu gestalten, dass Beschädigungen vermieden werden (z. B. durch Grate und scharfe Kanten). Gefäße aus unlegiertem Stahl müssen vor äußeren Korrosionseinflüssen geschützt werden.

6.1.4 Prüföffnungen

6.1.4.1 Gefäße mit nicht austauschbaren Membranen brauchen keine Öffnungen aufzuweisen.

6.1.4.2 Gefäße mit austauschbaren Membranen müssen eine ausreichend große Öffnung aufweisen, damit die Membrane gewechselt werden kann. Diese Öffnung dient auch zu Prüfzwecken.

6.1.4.3 Gefäße mit austauschbaren Membranen mit zusätzlichen Zwischenräumen müssen eine Prüföffnung mit einem Innendurchmesser von ≥ 30 mm in dem zusätzlichen Zwischenraum aufweisen, damit das Gefäß innen geprüft werden kann.

6.1.5 Anschlüsse

6.1.5.1 Die Mindestgröße der Wasseranschlüsse muss den Festlegungen in Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2 — Mindestgröße der Wasseranschlüsse

Gefäßvolumen L	Anschluss
$V \leq 12$	DN 12 (0,375")
$12 < V \leq 25$	DN 15 (0,5")
$25 < V \leq 600$	DN 20 (0,75")
$600 < V \leq 1\,000$	DN 25 (1")
$1\,000 < V \leq 2\,000$	DN 32 (1,25")
$2\,000 < V$	DN 40 (1,5")

ANMERKUNG Bei Gefäßen in Frischwassersystemen können größere Anschlüsse erforderlich sein, dies ist abhängig von der Durchflussmenge.

6.1.5.2 Falls der Wasseranschluss mit einem Sieb beliebiger Art versehen ist, muss sein gesamter freier Querschnitt mindestens gleich dem freien Querschnitt des Anschlussrohres nach den Festlegungen in 6.1.5.1 sein.

6.1.6 Klemmverbindung

Gefäße mit Klemmverbindungen müssen bei Volumen/Drücken verwendet werden, bei denen die experimentelle Auslegungsmethode zur Ermittlung der Mindestwanddicke eingesetzt wird. Diese Europäische Norm enthält daher kein Berechnungsverfahren für diese Gefäße.

Im Rahmen einer Bauartzulassung müssen in Abweichung von 6.2.2 mindestens 6 Gefäße nach 6.2.3 bzw. 6.2.4 geprüft werden.

Bei unterschiedlichen Gefäßgrößen innerhalb einer Familie müssen mindestens 2 Gefäße je Gefäßgröße nach 6.2.3 bzw. 6.2.4 geprüft werden, wenn $PS \times V \leq 1\,000 \text{ bar} \times L$.

Bei unterschiedlichen Gefäßgrößen innerhalb einer Familie muss mindestens 1 Gefäß je Gefäßgröße nach 6.2.3 bzw. 6.2.4 geprüft werden, wenn $1\,000 \text{ bar} \times L < PS \times V < 6\,000 \text{ bar} \times L$.

Umfangsmessungen müssen im zylindrischen Teil des Gefäßes ober- und unterhalb der Klemmverbindung durchgeführt werden. Die maximal zulässige bleibende Verformung darf nicht mehr als 1 % betragen (siehe 6.2.3 und 6.2.4).

ANMERKUNG Die Angabe von Maßen oder physikalischen Eigenschaften ist aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Ausführungen und Konstruktionen dieser Verbindungsarten nicht möglich.

6.1.7 Volumentoleranz der Gefäße

Das tatsächliche Gefäßvolumen ohne die Membrane muss mindestens 95 % des vom Hersteller angegebenen (Nenn-)Volumens betragen.

6.1.8 Ermüdung

Ausdehnungsgefäße nach dieser Europäischen Norm werden unter solchen Bedingungen betrieben, dass keine wesentliche Ermüdungsbeanspruchung auftritt.

6.1.9 Belastungen

Ausdehnungsgefäße sind üblicherweise in Gebäuden angebracht, äußere Belastungen sind daher nicht von Bedeutung. Bei Gefäßen, bei denen das Gewicht oder die Druckhöhe des Fluids berücksichtigt werden muss, sollte auf EN 13445-3:2002 verwiesen werden. Das Gleiche gilt, wenn in den Anforderungen an das Gefäß Bedingungen festgelegt sind, die zu besonderen Belastungen führen (z. B. Belastungen durch Erdbeben).

6.2 Experimentelle Auslegungsmethode

6.2.1 Allgemeines

Die Ermittlung der geeigneten Wanddicke kann bei Gefäßen mit $PS \times V < 6\,000 \text{ bar} \times L$ durch die experimentelle Auslegungsmethode erfolgen.

Die Stahlsorten Dc01, Dc03 und Dc04 nach EN 10130 sowie die Stahlsorten DD11, DD12, DD13 und DD14 nach EN 10111 dürfen nach der Festlegung in 5.2 nur verwendet werden, wenn die Konstruktion nach der experimentellen Auslegungsmethode in diesem Abschnitt geprüft wird. Da diese Stahlsorten für Tiefziehverfahren bestimmt sind, eignen sich die in den jeweiligen Normen festgelegten mechanischen Werte nicht für das Berechnungsverfahren nach 6.3.

Die Mindestwanddicke darf an keiner Stelle weniger als 0,8 mm betragen.

6.2.2 Vorbereitung

Die experimentelle Prüfung wird bei der Gefäßgröße innerhalb einer Familie durchgeführt, bei der unter Druck die schlechtesten Ergebnisse auftreten (üblicherweise bei Gefäßen mit dem größten Durchmesser).

Gefäße, die der Prüfung unterzogen werden, müssen der üblichen Produktion entsprechen, jedoch mit der Ausnahme, dass sie keine komplette Membrane enthalten dürfen.

Falls aus fertigungstechnischen Gründen die gesamte Membrane in das Gefäß eingebaut werden muss, sind in die Membrane Löcher zu schneiden, um sicherzustellen, dass sich auf beiden Seiten der Membrane Wasser befindet, sodass Undichtheiten ungeachtet ihrer Position zur Membrane sichtbar werden.

Besteht das ausgewählte Gefäß die Prüfung nicht, müssen zwei weitere Gefäße derselben Größe derselben Prüfung unterzogen werden. Die Konstruktion ist nur dann zulässig, wenn nun beide Gefäße die Prüfung bestehen. Das für die Prüfung verwendete Wasser muss Raumtemperatur haben. Die bleibende Verformung (Dehnung des Mantels) muss über den kleinsten Gefäßumfang gemessen werden.

Ein Prüfbericht muss erstellt werden, der alle notwendigen Informationen enthält, um den Prüfergebnissen Gültigkeit zu verleihen, einschließlich der Werkstoffbescheinigungen für die wichtigsten Teile des Gefäßes.

6.2.3 Gefäße mit $PS \times V \leq 1\,000 \text{ bar} \times L$

Die zu prüfenden Gefäße müssen vollständig mit Wasser gefüllt werden und anschließend mit einem Druck bis zu $2 \times PS \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \% \right)$ beaufschlagt werden, wobei dieser Druck 5 min gehalten wird. Während dieser Zeit dürfen keine Leckagen auftreten. Die bleibende Verformung darf nicht mehr als 1 % betragen.

6.2.4 Gefäße mit $1\,000 \text{ bar} \times L < PS \times V < 6\,000 \text{ bar} \times L$

Die zu prüfenden Gefäße müssen vollständig mit Wasser gefüllt werden und anschließend mit einem Druck bis zu $3 \times PS \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \% \right)$ beaufschlagt werden, wobei dieser Druck 5 min gehalten wird. Während dieser Zeit dürfen keine Leckagen auftreten. Die bleibende Verformung darf nicht mehr als 1 % betragen.

6.2.5 Gefäßteile und Bauteile

Bei Anwendung der experimentellen Auslegungsmethode für drucktragende Gefäßteile und Bauteile müssen diese einer experimentellen Prüfung bei $3 \times PS \left(\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \% \right)$ unterzogen werden, wobei dieser Druck 5 min gehalten wird. Während dieser Zeit dürfen keine Leckagen auftreten.

6.3 Berechnungsverfahren

6.3.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt behandelt die Berechnung der üblicherweise für Ausdehnungsgefäße verwendeten Bauteile.

Für Fälle, die durch diesen Abschnitt nicht abgedeckt sind, sollte auf EN 13445-3:2002 verwiesen werden.

6.3.2 Symbole

6.3.2.1 Allgemeines

Für allgemeine Symbole sollte auf Abschnitt 4 verwiesen werden. Symbole, die nur in bestimmten Abschnitten verwendet werden, sind am Beginn des jeweiligen Abschnittes aufgeführt.

6.3.2.2 Auslegungsdruck

Der Auslegungsdruck p wird vom Gefäßhersteller bestimmt und darf nicht niedriger als PS sein.

6.3.2.3 Berechnungstemperatur

Die für die Berechnung des Gefäßes einzusetzende Temperatur t_c muss vom Gefäßhersteller innerhalb der Grenzwerte $-10\text{ °C}/+110\text{ °C}$ bestimmt werden. Sie darf nicht niedriger als die Auslegungstemperatur sein.

ANMERKUNG Der obere Grenzwert von 110 °C ist nur aus rein rechnerischen Gründen festgelegt. Er ist für den Gefäßbetrieb nicht relevant, da bis auf sehr spezielle Gummiwerkstoffe die Membrane im Gefäß nicht bei Temperaturen über 70 °C betrieben werden darf.

6.3.2.4 Berechnungsnennspannungen

Andere als austenitische Stähle

$$f = \text{MIN} \left(\frac{R_{p0,2/t}}{1,5}; \frac{R_{m/20}}{2,4} \right) \quad (1)$$

Wenn $R_{p0,2/t}$ in der Werkstoffnorm nicht festgelegt ist, $f = \frac{R_{m/20}}{2,8}$

Austenitische Stähle mit $A \geq 30 \%$

$$f = \frac{R_{p1,0/t}}{1,5} \quad (2)$$

Austenitische Stähle mit $A \geq 35 \%$

$$f = \frac{R_{p1,0/t}}{1,5} \text{ oder } \text{MIN} \left(\frac{R_{p1,0/t}}{1,2}; \frac{R_{m/t}}{3} \right) \quad (3)$$

6.3.2.5 Schweißnahtfaktor

Der Schweißnahtfaktor muss vom Hersteller gewählt werden:

$z = 1$ ZfP an jedem Gefäß;

$z = 0,85$ Punktweise ZfP;

$z = 0,7$ nur Sichtprüfung.

6.3.2.6 Zuschläge

6.3.2.6.1 Zuschläge zur Berücksichtigung der Waddickenunterschreitung und Fertigungstoleranzen

Bei ferritischen Stählen ist als Grenzabmaß für die Waddicke, das nach den einschlägigen Maßnormen zulässige untere Grenzabmaß für das fertige Bauteil in die Berechnung einzusetzen.

Bedingt der Fertigungsprozess Waddickenminderungen, muss die erforderliche Mindestwaddicke in der Zeichnung vermerkt werden.

6.3.2.6.2 Korrosionszuschläge

In dieser Europäischen Norm werden keine Korrosionszuschläge angegeben.

ANMERKUNG Das Wasser in üblichen Heizungssystemen wird nicht als korrosionsbildend angesehen. Die Metallteile von Gefäßen in Trinkwassersystemen müssen mit Korrosionsschutz versehen sein (siehe 6.1.2).

6.3.3 Zylinder- und Kugelschalen unter Innendruck

6.3.3.1 Besondere Symbole

D_e Außendurchmesser der Schale

e erforderliche Wanddicke der Schale

6.3.3.2 Zylinderschalen

Die erforderliche Wanddicke e wird bestimmt durch

$$e = \frac{p \cdot D_e}{2f \cdot z + p} \quad (4)$$

6.3.3.3 Kugelschalen

Die erforderliche Wanddicke e wird bestimmt durch

$$e = \frac{p \cdot D_e}{4f \cdot z + p} \quad (5)$$

6.3.4 Gewölbte Böden unter Innendruck

6.3.4.1 Allgemeines

Diese Berechnungsregeln gelten für gewölbte Böden in torisphärischer, elliptischer und Halbkugelform, ungeschweißt (d. h. aus einem Stück aus Blech gefertigt).

6.3.4.2 Besondere Symbole

β Funktion von e/R und r/D_i für torisphärische Böden nach Bild 2;

e erforderliche Wanddicke der Krempe;

D_e Außendurchmesser des Bodens;

D_i Innendurchmesser des Bodens;

h_i Innenhöhe des elliptischen Bodens;

$K = D_i/l (2h_i)$, Formfaktor für einen elliptischen Boden;

R Kugelinnenradius im Mittelbereich des torisphärischen Bodens;

r Innenradius der Krempe.

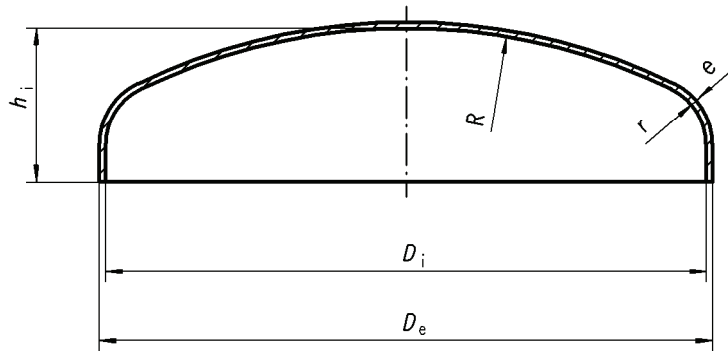


Bild 1 — Gewölbter Boden

6.3.4.3 Halbkugelböden

Die erforderliche Dicke eines Halbkugelbodens ergibt sich aus Gleichung (5).

6.3.4.4 Torisphärische Böden

Ein torisphärischer Boden besteht aus einer Kugelkalotte, einer torusförmigen Krempe und einer zylindrischen Schale. Die drei Teile haben an den Berührungslinien gemeinsame Tangenten.

Die nachstehenden Regeln gelten nur für Böden, die die folgenden Bedingungen erfüllen:

- a) $r \leq 0,2 D_i$;
- b) $r \geq 0,06 D_i$;
- c) $r \geq 2 e$;
- d) $e \leq 0,08 D_e$;
- e) $e > 0,005 D_i$ (falls diese Bedingung nicht erfüllt wird, muss e zusätzlich auf plastisches Beulen überprüft werden, siehe EN 13445-3);
- f) $R \leq D_e$.

Die erforderliche Wanddicke e ergibt sich aus

$$e = \frac{\beta \cdot p \cdot (0,75 \cdot R + 0,2 \cdot D_i)}{f} \quad (6)$$

$$e = \frac{p \cdot R}{2f \cdot z - 0,5p} \quad (7)$$

wobei der jeweils höhere Wert gilt.

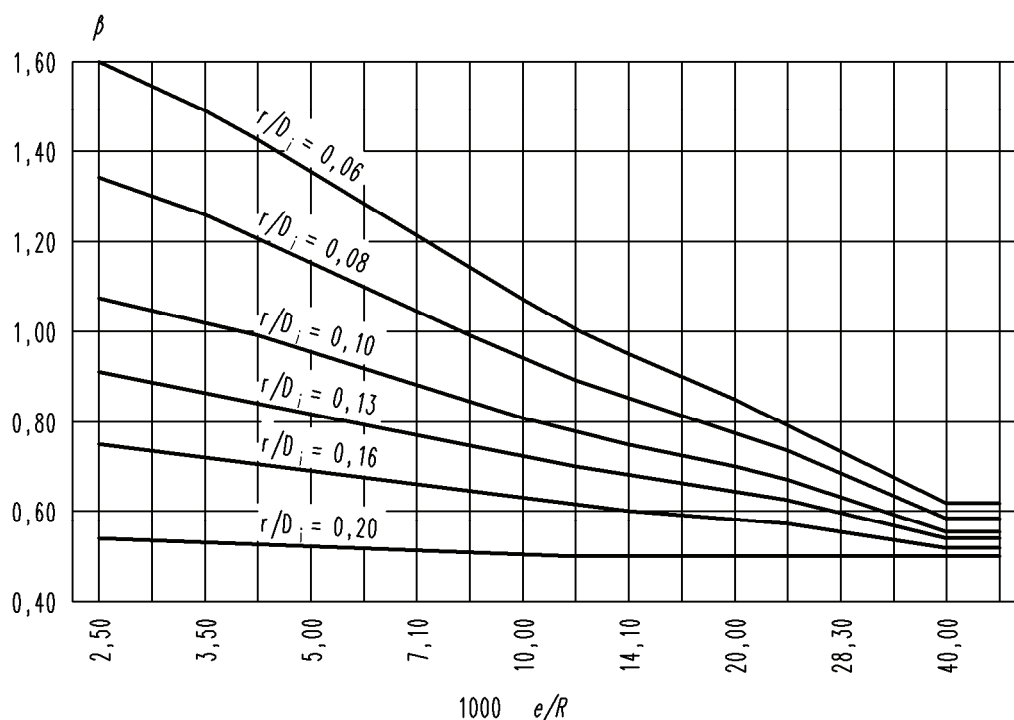


Bild 2 — Auslegung von torisphärischen Böden (Berechnungsbeiwert β)

6.3.4.5 Elliptische Böden

Ein elliptischer Boden wird mit einer elliptischen Vollform gefertigt.

Diese Regeln gelten nur für Böden mit $1,7 < K < 2,2$.

Elliptische Böden müssen wie nominell äquivalente torisphärische Böden berechnet werden mit:

$$r / D_i = 0,5 / K - 0,08 \quad (8)$$

$$R / D_i = 0,44 \cdot K + 0,02 \quad (9)$$

6.3.4.6 Stutzen im Krepfenbereich

Für die Berechnung von Stutzen im Krepfenbereich, siehe EN 13445-3.

6.3.5 Ausschnitte in Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbten Böden

6.3.5.1 Allgemeines

Das Berechnungsverfahren in diesem Abschnitt gilt für Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbte Böden mit kreisrunden Ausschnitten. Es gilt nicht für benachbarte Ausschnitte, elliptische oder länglich runde Ausschnitte, schräg angeordnete Stutzen oder Ausschnitte in der Nähe von Störstellen (z. B. Schweißnähte). Dazu sollte auf EN 13445-3:2002 verwiesen werden.

Zylinderschalen, Kugelschalen und gewölbte Böden mit Ausschnitt müssen ausreichend verstärkt werden. Der verstärkte Bereich einer Schale mit Ausschnitt kann nicht direkt berechnet werden, sondern muss zunächst geschätzt werden. Dieser angenommene Wert muss überprüft werden. Ist das Ergebnis der Überprüfung nicht ausreichend, muss die Berechnung mit einem abgeänderten Annahmewert wiederholt werden. Stützen, Verstärkungsringe und Verstärkungsscheiben können nur dann als Ausschnittverstärkungen gelten, wenn sie mit entsprechenden Schweißnähten mit der Schale verbunden sind. Sie können zusammen oder einzeln verwendet werden. Eine Verstärkung muss in allen Ebenen durch die Achse des Ausschnitts oder Stützens ausreichend bemessen sein.

Dieser Unterabschnitt gilt nicht für eine Verstärkung durch Erhöhung der Wanddicke eines Stützens und/oder der Schale.

6.3.5.2 Symbole und Einheiten

a	Abstand zwischen dem Ausschnittmittelpunkt und der Außenkante eines Stützens oder Ringes, gemessen entlang der mittleren Schalenlaibung für den die Verstärkung eines Ausschnitts berechnet werden muss; falls kein Stutzen oder Ring vorhanden ist, ist a der Abstand zwischen der Mitte und der Innenkante des Ausschnitts	mm
Af	spannungsbeanspruchte Querschnittsfläche, die als Verstärkung wirkt	mm ²
Af_b	Af des Stützens	mm ²
Af_p	Af der Verstärkungsscheibe	mm ²
Af_r	Af des Verstärkungsringes	mm ²
Af_s	Af der Schalenwand (Grundkörper)	mm ²
Ap	druckbeanspruchte Fläche	mm ²
Ap_s	Ap der Schale (Grundkörper)	mm ²
Ap_b	Ap des Stützens	mm ²
Ap_r	Ap des Verstärkungsringes	mm ²
d	Durchmesser (oder maximale Breite) des Ausschnitts oder Innendurchmesser eines Stützens	mm
d_e	Außendurchmesser	mm
d_{eb}	d_e des Stützens	mm
d_{ep}	d_e der Verstärkungsscheibe	mm
d_{er}	d_e des Verstärkungsringes	mm
d_i	Innendurchmesser	mm
d_{ib}	d_i des Stützens (d des Einschweißstützens)	mm
d_{ip}	d_i der Verstärkungsscheibe	mm
d_{ir}	d_i des Verstärkungsringes	mm
D_e	Außendurchmesser einer Zylinder- oder Kugelschale im Ausschnittmittelpunkt	mm
D_i	Innendurchmesser einer Zylinder- oder Kugelschale im Ausschnittmittelpunkt	mm
e_b	erforderliche Wanddicke eines Stützens (oder mittlere Wanddicke über die Länge l_{bo} oder l_{bo})	mm
$e_{a, b}$	Berechnungswanddicke eines zur Verstärkung dienenden Stützens	mm
e_p	erforderliche Wanddicke einer Verstärkungsscheibe	mm
$e_{a, p}$	Berechnungswanddicke einer Verstärkungsscheibe zur Verstärkungsberechnung	mm