

DIN EN 14359

ICS 23.100.99

Ersatz für
DIN EN 14359:2007-02**Hydrospeicher für Hydraulikanwendungen;
Deutsche Fassung EN 14359:2006+A1:2010**Gas-loaded accumulators for fluid power applications;
German version EN 14359:2006+A1:2010Accumulateurs hydropneumatiques pour transmissions hydrauliques;
Version allemande EN 14359:2006+A1:2010

Gesamtumfang 96 Seiten

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14359:2006+A1:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-05 AA „Druckbehälter“ im Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Für die in diesem Dokument zitierte Internationale Norm wird im Folgenden auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen:

ISO 262 siehe DIN ISO 262

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14359:2007-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung des Anhang E;
- b) Aktualisierung des Anhang F;
- c) Aktualisierung des Anhang I.

Frühere Ausgaben

DIN EN 14359: 2007-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 262, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Auswahlreihen für Schrauben, Bolzen und Muttern*

Deutsche Fassung

Hydrospeicher für Hydraulikanwendungen

Gas-loaded accumulators for fluid power applications

Accumulateurs hydropneumatiques pour transmissions
hydrauliques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. September 2006 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 16. November 2010 vom CEN angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim 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, 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, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole, Einheiten und Abkürzungen	8
3.2.1 Allgemeines	8
3.2.2 Zusammenhang zwischen den Festlegungen der Wanddicken	9
4 Werkstoffe	10
4.1 Anforderungen an metallische Werkstoffe	10
4.2 Werkstoff-Prüfbescheinigungen für Bauteile der drucktragenden Hülle	10
5 Grundausslegung und Berechnungskriterien	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Korrosion	10
5.3 Auslegung durch Ähnlichkeitsbetrachtung	10
5.4 Auslegungsverfahren	11
5.4.1 Allgemeines	11
5.4.2 Allgemeine Symbole, Einheiten und Benennungen	12
5.4.3 Maximal zulässige Werte der Berechnungsnennspannung für druckbeaufschlagte Teile	12
5.5 Auslegungs- und Berechnungsverfahren für alle Arten von Hydrospeichern	13
5.5.1 Allgemeines	13
5.5.2 Zusätzliche Definitionen	13
5.5.3 Zylinderschalen	13
5.5.4 Gewölbte Böden unter Innendruck	14
5.5.5 Isolierte Öffnungen und Stützen in Kugelschalen und kugelförmigen Mittelteilen von gewölbten Böden	16
5.5.6 Gewindeberechnung	21
5.6 Zusätzliche Auslegungskriterien für Kolbenspeicher	23
5.6.1 Geschraubte Deckel	23
5.6.2 Deckel mit Zugankerbefestigung	28
5.6.3 Deckelbefestigung mit zweiteiligem Einlegering (Split-Ring)	29
5.7 Zusätzliche Auslegungskriterien für Membranspeicher	33
5.7.1 Allgemeines	33
5.7.2 Zweiteilige Schraubausführung des Mantels	34
5.7.3 Dreiteilige Schraubausführung des Mantels	36
5.7.4 Gasfüllöffnungen	39
5.8 Zusätzliche Auslegungskriterien für die Öleintrittsöffnungen von Blasenspeichern	40
5.8.1 Allgemeines	40
5.8.2 Konstruktion und Berechnung der Öleintrittsöffnung	41
6 Herstellung	43
6.1 Allgemeines	43
6.2 Besondere Herstellungsverfahren für geschweißte Membranspeicher	43
6.2.1 Allgemeines	43
6.2.2 Anforderungen für die Verwendung von bleibenden Schweißunterlagen	43
6.2.3 Elektronen- und Laserstrahlschweißen	44
6.2.4 Geschweißte Anschlussstücke	44
6.2.5 Wärmebehandlung	44
6.2.6 Anerkennung von besonderen Schweißverfahren	45
6.2.7 Qualifizierung der Schweißanweisungen	45
6.2.8 Überprüfung und Anwendung von Schweißanweisungen bei Schweißmaschinen	45
6.3 Herstellung von Blasenspeicherkörpern	45

	Seite
6.3.1 Herstellverfahren	45
6.3.2 Wärmebehandlung	45
6.3.3 Überprüfung der mechanischen Eigenschaften	46
6.3.4 Sichtprüfung und Ultraschallprüfung	47
7 Inspektionen und Prüfungen	48
7.1 Allgemeines	48
7.2 Technische Dokumentation	48
7.3 Bewertung und Prüfung der Konstruktion	48
7.4 Fertigungsprüfung	49
7.5 Hydrostatische Druckprüfung	49
7.6 Ermüdungsfestigkeitsprüfung	49
7.6.1 Allgemeines	49
7.6.2 Allgemeine Symbole und Einheiten	50
7.6.3 Prüfausrüstung und Vorbereitung	51
7.6.4 Genauigkeit	51
7.6.5 Prüfbedingungen und Verfahren	51
7.6.6 Vorgehensweise bei der Bewertung und Interpretation der Ergebnisse von Ermüdungsversuchen unter Verwendung der Steigung einer Lastwechselkurve (Wöhlerkurve) und einer Ausfallwahrscheinlichkeit	53
7.6.7 Bewertung der Ermüdungsfestigkeit von Gasdruckspeichern — Verfahren mit Sicherheitsfaktor	59
7.7 Kennzeichnung und Etikettierung	66
7.7.1 Allgemeines	66
7.7.2 Verfahren bei der Kennzeichnung	67
7.7.3 Inhalt der Kennzeichnung	67
7.7.4 Informative Kennzeichnung	67
7.8 Dokumentation	68
7.8.1 Allgemeines	68
7.8.2 Aufzeichnungen zum Herstellverfahren	68
8 Sicherheitsbestimmungen und -ausrüstungen für Hydrospeicher	68
8.1 Einleitung	68
8.2 Sicherheitsausrüstung	69
8.2.1 Allgemeines	69
8.2.2 Druckbegrenzung	69
8.2.3 Druckmessgeräte	70
8.2.4 Absperrrichtungen	70
8.2.5 Flüssigkeitsseitige Druckentlastungseinrichtungen	70
8.2.6 Gasseitige Druckentlastungseinrichtungen	71
8.3 Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme	71
8.3.1 Prüfung der Dokumentation, einschließlich der Anleitungen für die erste Inbetriebnahme, Stempelungen und CE-Kennzeichen	71
8.3.2 Prüfung der korrekten Montage	71
8.3.3 Prüfung der Sicherheitsausrüstung	71
8.4 Kontrolle und Wartung	72
Anhang A (informativ) Einteilung von Gasdruckspeichern in Kategorien entsprechend den Modulen zur Konformitätsbewertung	73
Anhang B (informativ) Tabellarische Zusammenfassung der Aktivitäten bezüglich der Module zur Konformitätsbewertung	74
Anhang C (informativ) Beispiele für die Anordnung der Sicherheitsausrüstung	75
C.1 BEISPIEL 1	75
C.2 BEISPIEL 2	76
C.3 BEISPIEL 3	77
C.4 BEISPIEL 4	78
C.5 BEISPIEL 5	79
C.6 BEISPIEL 6	80
C.7 BEISPIEL 7	81

Anhang D (informativ) Formblatt für die Konformitätserklärung des Herstellers	82
Anhang E (informativ)  Beispiel für die Anwendung des Verfahrens zur Bewertung und Interpretation von Ermüdungsversuchen an fertigen Hydrospeichern	83
E.1 Allgemeines	83
E.1.1 Allgemeines	83
E.1.2 Betrachtung einer Grundgesamtheit von Hydrospeichern mit folgenden Eigenschaften.....	83
E.1.3 Berechnung von CVM	83
E.1.4 Berechnung von M	84
E.1.5 Berechnung von CVE	84
Anhang F (informativ)  Rechenschema (Abakus)	86
Anhang G (informativ) Alternative Beziehungen für Normalverteilungen.....	90
Anhang H (informativ) Variationskoeffizienten für Gerätewerkstoffe	91
Anhang I (informativ)  Qualitätsstufe/Schweregrad von Geräten/Umgebungsbedingungen	92
I.1 Qualitätsstufe des Gerätes: k_i-Werte	92
I.2 Schweregrad der Umgebungsbedingungen: E_j-Werte.....	92
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG	93
Literaturhinweise	94

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14359:2006+A1:2010) 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 Juni 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2011 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 beinhaltet die von CEN am 2010-11-16 genehmigte Änderung 1.

Dieses Dokument ersetzt EN 14359:2006.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungsmarkierungen **A1** **A1** angezeigt.

Soweit zutreffend, stehen die Gleichungen und Verfahren im Einklang mit den Anforderungen der EN 13445-3:2002, es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Europäische Norm die grundlegenden Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG als selbstständige Norm erfüllt.

ANMERKUNG Falls hinsichtlich der Bedeutung oder des Einflusses eines normativen Teiles dieser Europäischen Norm Interpretationsfragen oder Unklarheiten auftreten oder ob etwas unternommen werden sollte oder unterlassen wurde, um eine vollständige Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm zu erreichen, muss die Angelegenheit an das Komitee CEN/TC 54 verwiesen werden.

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-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes 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, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm beschreibt die Anforderungen an Werkstoffe, Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Sicherheitssysteme und Dokumentation (einschließlich Anleitungen für die erste Inbetriebnahme) für die allgemein gebräuchlichen Bauarten von Gasdruckspeichern und Gasbehältern für hydraulische Anwendungen (siehe 1.2).

1.2 Diese Europäische Norm gilt für folgende Bauteile, die als druckbeaufschlagte Gehäuse von Gasdruckspeichern definiert sind:

- Blasenspeicher;
- Membranspeicher;
- Kolbenspeicher;
- Transferspeicher;
- Gasbehälter zur Vergrößerung des Gasvolumens.

Diese können aus einem oder mehreren Gehäuseteilen bestehen, die auf unterschiedliche Art und Weise miteinander verbunden sind, einschließlich Schweißverfahren.

1.3 Diese Europäische Norm gilt für Gasdruckspeicher, die unter folgenden Bedingungen arbeiten:

- der Innendruck ist größer als 0,5 bar;
- die Betriebstemperatur ist nicht niedriger als –50 °C und nicht höher als +200 °C;
- sie werden mit Flüssigkeiten und Gasen der Gruppe 2 betrieben, wie sie in der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG definiert sind.

Sie gilt nicht für:

- Hydrospeicher, die mit gefährlichen Fluiden betrieben werden (siehe ANMERKUNG 1).

ANMERKUNG 1 Hydrospeicher werden in Hydraulikanwendungen mit ungefährlichen Flüssigkeiten betrieben, wie sie in ISO 6743-4 definiert sind; gleichzeitig wird ein inertes Gas (z. B. Stickstoff) als Füllgas verwendet.

ANMERKUNG 2 Es gibt keine Begrenzung für das Volumen der Hydrospeicher nach dieser 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 1043-1, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Härteprüfung — Teil 1: Härteprüfung für Lichtbogenschweißverbindungen*

EN 1968:2002, *Ortsbewegliche Gasflaschen — Wiederkehrende Prüfung von nahtlosen Gasflaschen aus Stahl*

EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

EN 10045-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

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

EN 13018, *Zerstörungsfreie Prüfung — Sichtprüfung — Allgemeine Grundlagen*

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

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

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

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

EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2005)*

EN ISO 6506-2, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 2: Prüfung und Kalibrierung der Prüfmaschinen (ISO 6506-2:2005)*

EN ISO 6506-3, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 3: Kalibrierung der Härtevergleichsplatten (ISO 6506-3:2005)*

EN ISO 15614-1, *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 262, *Metrisches ISO-Gewinde allgemeiner Anwendung — Auswahlreihen für Schrauben, Bolzen und Muttern*

ISO 9110-1, *Fluidtechnik — Meßtechnik — Teil 1: Allgemeine Grundbegriffe der Meßtechnik*

ISO 9110-2, *Fluidtechnik — Meßtechnik — Teil 2: Stationäre Druckmessung in einem geschlossenen System*

ISO 10771-1, *Fluidtechnik — Prüfen des Ermüdungsdruckes druckbeaufschlagter metallischer Hüllen in hydraulischen Anwendungen — Teil 1: Prüfverfahren*

3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Gasdruckspeicher

Hydrospeicher mit einem Trennglied zwischen Flüssigkeit und Gas, in dem die Flüssigkeit durch die Kompressibilität eines inerten Gases (z. B. Stickstoff) druckbeaufschlagt wird. Das Trennglied kann eine Blase, eine Membrane oder ein Kolben sein.

Gasdruckspeicher haben Gehäuse, welche aus zylindrischen Teilen, gewölbten Böden und flachen Böden bestehen können. Die Öffnungen sind immer isoliert, axial ausgerichtet und an beiden Enden des Hydrospeichers angeordnet. Hydrospeicher sind normalerweise achssymmetrisch

3.1.2

Blasenspeicher

Gasdruckspeicher, bestehend aus einem drucktragenden Gehäuse, in dem die Flüssigkeit und das Gas durch eine flexible, sackartige Trennwand oder Blase getrennt werden, die in der Regel an einem Ende des Gehäuses befestigt ist

3.1.3

Membranspeicher

Gasdruckspeicher, bestehend aus einem drucktragenden Gehäuse, in dem die Flüssigkeit und das Gas durch eine flexible Membrane getrennt werden, die in der Regel an ihrem größten Durchmesser am Gehäuse befestigt ist

3.1.4

Kolbenspeicher

Gasdruckspeicher, bestehend aus einem zylindrischen Gehäuse mit Endkappen, in dem die Flüssigkeit und das Gas durch einen beweglichen starren Kolben getrennt werden

3.1.5

Transfer-Speicher

Gasdruckspeicher mit einer Anschlussöffnung zur Nutzung zusätzlicher Gaskapazität aus einem oder mehreren Gasbehältern

3.1.6

Gasbehälter

miteinander verbundene Druckbehälter, bestehend aus Gehäuse und, je nach der Konstruktion, Anschlussöffnungen zur Nutzung zusätzlicher Gaskapazität, die mit dem Gasraum des Speichers durch eine Rohrleitung verbunden sind

3.2 Symbole, Einheiten und Abkürzungen

3.2.1 Allgemeines

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole, Einheiten und Abkürzungen.

Tabelle 3.2-1 — Symbole, Merkmale und Einheiten

Symbol	Merkmale	Einheit
e	Erforderliche Wanddicke des Bauteils, wie durch direkte Berechnung ermittelt, oder die angenommene Wanddicke, durch indirekte Berechnung ermittelt	mm ^a
e_a	Rechnerische Wanddicke des Bauteils = $e_n - \delta_e - \delta_m - c$	mm ^a
e_n	Nennwanddicke des Bauteils, wie in den Fertigungszeichnungen angegeben	mm ^a
c	Korrosionszuschlag	mm ^a
δ_e	Absolutwert der negativen Toleranz nach der Werkstoffnorm des Bauteils	mm ^a
δ_m	Mögliche Wanddickenreduzierung während der Herstellung des Bauteils	mm ^a
N	Anzahl der Druckwechsel	
P_0	Gasfülldruck; der Gasdruck im Hydrospeicher, wenn der hydraulische Anschluss drucklos ist (Anfangszustand), bei einer Temperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$	MPa ^b
P_1	Minimaler Arbeitsdruck des hydraulischen Kreislaufes	MPa ^b
P_2	Maximaler Arbeitsdruck des hydraulischen Kreislaufes	MPa ^b
P_3	Einstelldruck des Sicherheitsventils für den Hydrospeicher, wenn ein solches installiert ist	MPa ^b
P_S	Maximal zulässiger Betriebsdruck, der Druck für den der Hydrospeicher ausgelegt und/oder durch Prüfung qualifiziert ist	MPa ^b
P_T	Prüfdruck	MPa ^b
P_2/P_0	Zulässiges Druckverhältnis, bis zu dem der Hydrospeicher betrieben werden darf	

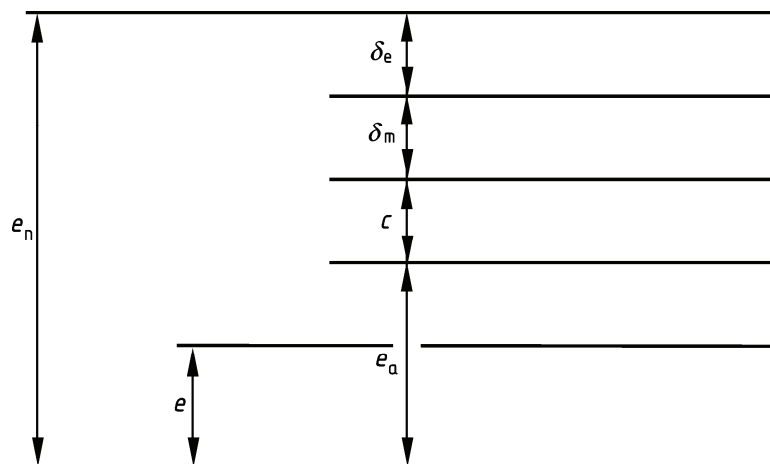
Tabelle 3.2-1 (fortgesetzt)

Symbol	Merkmale	Einheit
R_{eH}	Obere Mindest-Streckgrenze	MPa ^b
R_m	Mindest-Zugfestigkeit	MPa ^b
$R_{m/t}$	Mindest-Zugfestigkeit bei Auslegungstemperatur t °C	MPa ^b
$R_{p0,2}$	0,2 %-Mindest-Dehngrenze	MPa ^b
$R_{p0,2/t}$	0,2 %-Mindest-Dehngrenze bei Auslegungstemperatur t °C	MPa ^b
$R_{p1,0}$	1,0 %-Mindest-Dehngrenze	MPa ^b
$R_{p1,0/t}$	1,0 %-Mindest-Dehngrenze bei Auslegungstemperatur t °C	MPa ^b
TS_{min}	Minimale Betriebstemperatur des Druckmediums oder der Umgebung, je nachdem, welche gleich oder niedriger ist	°C
TS_{max}	Maximale Betriebstemperatur des Druckmediums oder der Umgebung, je nachdem, welche gleich oder höher ist	°C
V	Innenvolumen des Gasraumes	Liter
V_0	Gasvolumen beim Vorspanndruck P_0	Liter
V_1, V_2	Gasvolumen im Hydrospeicher und den Zusatzbehältern, soweit vorhanden, bei den Drücken P_1 und P_2 und deren entsprechenden Temperaturen	Liter
z	Schweißnahtfaktor	

^a Der Zusammenhang zwischen den festgelegten Wanddicken ist in Bild 3.1 dargestellt.
^b MPa nur für Berechnungszwecke, ansonsten ist bar gebräuchlich (1 MPa = 10 bar).

3.2.2 Zusammenhang zwischen den Festlegungen der Wanddicken

Der Zusammenhang zwischen den Festlegungen der Wanddicken ist in Bild 3.1 dargestellt.



Legende

- e geforderte Wanddicke
- e_n Nennwanddicke
- e_a rechnerische Wanddicke ($e_n - \delta_e - \delta_m - c$)
- c Korrosionszuschlag
- δ_e Absolutwert der negativen Toleranz nach der Werkstoffnorm des Bauteils
- δ_m mögliche Wanddickenminderung während der Herstellung des Bauteils

Bild 3.1 — Zusammenhang zwischen den Festlegungen von Wanddicken

4 Werkstoffe

4.1 Anforderungen an metallische Werkstoffe

Die drucktragende Umhüllung von Gasdruckbehältern muss konstruiert sein aus:

- harmonisierten Werkstoffen, die zur Herstellung von unbefeuerten Druckbehältern verwendet werden und die Anforderungen der EN 13445-2:2002 erfüllen;
- anderen als den in EN 13445-2:2002 festgelegten Werkstoffen, sofern für sie ein Werkstoff-Einzelgutachten erstellt wurde;
- Werkstoffe, für die eine Europäische Werkstoffzulassung nach Artikel 11 der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG vorliegt.

4.2 Werkstoff-Prüfbescheinigungen für Bauteile der drucktragenden Hülle

Bauteilen, die für die Herstellung der drucktragenden Hülle von Gasdruckspeichern der Kategorien II, III und IV nach Anhang II der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG verwendet werden, muss ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204:2004 beigegeben werden — siehe Anhang B.

5 Grundausslegung und Berechnungskriterien

5.1 Allgemeines

Die Anforderungen in Abschnitt 5 sind anzuwenden, wenn Werkstoffe und Schweißnähte durch die im Gasdruckspeicher enthaltenen Produkte oder durch die Umgebung keiner örtlichen Korrosion ausgesetzt sind.

5.2 Korrosion

Ein Korrosionszuschlag ist für Hydrospeicher nach dieser Europäischen Norm in der Regel nicht erforderlich. Falls das Risiko einer Korrosion besteht, muss ein geeigneter Oberflächenschutz und/oder Korrosionszuschlag für die betroffenen Flächen vorgesehen werden.

5.3 Auslegung durch Ähnlichkeitsbetrachtung

Hydrospeicher werden häufig in Serie hergestellt und daher ist es möglich, eine ganze Reihe Hydrospeicher auf der Grundlage der Konstruktion, Berechnung und Prüfung eines Modells aus dieser Reihe zu qualifizieren, sofern die anderen Hydrospeicher ähnlicher Bauart sind. Zwei Hydrospeicher sind ähnlich, vorausgesetzt, dass:

- sie aus dem gleichen Material von gleicher Form und gleichem Ursprung hergestellt sind;
- sie mit Ausnahme der Länge identisch sind;
- die innere Länge des zylindrischen Teils nicht kleiner als das Dreifache des Außendurchmessers ist.

Wenn die Länge des zylindrischen Teils geringer als das Dreifache des Außendurchmessers ist, muss eine detaillierte Spannungsanalyse durchgeführt werden.

5.4 Auslegungsverfahren

5.4.1 Allgemeines

Diese Europäische Norm sieht für Hydrospeicher oder ihre Komponenten Auslegungen durch Berechnungsformeln vor. Eine zufrieden stellende Anwendung solcher Berechnungsformeln allein muss für den Nachweis der Konformität mit dieser Europäischen Norm dann ausreichend sein, wenn der Hydrospeicher während seiner Lebensdauer weniger als 500 Lastwechseln zwischen P_2 und P_1 ausgesetzt ist.

Wenn der Hydrospeicher mehr als 500 Lastwechseln zwischen P_2 und P_1 ausgesetzt wird, muss der Hersteller eine Dauerfestigkeitsbewertung vornehmen, entweder durch Versuche oder durch Analysen. Diese Bewertung muss Teil der Technischen Dokumentationsakte sein.

Die Abschnitte 17 und 18 der EN 13445-3:2002 müssen als Grundlage für eine Lebensdauerberechnung verwendet werden, und 7.6 dieser Europäischen Norm legt das Verfahren zur Durchführung von Schwellbelastungsversuchen fest.

Bild 5.1 zeigt den anzuwendenden Auslegungsprozess.

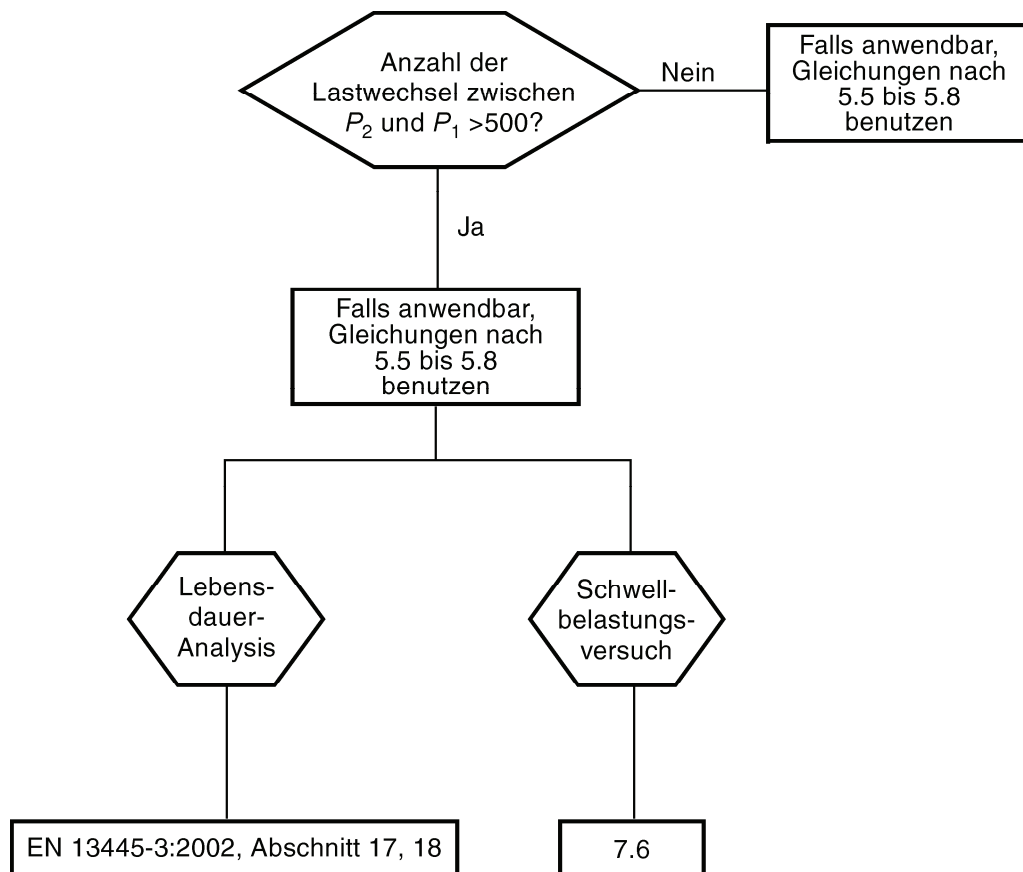


Bild 5.1 — Auslegungsverfahren

5.4.2 Allgemeine Symbole, Einheiten und Benennungen

Tabelle 5.4-1 enthält allgemeine Symbole und Einheiten. Weitere speziellere Angaben sind in den einzelnen Abschnitten enthalten.

Tabelle 5.4-1 — Allgemeine Symbole und Einheiten

Symbol	Merkmale	Einheiten
D_e	Außendurchmesser des Gehäuses	mm
D_i	Innendurchmesser des Gehäuses	mm
e_s	Erforderliche Wanddicke eines Bodens zur Begrenzung der Membranspannung im Mittelbereich des Gehäuses	mm
e_y	Zur Vermeidung von achssymmetrischem Fließen erforderliche Wanddicke der Krimpe	mm
f	Berechnungsnennspannung bei Auslegungstemperatur	MPa ^a
f_a	Berechnungsnennspannung bei Prüftemperatur	MPa ^a
f_{shear}	Berechnungsnennscherspannung bei Auslegungstemperatur = $f \times 0,8$	MPa ^a
f_{test}	Berechnungsnennspannung für Prüfbedingungen	MPa ^a
h	Innenhöhe eines gewölbten Bodens gemessen vom zylindrischen Teil an	mm
r	Innerer Krimpenradius	mm
R	Innenradius im Mittelbereich eines torisphärischen Bodens	mm

^a MPa nur für Berechnungszwecke, ansonsten ist bar gebräuchlich (1 MPa = 10 bar).

5.4.3 Maximal zulässige Werte der Berechnungsnennspannung für druckbeaufschlagte Teile

Dieser Unterabschnitt legt die maximal zulässigen Werte für die Berechnungsnennspannung von druckbeaufschlagten Teilen, ausgenommen Schrauben, und die physikalischen Eigenschaften von Stählen fest.

Die maximal zulässigen Werte der Berechnungsnennspannung bei Betriebstemperatur sind in Tabelle 5.4-2 angegeben.

Tabelle 5.4-2 — Maximal zulässige Werte der Berechnungsnennspannung für druckbeaufschlagte Teile, ausgenommen Schrauben

	Normal	Unter Prüfbedingungen
Stähle, ausgenommen austenitische Stähle mit A < 30 %	$f = \min \left(\frac{R_{p0,2/t}}{1,5}; \frac{R_{m/20}}{2,4} \right)$	$f_{\text{test}} = \frac{R_{p0,2/t_{\text{test}}}}{1,05}$
Austenitische Stähle mit 30 % < A ≤ 35 %	$f = \frac{R_{p1,0/t}}{1,5}$	$f_{\text{test}} = \frac{R_{p1,0/t_{\text{test}}}}{1,05}$
Austenitische Stähle mit A > 35 %	$f = \max \left[\left(\frac{R_{p1,0/t}}{1,5} \right); \min \left(\frac{R_{p1,0/t}}{1,2}; \frac{R_{m/t}}{3} \right) \right]$	$f_{\text{test}} = \max \left(\frac{R_{p1,0/t_{\text{test}}}}{1,05}; \frac{R_{m/t_{\text{test}}}}{2} \right)$
Gussstähle	$f = \min \left(\frac{R_{p0,2/t}}{1,9}; \frac{R_{m/20}}{3} \right)$	$f_{\text{test}} = \frac{R_{p0,2/t_{\text{test}}}}{1,33}$

ANMERKUNG Für Feinkornbaustähle und wärmebehandelte Stähle gilt nur $f = \frac{R_{p0,2/t}}{1,5}$.

5.5 Auslegungs- und Berechnungsverfahren für alle Arten von Hydrospeichern

5.5.1 Allgemeines

Für den Nachweis der Konformität mit dieser Europäischen Norm sind alle zutreffenden Gleichungen anzuwenden. Der maximal zulässige Druck PS kann für die Berechnung unter Prüfbedingungen durch den Prüfdruck PT ersetzt werden.

5.5.2 Zusätzliche Definitionen

5.5.2.1

Zylinder

kreisrunder Zylinder

5.5.2.2

torisphärischer Boden

gewölbter Boden, bestehend aus einer Kugelschale, einer torusförmigen Krempe und einem zylindrischen Mantel; die drei Teile haben an den Berührungslinien gemeinsame Tangenten

5.5.2.3

Klöpferboden

torisphärischer Boden mit $R/D_e = 1,0$ und $r/D_e = 0,1$

5.5.2.4

Korbbogenboden

torisphärischer Boden mit $R/D_e = 0,8$ und $r/D_e = 0,154$

5.5.3 Zylinderschalen

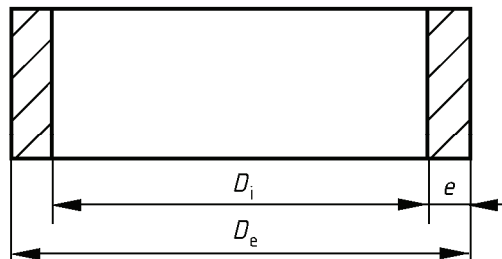


Bild 5.2 — Geometrie von Zylinderschalen

Die erforderliche Wanddicke e ergibt sich aus:

$$e = \frac{PS \cdot D_i}{2 f \cdot z - PS} \quad (5.5-1)$$

oder

$$e = \frac{PS \cdot D_e}{2 f \cdot z + PS} \quad (5.5-2)$$

Für eine vorgegebene Geometrie gilt:

$$PS = \frac{4 f \cdot z \cdot e_a}{D_e + D_i} \quad (5.5-3)$$

ANMERKUNG Die Anforderungen nach den Gleichungen 5.5-2 und 5.5-3 gelten für e/D_e nicht größer als 0,16.

5.5.4 Gewölbte Böden unter Innendruck

5.5.4.1 Halbkugel-Böden

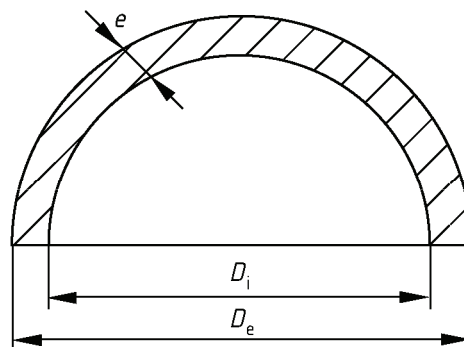


Bild 5.3 — Halbkugelboden

Die erforderliche Wanddicke e eines Halbkugel-Bodens (oder einer Kugelschale) ist nach einer der beiden nachstehenden Gleichungen zu berechnen:

$$e = \frac{PS \cdot D_i}{4 \cdot f \cdot z - PS} \quad (5.5-4)$$

oder

$$e = \frac{PS \cdot D_e}{4 \cdot f \cdot z + PS} \quad (5.5-5)$$

Die Wanddicke der Schale kann an Verbindungsstellen mit anderen Teilen wie zylindrischen Partien oder dem Torus eines torisphärischen Bodens vergrößert werden. Eine größere Wanddicke kann ebenso erforderlich sein, um eine Verstärkung an isolierten Öffnungen vorzusehen. Die Wanddicke der zylindrischen Partie bis zur Tangente muss mindestens der erforderlichen Wanddicke der Zylinderschale entsprechen.

5.5.4.2 Torisphärische Böden

5.5.4.2.1 Allgemeines

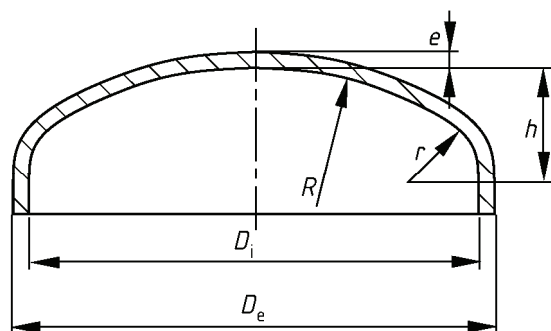


Bild 5.4 — Torisphärischer Boden

5.5.4.2.2 Geltungsbereich

Die folgenden Anforderungen sind in ihrer Anwendung auf Böden begrenzt, die alle nachstehenden Bedingungen erfüllen:

- a) $r \leq 0,2 D_i$
- b) $r \geq 0,06 D_i$
- c) $r \geq 2e$
- d) $e \leq 0,08 D_e$
- e) $e_a \geq 0,005 D_e$
- f) $R \leq D_e$

Die erforderliche Wanddicke e muss gleich dem größten Wert von e_s und e_y sein, wobei gilt:

$$e_s = \frac{PS \cdot R}{2 \cdot f \cdot z - 0,5 \cdot PS} \quad (5.5-6)$$

$$e_y = \frac{\beta \cdot PS (0,75 \cdot R + 0,2 \cdot D_i)}{f} \quad (5.5-7)$$

Dabei wird β aus den folgenden Gleichungen ermittelt:

$$Y = \min \left(\frac{e}{R}; 0,4 \right) \quad (5.5-8)$$

$$Z = \log_{10} \left(\frac{1}{Y} \right) \quad (5.5-9)$$

$$X = \frac{r}{D_i} \quad (5.5-10)$$

$$N = 1,006 - \frac{1}{6,2 + (90 \cdot Y)^4} \quad (5.5-11)$$

Für $X = 0,06$

$$\beta_{0,06} = N \left(-0,3635Z^3 + 2,2124Z^2 - 3,2937Z + 1,8873 \right)$$

Für $0,06 < X < 0,1$

$$\beta = 25 \left\{ (0,1 - X) \beta_{0,06} + (X - 0,06) \beta_{0,1} \right\}$$

Für $X = 0,1$

$$\beta_{0,1} = N \left(-0,1833Z^3 + 1,0383Z^2 - 1,2943Z + 0,837 \right)$$

Für $0,1 < X < 0,2$

$$\beta = 10 \left\{ (0,2 - X) \beta_{0,1} + (X - 0,1) \beta_{0,2} \right\}$$

Für $X = 0,2$

$$\beta_{0,2} = \max \{0,95 (0,56 - 1,94Y - 82,5Y^2); 0,5\} \quad (5.5-12)$$

ANMERKUNG β errechnet sich durch iteratives Lösen der vorstehenden Gleichungen, für welches eine Computerberechnung empfohlen wird.

5.5.4.2.3 Besondere Bedingungen für Klöpperböden

$$R = D_e$$

$$r = 0,1 D_e$$

$$h = 0,1935 D_e - 0,455 e_a$$

$$0,001 \leq \frac{e_a}{D_e} \leq 0,1 \quad (5.5-13)$$

5.5.4.2.4 Besondere Bedingungen für Korbbogenböden

$$R = 0,8 D_e$$

$$r = 0,154 D_e$$

$$h = 0,255 D_e - 0,635 e_a$$

$$0,001 \leq \frac{e_a}{D_e} \leq 0,1 \quad (5.5-14)$$

5.5.5 Isolierte Öffnungen und Stützen in Kugelschalen und kugelförmigen Mittelteilen von gewölbten Böden

5.5.5.1 Zusätzliche Symbole und Einheiten

Tabelle 5.5-1 enthält weitere zusätzliche Symbole und Einheiten.

Tabelle 5.5-1 — Zusätzliche Symbole und Einheiten

Symbol	Merkmale	Einheit
a	Abstand gemessen entlang der mittleren Wanddicke im Abschnitt, in dem die Öffnungsverstärkung berechnet werden muss, zwischen der Öffnungsmitte und der äußeren Kante eines Stützens; wenn kein Stützen vorhanden ist, ist a der Abstand zwischen der Öffnungsmitte und der inneren Kante der Öffnung	mm
A_f	Verstärkungsrelevante spannungsbeanspruchte Querschnittsfläche	mm ²
A_{fb}	A_f eines Stützens (b = Abzweig)	mm ²
A_{fs}	A_f der Mantelwand (Hauptgehäuse)	mm ²
A_{fw}	Schweißnahtfläche zwischen Stützen und Mantel (nur wenn außerhalb von Mantel- oder Stützenumriss, Kehlnaht)	mm ²
A_p	Druckbeaufschlagte Fläche	mm ²
A_{ps}	A_p des Mantels (Hauptgehäuse)	mm ²
A_{pb}	A_p eines Stützens	mm ²
d	Durchmesser (oder maximale Weite) der Öffnung, oder Innendurchmesser eines Stützens	mm
d_{eb}	Außendurchmesser eines Stützens	mm
d_{ib}	Innendurchmesser eines Stützens	mm

Tabelle 5.5-1 (fortgesetzt)

Symbol	Merkmale	Einheit
e_b	Erforderliche Wanddicke des Stutzens (oder mittlere Wanddicke innerhalb der Länge l_{bo} oder l_{bio})	mm
e_{bk}	Erforderliche Wanddicke der Krempe zur Vermeidung von plastischem Beulen	mm
e'_b	Effektive, zur Verstärkung nutzbare Wanddicke des Stutzens	mm
e'_s	Eindringlänge eines eingesetzten Stutzens mit partieller Durchdringung der Schalenwand	mm
e_y	Erforderliche Wanddicke der Krempe zur Vermeidung achsensymmetrischen Fließens	mm
f_b	f eines Stutzens	MPa ^a
f_{bk}	Berechnungsnennspannung für die Beulgleichung	MPa ^a
f_s	f des Schalenwerkstoffes (Hauptgehäuse)	MPa ^a
l_b	Sich außerhalb der Schale erstreckende Länge eines Stutzens	mm
l'_b	Effektive, zur Verstärkung nutzbare Länge eines Stutzens außerhalb der Schale	mm
l_{bi}	Stutzenlänge innerhalb der Schale	mm
l'_{bi}	Effektive, zur Verstärkung nutzbare Länge eines Stutzens innerhalb der Schale	mm
l_{bo}	Maximale, zur Verstärkung nutzbare Länge eines Stutzens außerhalb der Schale	mm
l_{bio}	Maximale, zur Verstärkung nutzbare Länge eines Stutzens innerhalb der Schale	mm
l'_s	Effektive, zur Verstärkung der Öffnung nutzbare Länge der Schale	mm
l_{so}	Maximale, zur Verstärkung der Öffnung beitragende Schalenlänge, gemessen am mittleren Krümmungsradius der Schalenwand	mm
r_{is}	Innerer Kurvenradius der Schale an der Öffnungsmitte	mm
r_{es}	Äußerer Kurvenradius der Schale an der Öffnungsmitte	mm
r_{ms}	Mittlerer Kurvenradius der Schale an der Öffnungsmitte	mm

^a MPa nur für Berechnungszwecke, ansonsten ist bar gebräuchlich (1 MPa = 10 bar).

5.5.5.2 Allgemeines

Alle Öffnungen müssen isoliert und kreisförmig mit Mittellinien koaxial zur Achse des Hydrospeichers ausgeführt sein. Für Kugelschalen und Halbkugelböden oder torisphärische Böden müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

$$\frac{d}{2 \cdot r_{is}} \leq 0,5; \frac{d}{D_e} \leq 0,6 \quad (5.5-15)$$

ANMERKUNG Verstärkung ist nur durch Erhöhung der Wanddicke der Schale und/oder eines Stutzens zulässig. Stutzen können „aufgesetzt“ oder „eingesetzt“ sein (siehe Bilder 5.6 und 5.8).

5.5.5.3 Kleine Öffnungen

Wenn eine isolierte Öffnung einen Durchmesser d nach den folgenden Bedingungen hat:

$$d \leq 0,14 \cdot \sqrt{e_s \cdot (2 \cdot r_{is} + e_s)} \quad (5.5-16)$$

dann ist sie als „kleine Öffnung“ anzusehen und sie benötigt keinerlei Verstärkung. Eine weitergehende Berechnung ist nicht erforderlich.

5.5.5.4 In Hydrospeichern verwendete Öffnungen und Stützen

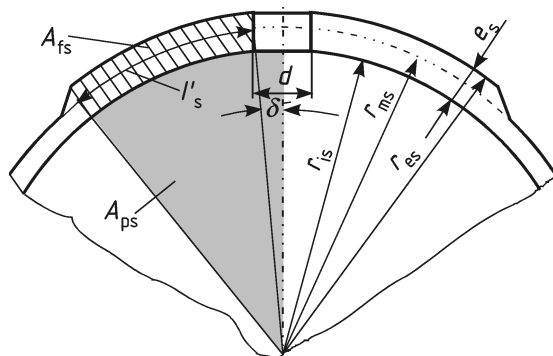


Bild 5.5 — Öffnungsverstärkung durch Wanddicke

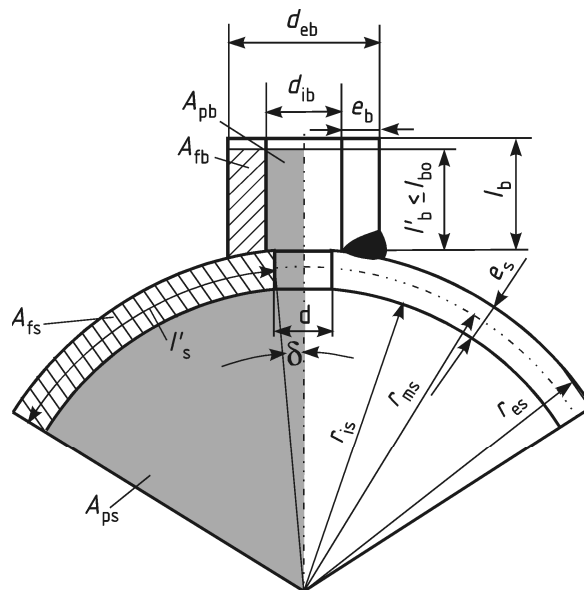


Bild 5.6 — Öffnungsverstärkung durch einen aufgesetzten Stutzen (und Wanddicke)

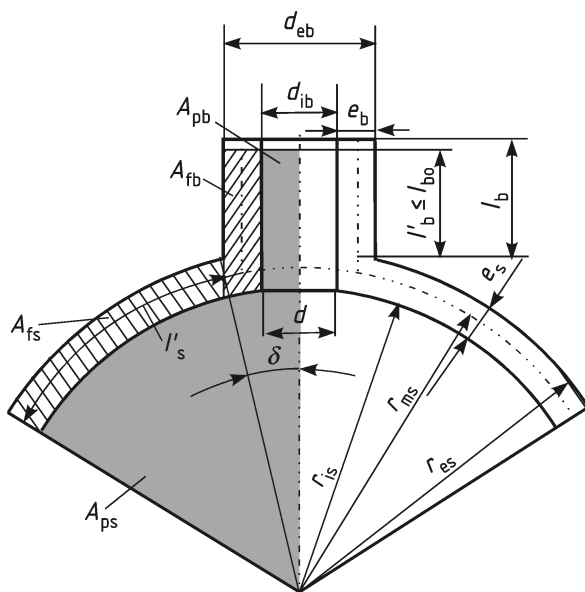


Bild 5.7 — Öffnungsverstärkung durch angeschweißten Stutzen (und Wanddicke)

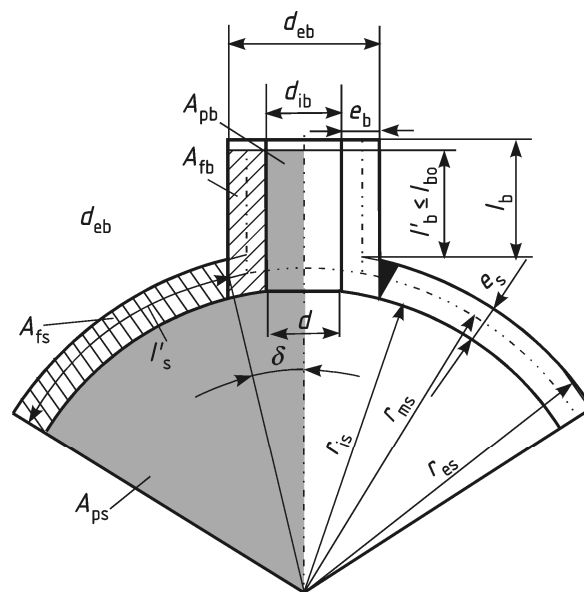


Bild 5.8 — Öffnungsverstärkung durch eingesetzten Stutzen (und Wanddicke)

5.5.5.5 Berechnungsverfahren für Öffnungen in Schalen

5.5.5.5.1 Zweck

Das in diesem Abschnitt festgelegte Auslegungsverfahren gilt für Kugelschalen oder den kugelförmigen Teil von torisphärischen Böden.

Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt werden:

$$(A_{fs} + A_{fw}) \cdot (f_s - 0,5 \cdot PS) + A_{fb} \cdot (f_{ob} - 0,5 \cdot PS) \geq PS \cdot (A_{ps} + A_{pb}) \quad (5.5-17)$$

$$f_{ob} = \min(f_s; f_b) \quad (5.5-18)$$

$$\text{Für Kugelschalen: } r_{is} = \frac{D_e}{2} - e_s = \frac{D_i}{2} \quad (5.5-19)$$

$$\text{Für halbkugelförmige oder torisphärische Böden: } r_{is} = R \quad (5.5-20)$$

$$\text{Für gewölbte Böden und Kugelschalen: } A_{ps} = 0,5 \cdot r_{is}^2 \cdot \frac{l'_s + a}{0,5 \cdot e_s + r_{is}} \quad (5.5-21)$$

Mit der Stutzenachse senkrecht zur Schalenwand ergibt sich der Wert a aus der folgenden Formel:

$$a = r_{ms} \cdot \arcsin(\delta) \quad (5.5-22)$$

Dabei gilt:

$$r_{ms} = r_{is} + 0,5 \cdot e_s \quad (5.5-23)$$

$$\delta = \frac{d_{eb}}{2 \cdot r_{ms}} \quad (5.5-24)$$

Weiterhin gilt:

$$\text{für eingesetzte Stutzen: } A_{fs} = e_s \cdot l'_s \quad (5.5-25)$$

$$\text{für aufgesetzte Stutzen: } A_{fs} = e_s \cdot (e_b + l'_s) \quad (5.5-26)$$

5.5.5.5.2 Öffnungsverstärkung durch Wanddickenverstärkung des Mantels

Die zur Öffnungsverstärkung beitragende Mantellänge l'_s , gemessen entlang der mittleren Wanddicke von der Öffnungskante oder dem Außendurchmesser eines Stutzens, darf nicht größer sein als l_{so} .

$$l'_s \leq l_{so} = \sqrt{[(2 \cdot r_{is} + e_s) \cdot e_s]} \quad (5.5-27)$$

5.5.5.5.3 Öffnungsverstärkung durch vergrößerte Wanddicke eines Stutzens

Eine Öffnungsverstärkung kann auch durch Erhöhung der Wanddicke eines Stutzens auf einen Wert oberhalb der Mindestwanddicke erreicht werden, die erforderlich ist, um dem Innendruck standzuhalten (siehe 5.5.3). Diese Möglichkeit ist unabhängig von jeder durch Wanddickenerhöhung des Gehäuses erreichten Öffnungsverstärkung. Jene die Öffnungsverstärkung fördernde Länge muss für den Mantel nicht größer sein als l_{so} und für einen Stutzen nicht größer als l_{bo} ; mit:

$$l_{bo} \leq \sqrt{[(d_{eb} - e_b) \cdot e_b]} \quad (5.5-28)$$

für eingesetzte und angeschmiedete Stützen ($l'_{bi} = 0$):

$$Af_b = e'_b \cdot (l'_b + l'_{bi} + e'_s) \quad (5.5-29)$$

für aufgesetzte Stützen:

$$Af_b = e'_b \cdot l'_b \quad (5.5-30)$$

Dabei gilt

$$l'_b = \min (l_{bo} ; l_b)$$

$$l'_{bi} = \min (l_{bio} ; l_{bi})$$

e'_s ist die Einstecktiefe (vollständig oder teilweise) eines eingesetzten Stützens in der Schalenwand ($\leq e_s$)

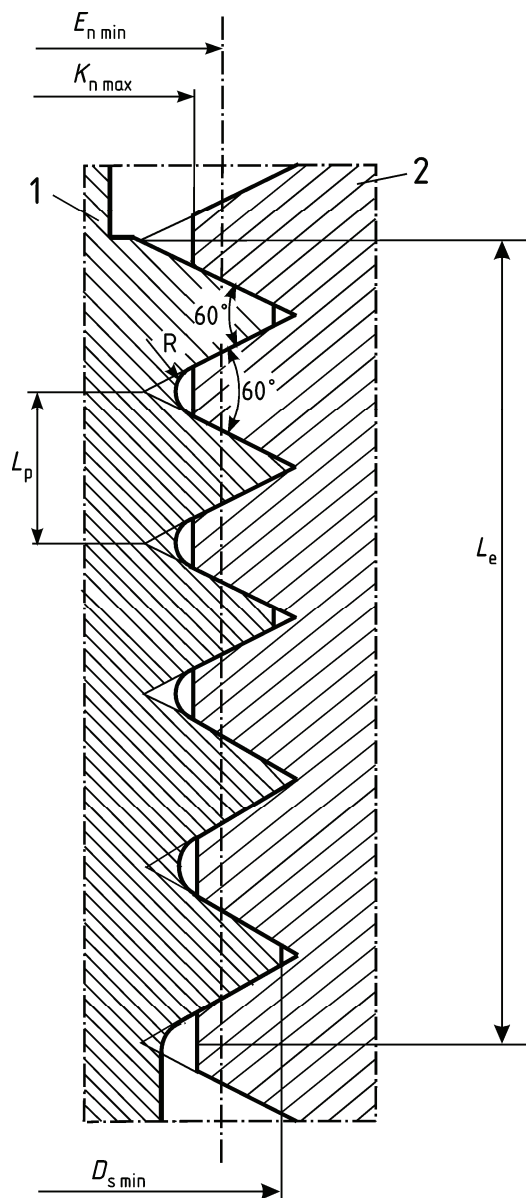
$$Ap_b = 0,5 \cdot d_i \cdot (l'_b + e_s)$$

A_{fs} und A_{ps} wurden schon in Tabelle 5.5-1 definiert.

5.5.6 Gewindeberechnung

5.5.6.1 Allgemeines

Für die Bewertung der Gewindespannungen von Gasdruckspeichern gelten die Anforderungen nach 5.5.6.



Legende

- 1 Außengewinde
- 2 Innengewinde

ANMERKUNG Die Darstellung zeigt nur eine typische Gewindegeometrie (60°) — andere Gewindearten sind zulässig.

Bild 5.9 — Gewinde-Abmessungen

5.5.6.2 Zusätzliche Symbole und Einheiten

Tabelle 5.5-2 enthält zusätzliche besondere Symbole und Einheiten.

Tabelle 5.5-2 — Zusätzliche Symbole und Einheiten

Symbol	Merkmale	Einheit
$E_n \text{ max}$	Maximaler Flankendurchmesser des Innengewindes	mm
$E_n \text{ min}$	Minimaler Flankendurchmesser des Innengewindes	mm
$D_s \text{ min}$	Minimaler Außendurchmesser des Außengewindes	mm
f_{shear}	Scherspannung bei Berechnungsdruck	MPa ^a
$K_n \text{ max}$	Maximaler Innendurchmesser des Innengewindes	mm
L_e	Tragende Gewindelänge am Flankendurchmesser	mm
L_p	Gewindesteigung	mm
^a MPa nur für Berechnungszwecke, ansonsten ist bar gebräuchlich (1 MPa = 10 bar).		

5.5.6.3 Scherspannung und tragende Gewindelänge

Die Scherspannung im Gewinde ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$f_{\text{sh}} = \frac{D_i^2 \cdot PS}{2 \cdot L_e \cdot E_n \text{ min}} \quad (5.5-31)$$

Die tragende Gewindelänge L_e ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_e \geq \frac{D_i^2 \cdot PS}{2 \cdot f_{\text{sh}} \cdot E_n \text{ min}} \quad (5.5-32)$$

5.5.6.4 Flächenpressung im Gewinde

Die Flächenpressung im Gewinde ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$f_{\text{comp}} = \frac{D_i^2 \cdot PS \cdot L_p}{L_e \cdot (D_{s \text{ min}}^2 - K_{n \text{ max}}^2)} \quad (5.5-33)$$

Die folgende Bedingung muss erfüllt werden:

$$f_{\text{comp}} \leq R_{p0,2/t}$$

Die tragende Gewindelänge L_e ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_e \geq \frac{D_i^2 \cdot PS \cdot L_p}{f \cdot (D_{s \text{ min}}^2 - K_{n \text{ max}}^2)} \quad (5.5-34)$$

5.6 Zusätzliche Auslegungskriterien für Kolbenspeicher

5.6.1 Geschraubte Deckel

5.6.1.1 Allgemeines

Für die Bewertung der Spannungen in Kolbenspeichern mit geschraubten Deckeln gelten die Anforderungen nach 5.6.1.

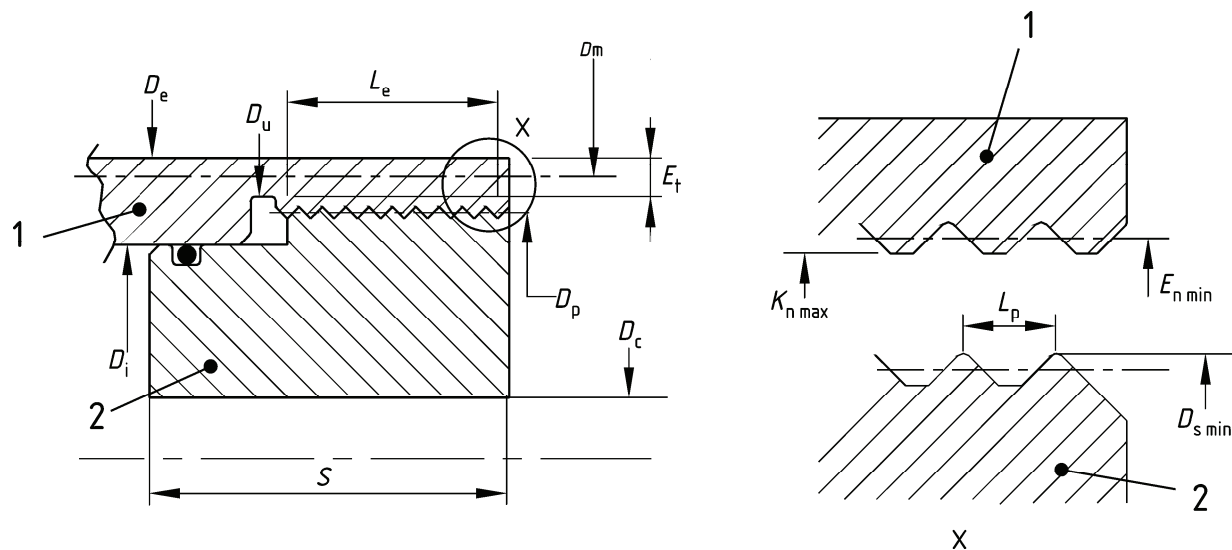
5.6.1.2 Zusätzliche Symbole und Einheiten

Tabelle 5.6-1 enthält zusätzliche besondere Symbole und Einheiten

Tabelle 5.6-1 — Zusätzliche Symbole und Einheiten

Symbole	Merkmale	Einheiten
A_u	Gehäusequerschnittsfläche des Hydrospeichers am Gewindeauslauf	mm ²
C	Befestigungsbeiwert für Deckel	
D_c	Durchmesser der Anschlussöffnung am Deckel	mm
D_p	Flankendurchmesser des Gehäusegewindes	mm
D_u	Durchmesser des Gewindeauslaufs	mm
E_t	Wanddicke des Mantels am Gewindeauslauf	mm
f_b	Radialspannung	MPa ^a
f_{comp}	Flächenpressung im Gewinde	MPa ^a
F_e	Aufgebrachte Kraft (Moment pro Längeneinheit am Gehäuse) — Nmm/mm	N
D_m	Mittlerer Gehäusedurchmesser am Gewindeauslauf	mm
S	Wanddicke des Deckels	mm
Y	Befestigungsbeiwert für Deckel	
Y'	Befestigungsbeiwert für Deckel	
b	Halber Dichtungsdurchmesser (für O-Ring)	mm
m	Dichtungsbeiwert	
G_o	Außendurchmesser der Dichtfuge	mm
G	Durchmesser der wirksamen Dichtungsfläche	mm
α	Faktor für die Berechnung der Radialspannung	
β	Faktor für die Berechnung der Radialspannung	mm ⁻¹
ν	Poisson-Zahl	
^a MPa nur für Berechnungszwecke, ansonsten ist bar gebräuchlich (1 MPa = 10 bar).		

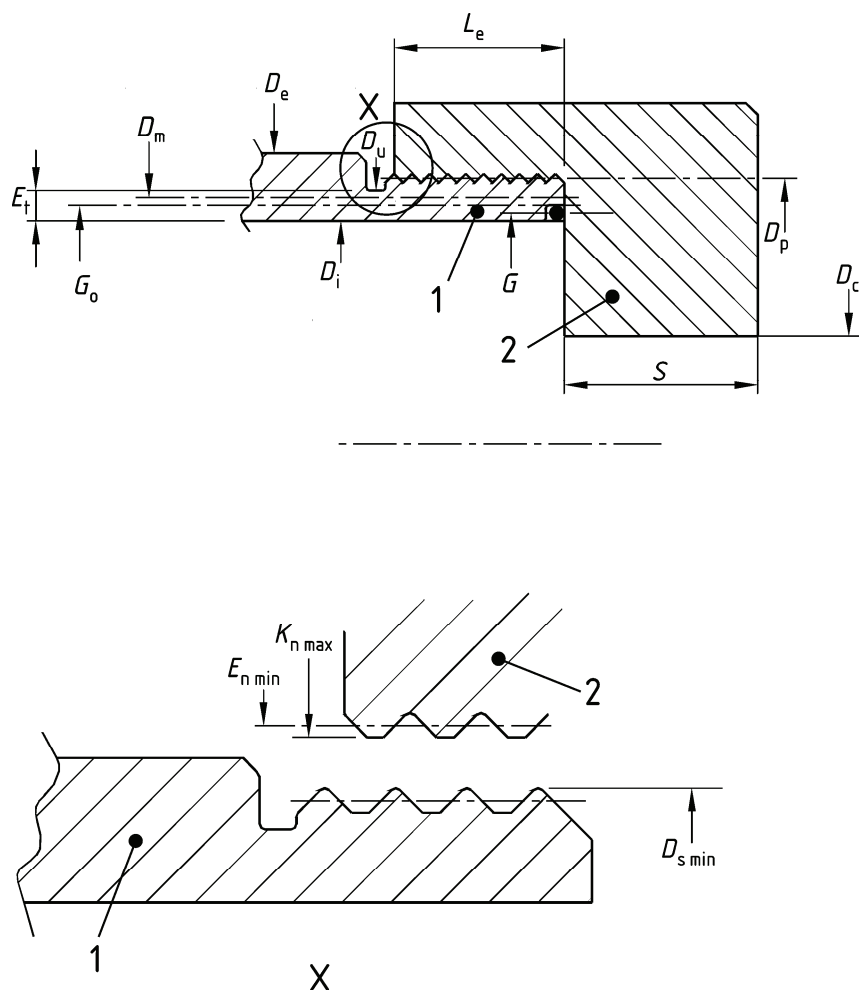
5.6.1.3 Geometrie



Legende

- 1 Gehäuse mit Innengewinde
- 2 Deckel

Bild 5.10 — Geometrie von Deckeln — Gehäuse mit Innengewinde



Legende

- 1 Gehäuse mit Außengewinde
- 2 Deckel

Bild 5.11 — Geometrie von Deckeln — Gehäuse mit Außengewinde

5.6.1.4 Gewinde-Abmessungen

Tabelle 5.6-2 zeigt empfohlene Gewindesteigungen für einen Bereich von Gewindedurchmessern. Diese sollten in Verbindung mit den folgenden Gleichungen verwendet werden.

Tabelle 5.6-2 — Gewinde

Flankendurchmesser des Gehäusegewindes (D_p)	Gewindesteigung (L_p)
≤ 100 mm	$\geq 1,5$ mm
100 mm bis 200 mm	≥ 2 mm
200 mm bis 400 mm	≥ 3 mm
> 400 mm	≥ 4 mm

ANMERKUNG Für die Gewindeberechnung siehe 5.5.6.

5.6.1.5 Wanddicke von ebenen Deckeln

5.6.1.5.1 Gehäuse mit Innengewinde

Die Wanddicke von ebenen Deckeln S für Gehäuse mit Innengewinde ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$S = C \cdot Y \cdot D_i \sqrt{\frac{PS}{f}} \quad (5.6-1)$$

Für geschraubte Deckel ist der Wert $C = 0,5$ geeignet.

Y ist abhängig vom Wert des Quotienten D_c/D_i .

$$Y = \left\{ \sum_{i=1}^6 A_i \cdot \left(\frac{D_c}{D_i} \right)^{i-1} ; 0 < \left(\frac{D_c}{D_i} \right) \leq 0,8 \right\} \quad (5.6-2)$$

$$A_1 = 0,999\,034\,2$$

$$A_2 = 1,980\,626\,0$$

$$A_3 = -9,018\,554\,0$$

$$A_4 = 18,632\,830\,0$$

$$A_5 = -19,497\,590\,0$$

$$A_6 = 7,612\,568\,0$$

Alternativ kann ein Wert von 1,16 für Y verwendet werden. Dies ergibt eine konservative Auslegung.

5.6.1.5.2 Gehäuse mit Außengewinde

Die Wanddicke von ebenen Deckeln S für Gehäuse mit Außengewinde ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$S = Y' \cdot S_0 \quad (5.6-3)$$

Dabei ist

$$S_0 = \sqrt{\left[\frac{3(3+\nu)}{32} G^2 + 3 \left(\frac{G}{4} + 2 \cdot b \cdot m \right) (D_p - G) \right] \frac{PS}{f}} \quad (5.6-4)$$

und

$$Y' = \sqrt{\frac{G}{G - D_c}} ; G = G_0 - 2 \cdot b \quad (5.6-5)$$

ANMERKUNG G kann näherungsweise bestimmt werden aus dem mittleren geometrischen Durchmesser der Dichtung und b bis zur halben Breite der Dichtfläche (b entspricht ungefähr dem halben Flächendurchmesser eines O-Rings).

Dabei ist

$m = 0,5$ für Elastomerdichtungen mit einer Härte geringer als 75 IRDH;

$m = 1$ für Elastomerdichtungen mit einer Härte gleich oder größer als 75 IRDH;

für andere Fälle wird auf EN 13445-3:2002, Anhang H verwiesen.

5.6.1.6 Zugspannung und Radialspannung in einem Hydrospeichergehäuse mit Gewinde

Die Zug- und Radialspannung in einem Gehäuse mit Gewinde ist nach den folgenden Gleichungen zu ermitteln:

$$f_b = \frac{\pi \cdot D_i^2 \cdot PS}{4 \cdot A_u} + \frac{6 \cdot F_e \cdot \alpha}{E_t^2} \quad (5.6-6)$$

und

$$F_e = \frac{D_i^2 \cdot PS \cdot |D_m - D_p|}{8 \cdot D_m} \quad (5.6-7)$$

Für ein Gehäuse mit Innengewinde gilt:

$$A_u = \frac{\pi \cdot (D_e^2 - D_u^2)}{4} \quad (5.6-8)$$

und

$$E_t = \frac{D_e - D_u}{2} \quad (5.6-9)$$

und

$$D_m = \frac{D_e + D_u}{2} \quad (5.6-10)$$

Für ein Gehäuse mit Außengewinde gilt:

$$A_u = \frac{\pi \cdot (D_u^2 - D_i^2)}{4} \quad (5.6-11)$$

und

$$E_t = \frac{D_u - D_i}{2} \quad (5.6-12)$$

und

$$D_m = \frac{D_i + D_u}{2} \quad (5.6-13)$$

Für Gehäuse mit Innen- und Außengewinde gilt:

$$\alpha = \frac{1}{4 \cdot \beta \cdot L_e} [1 + 4 \cdot e^{-\beta \cdot L_e} \cdot \sin(\beta \cdot L_e) - e^{-2 \cdot \beta \cdot L_e} (\sin(2 \cdot \beta \cdot L_e) + \cos(2 \cdot \beta \cdot L_e))] \quad (5.6-14)$$

und

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{12(1-\nu^2)}{D_m^2 \cdot E_t^2}} \quad (5.6-15)$$