

DIN EN 14359

ICS 23.100.99

Einsprüche bis 2015-01-07
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14359:2011-04

Entwurf**Hydrospeicher für Hydraulikanwendungen;
Deutsche Fassung prEN 14359:2014**

Gas-loaded accumulators for fluid power applications;
German version prEN 14359:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-11-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 (Hausanschrift: Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 99 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Er beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN 14359:2014.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-36-19 AA „Hydrospeicher“ im Fachbereich „Fluidtechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Hydrospeichern und deren Zusatzgasbehältern für hydraulische Anwendungen sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieser Norm-Entwurf konkretisiert einschlägige Anforderungen der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Druckgeräte, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN EN- bzw. DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen, außer für:

ISO 2944:2000 siehe DIN 24312:1985, modifiziert

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14359:2011-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 1: Der Anwendungsbereich wurde aktualisiert.
- b) Abschnitt 2: Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert.
- c) Abschnitt 3: Der Abschnitt wurde aktualisiert.
- d) Abschnitt 5.4: Die zulässigen Werte wurden aktualisiert.
- e) Abschnitt 5.5: Die zulässigen Grenzen wurden aktualisiert.
- f) Abschnitt 5.6: Der Abschnitt wurde aktualisiert und durch die Berechnung ergänzt.
- g) Anhang A: Die Anhänge A und B der Vorläuferversion entfallen. Der alte Anhang C wird zum Anhang A.
- h) Anhang B: Hier handelt es sich um den überarbeiteten alten Anhang D.
- i) Anhang C: wurde neu erstellt.
- j) Anhang D: Dies ist der aktualisierte alte Anhang E.
- k) Anhang E: ist neu hinzugefügt worden.
- l) Anhang F: ist neu hinzugefügt worden.
- m) Anhang ZA: Dieser Anhang wurde aktualisiert.

Nationale Anmerkungen:

Abschnitt 2: EN 1002-1 müsste EN 10002-1 heißen. Allerdings existiert diese Norm nicht mehr. Sie ist durch die Norm EN ISO 6892-1 ersetzt worden.

Literaturhinweise: EN 10045-1, *Metallische Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*, ist 2010 zurückgezogen worden. Das Nachfolgedokument ist die Norm EN ISO 148-1.

Deutschland wird dies kommentieren.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN 24312:1985, *Fluidtechnik; Druck; Werte, Begriffe*

— Leerseite —

Hydrospeicher für Hydraulikanwendungen

Gas-loaded accumulators for fluid power applications

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

Seite

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	9
4.1	Anforderungen an metallische Werkstoffe	9
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	10
5.4.1	Allgemeines	10
5.4.2	Allgemeine Symbole, Einheiten und Benennungen	11
5.4.3	Maximal zulässige Werte der Berechnungsnennspannung für druckbeaufschlagte Teile	12
5.5	Auslegungs- und Berechnungsverfahren für alle Arten von Hydrospeichern	12
5.5.1	Allgemeines	12
5.5.2	Zusätzliche Definitionen	12
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	20
5.6	Zusätzliche Auslegungskriterien für Kolbenspeicher	23
5.6.1	Geschraubte Deckel	23
5.6.2	Deckel mit Zugankerbefestigung	29
5.6.3	Deckelbefestigung mit zweiteiligem Einlegering (Split-Ring)	31
5.7	Zusätzliche Auslegungskriterien für Membranspeicher	34
5.7.1	Allgemeines	34
5.7.2	Zweiteilige Schraubausführung des Mantels	35
5.7.3	Dreiteilige Schraubausführung des Mantels	37
5.7.4	Gasfüllöffnungen	40
5.8	Zusätzliche Auslegungskriterien für die Öleintrittsöffnungen von Blasenspeichern	41
5.8.1	Allgemeines	41
5.8.2	Konstruktion und Berechnung der Öleintrittsöffnung	42
6	Herstellung	44
6.1	Allgemeines	44
6.2	Besondere Herstellungsverfahren für geschweißte Membranspeicher	44
6.2.1	Allgemeines	44
6.2.2	Anforderungen für die Verwendung von bleibenden Schweißunterlagen	44
6.2.3	Elektronen- und Laserstrahlschweißen	45
6.2.4	Geschweißte Anschlussstücke	45
6.2.5	Wärmebehandlung	46
6.2.6	Anerkennung von besonderen Schweißverfahren	46

6.2.7	Qualifizierung der Schweißanweisungen	46
6.2.8	Überprüfung und Anwendung von Schweißanweisungen bei Schweißmaschinen	46
6.3	Herstellung von Blasenspeicherkörpern	46
6.3.1	Herstellverfahren	46
6.3.2	Wärmebehandlung	47
6.3.3	Überprüfung der mechanischen Eigenschaften	47
6.3.4	Sichtprüfung und Ultraschallprüfung	48
7	Inspektionen und Prüfungen	49
7.1	Allgemeines	49
7.2	Technische Dokumentation	49
7.3	Bewertung und Prüfung der Konstruktion	50
7.4	Fertigungsprüfung	50
7.5	Hydrostatische Druckprüfung	50
7.6	Ermüdungsfestigkeit	51
7.6.1	Allgemeines	51
7.6.2	Allgemeine Symbole und Einheiten	52
7.6.3	Verfahren der Ermüdungsprüfung für den Nachweis der Versagenswahrscheinlichkeit von drucktragenden Teilen	52
7.6.4	Untersuchung zur Ähnlichkeit	53
7.6.5	Verfahren der Ermüdungsprüfung (siehe Anhang C für ein Beispiel, bei dem das folgende Verfahren angewendet wird)	55
7.6.6	Gültigkeitsprüfung von früheren Ergebnissen der Ermüdungsprüfung	61
7.6.7	Durchführung der Prüfung und Darstellung der Ergebnisse	63
7.7	Kennzeichnung und Etikettierung	66
7.7.1	Allgemeines	66
7.7.2	Verfahren bei der Kennzeichnung	66
7.7.3	Inhalt der Kennzeichnung	66
7.7.4	Informative Kennzeichnung	66
7.8	Dokumentation	67
7.8.1	Allgemeines	67
7.8.2	Aufzeichnungen zum Herstellungsverfahren	67
8	Sicherheitsbestimmungen und -ausrüstungen für Hydrospeicher	67
8.1	Einleitung	67
8.2	Sicherheitsausrüstung	68
8.2.1	Allgemeines	68
8.2.2	Druckbegrenzung	68
8.2.3	Druckmessgeräte	69
8.2.4	Absperreinrichtungen	69
8.2.5	Flüssigkeitsseitige Druckentlastungseinrichtungen	70
8.2.6	Gasseitige Druckentlastungseinrichtungen	70
8.3	Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme	70
8.3.1	Prüfung der Dokumentation, einschließlich der Anleitungen für die erste Inbetriebnahme, Stempelungen und CE-Kennzeichen	70
8.3.2	Prüfung der korrekten Montage	70
8.3.3	Prüfung der Sicherheitsausrüstung	70
8.4	Kontrolle und Wartung	71
Anhang A (informativ) Beispiele für die Anordnung der Sicherheitsausrüstung		72
A.1	Beispiel 1	72
A.2	Beispiel 2	73
A.3	Beispiel 3	74
A.4	Beispiel 4	75
A.5	Beispiel 5	76
A.6	Beispiel 6	77
A.7	Beispiel 7	78
Anhang B (informativ) Formblatt für die Konformitätserklärung des Herstellers		79
Anhang C (informativ) Grundlagen der statistischen Analyse und der Wahrscheinlichkeitsanalyse der Ergebnisse der Ermüdungsprüfung		80

C.1	Allgemeines	80
C.2	Grundlagen	80
C.2.1	Streubreite	80
C.2.2	Faktor K_f für einen einseitig begrenzten Anteilsbereich	81
C.2.3	Faktor für einen einseitig begrenzten Anteilsbereich des Variationskoeffizienten $CVM(X_f)$, siehe Tabelle 18)	82
Anhang D (informativ)	Beispiel der Anwendung des Verfahrens der Ermüdungsprüfung	84
D.1	Allgemeines	84
D.1.1	Allgemeines	84
D.1.2	Betriebsdruckbereich	84
D.1.3	Bedingungen der Ermüdungsprüfung	84
D.1.4	Ergebnisse der Ermüdungsprüfung	85
D.1.5	Statistische Interpretation von Daten	85
D.1.6	Abschätzung der Wöhlerkurve (S-N-Kurve) (zulässige Anzahl der Lastspielkurven)	86
D.1.7	Interpretation der Ergebnisse der Ermüdungsdaten für die Qualifizierung	87
D.1.8	Anwendung des Ergebnisses für die Qualifizierung eines ähnlichen geschmiedeten Hydrospeichers mit einem Volumen von 10 Litern	87
Anhang E (informativ)	Beispiel der Untersuchung zur Ähnlichkeit	89
Anhang F (informativ)	Vorauswahl von ΔP_{test} und Extrapolationsgrenzen der Wöhlerkurve (S-N- Kurve)	91
F.1	Vorauswahl von ΔP_{test}	91
F.1.1	Verfahren der Vorprüfung	91
F.1.2	Prinzipien der Spannung beim schrittweisen Verfahren	92
F.2	Extrapolationsgrenzen der Wöhlerkurve	93
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG (Druckgeräte-Richtlinie)	94

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14359:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Hydrospeicher“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14359:2006+A1:2010 ersetzen.

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.

Soweit zutreffend, stehen die Gleichungen und Verfahren im Einklang mit den Anforderungen der EN 13445-3, 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.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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 Druckbehältern 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 $+200\text{ °C}$;
- sie werden mit Flüssigkeiten und Gasen betrieben, wie sie in der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG definiert sind.

ANMERKUNG Wenn Druckspeicher mit Flüssigkeiten und Gasen der Gruppe 1 betrieben werden, sind Betrachtungen in Bezug auf Risiken, die von denen durch die Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG abweichen, nicht von der vorliegenden Norm abgedeckt und müssen getrennt bewertet werden.

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 ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

ISO 262, *ISO general-purpose metric screw threads — Selected sizes for screws, bolts and nuts*

EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde*

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

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

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

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

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

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

ISO 9110-1, *Hydraulic fluid power — Measurement techniques — Part 1: General measurement principles*

ISO 9110-2, *Hydraulic fluid power — Measurement techniques — Part 2: Measurement of average steady-state pressure in a closed conduit*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

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

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

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

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

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*

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Trennglied kann eine Blase, eine Membrane oder ein Kolben sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Gasdruckspeicher haben Gehäuse, die 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, entweder aus einem nahtlosem Rohr geschmiedet, freiformgeschmiedet aus einem Hohlstab oder eine geschweißte Ausführung, 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, bei dem die Konstruktion entweder geschraubt oder geschweißt sein kann, 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

Druckbehälter

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.

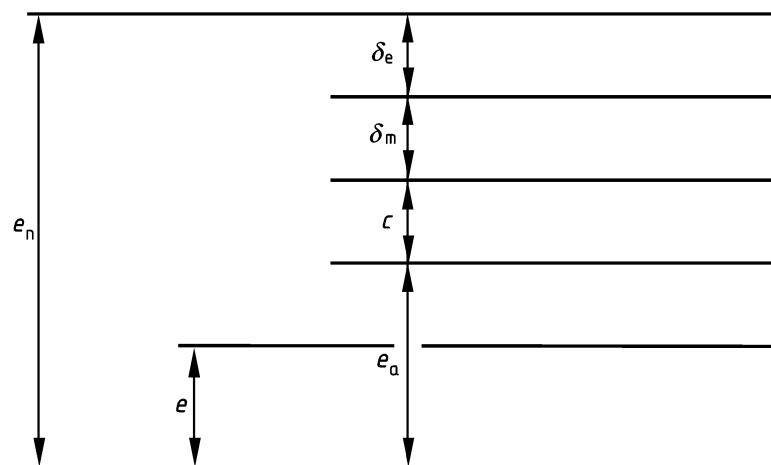
Tabelle 1 — Symbole, Merkmale und Einheiten

Symbol	Merkmale	Einheit
c	Korrosionszuschlag	mm ^a
e	Erforderliche Wanddicke des Bauteils, falls durch direkte Berechnung ermittelt, oder die angenommene Wanddicke, falls durch indirekte Berechnung ermittelt	mm ^a
e_a	Rechnerische Wanddicke des Bauteils	mm ^a
$e_{\min}$	Minimal mögliche Fertigungsdicke	mm ^a
e_n	Nennwanddicke des Bauteils, wie in den Fertigungszeichnungen angegeben	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 (Lastwechsel)	
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_2/P_0	Zulässiges Druckverhältnis, bis zu dem der Hydrospeicher betrieben werden darf	
P_3	Einstelldruck des Sicherheitsventils für den Hydrospeicher, wenn ein solches installiert ist	MPa ^b
$P_{\max}$	Maximal erlaubter Druck	MPa ^b
PS	Maximal zulässiger Betriebsdruck	MPa ^b
P_{test}	Prüfdruck	MPa ^b
R_{eH}	Obere Mindest-Streckgrenze	MPa ^b
R_m	Mindest-Zugfestigkeit	MPa ^b
$R_{m/t}$	Mindest-Zugfestigkeit bei Auslegungstemperatur $t ^\circ\text{C}$	MPa ^b
$R_{p0,2}$	0,2 %-Mindest-Dehngrenze	MPa ^b
$R_{p0,2/t}$	0,2 %-Mindest-Dehngrenze bei Auslegungstemperatur $t ^\circ\text{C}$	MPa ^b
$R_{p1,0}$	1,0 %-Mindest-Dehngrenze	MPa ^b
$R_{p1,0/t}$	1,0 %-Mindest-Dehngrenze bei Auslegungstemperatur $t ^\circ\text{C}$	MPa ^b
$TS_{\max}$	Maximale Betriebstemperatur des Druckmediums oder der Umgebung, je nachdem, welche gleich oder niedriger ist	$^\circ\text{C}$
$TS_{\min}$	Minimale Betriebstemperatur des Druckmediums oder der Umgebung, je nachdem, welche gleich oder niedriger ist	$^\circ\text{C}$
V	Innenvolumen des Gasraumes	Liter

Symbol	Merkmale	Einheit
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	— ^c
^a Der Zusammenhang zwischen den festgelegten Waddicken ist in Bild 1 dargestellt. ^b MPa nur für Berechnungszwecke, ansonsten ist bar gebräuchlich (1 MPa = 10 bar). ^c Siehe EN 13445.		

3.2.2 Zusammenhang zwischen den Festlegungen der Waddicken

Der Zusammenhang zwischen den Festlegungen der Waddicken ist in Bild 1 dargestellt.



Legende

- c Korrosionszuschlag
- e geforderte Waddicke
- e_a rechnerische Waddicke ($e_n - \delta_e - \delta_m - c$)
- $e_{\min}$ minimal mögliche Fertigungsdicke
- e_n Nennwanddicke
- δ_e Absolutwert der negativen Toleranz nach der Werkstoffnorm des Bauteils
- δ_m mögliche Waddickenminderung während der Herstellung des Bauteils

Bild 1 — Zusammenhang zwischen den Festlegungen von Waddicken

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 erfüllen;
- anderen als den in EN 13445-2 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 beigegeben werden, siehe Anhang III der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG.

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

Falls das Risiko einer Korrosion besteht, muss ein geeigneter Oberflächenschutz und/oder Korrosionszuschlag für die betroffenen Flächen vorgesehen werden.

Die Möglichkeit zur Korrosion sowohl durch das interne Medium als auch durch die externe Umgebung muss berücksichtigt werden. Dieser sollte durch Verfahren entgegengewirkt werden, die die Auswahl von korrosionsbeständigen Werkstoffen oder die Anwendung von Auskleidungen und Beschichtungen umfassen, aber nicht auf diese Verfahren begrenzt sind.

Nur vollkommen undurchlässige, ausreichend dicke und chemisch stabile Schichten mit einer mittleren Lebensdauer, die nicht geringer als die des Druckbehälters ist, müssen für den zuverlässigen Schutz gegen Korrosion berücksichtigt werden. Im Zweifelsfall müssen Korrosionsprüfungen durchgeführt werden.

Gibt es keinen Kontakt zwischen dem Korrosionsmittel und dem Grundwerkstoff des Behälters, dann ist es nicht notwendig, einen Korrosionszuschlag für den Verlust des Grundwerkstoffes vorzusehen.

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 legt für Hydrospeicher oder ihre Komponenten Auslegungen durch Gleichungen fest. Eine zufriedenstellende Anwendung solcher Gleichungen 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 Prüfung oder durch Analyse. Diese Bewertung muss Teil der Technischen Dokumentationsakte sein.

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

Bild 2 zeigt den anzuwendenden Auslegungsprozess.

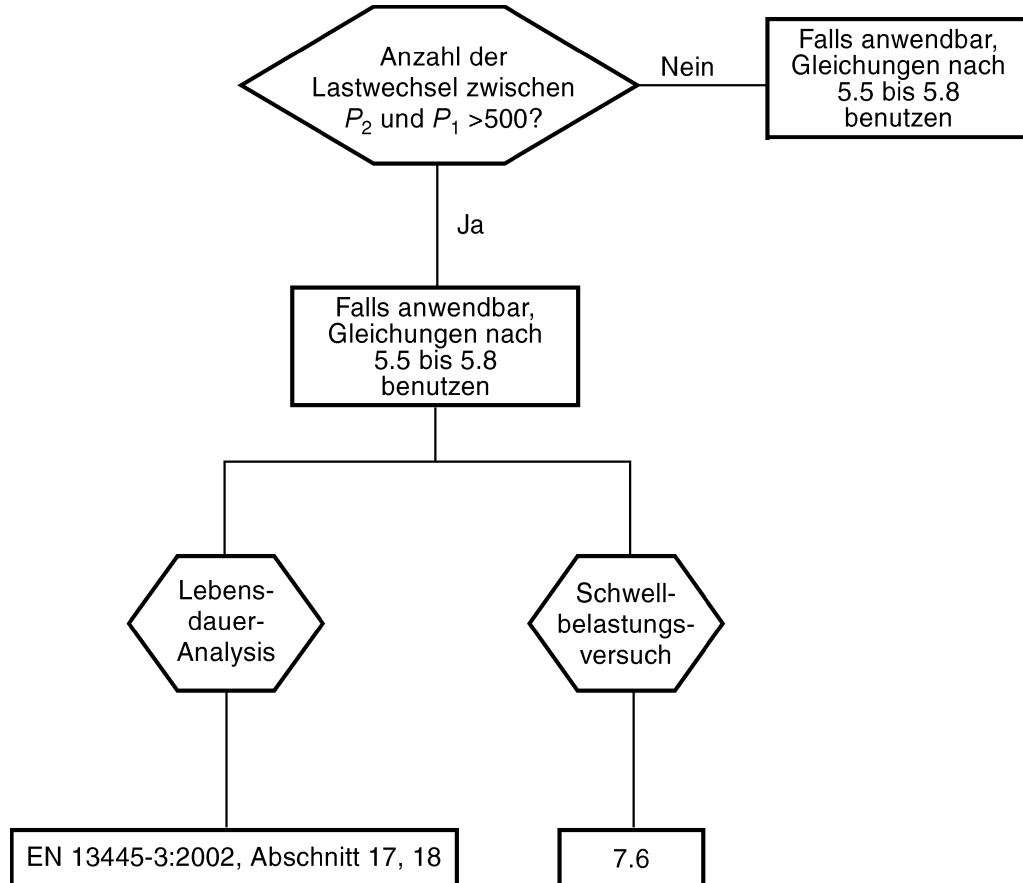


Bild 2 — Auslegungsverfahren

5.4.2 Allgemeine Symbole, Einheiten und Benennungen

Tabelle 2 enthält allgemeine Symbole und Einheiten. Weitere und modifizierte Angaben sind in den einzelnen Abschnitten enthalten.

Tabelle 2 — Allgemeine Symbole und Einheiten

Symbol	Merkmale	Einheit
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

Symbol	Merkmale	Einheit
f_{shear}	Berechnungsnennscherspannung bei Auslegungstemperatur	MPa ^a
f_{test}	Berechnungsnennspannung für Prüfbedingungen	MPa ^a
h	Innenhöhe eines gewölbten Bodens gemessen vom zylindrischen Teil an	mm
r	Innerer Krempenradius	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 3 angegeben.

Tabelle 3 — Maximal zulässige Werte der Berechnungsnennspannung für druckbeaufschlagte Teile, ausgenommen Schrauben

	Normal	Unter Prüfbedingungen
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 %	$f = \left(\frac{R_{p1,0/t}}{1,5} \right)$ oder $\text{MIN} \left(\frac{R_{p1,0/t}}{1,2}, \frac{R_{m/t}}{3} \right)$	$f_{\text{test}} = \text{MAX} \left(\frac{R_{p1,0/t_{\text{test}}}}{1,05}, \frac{R_{m/t_{\text{test}}}}{2} \right)$
Gussstähle	$f = \text{MIN} \left(\frac{R_{p0,2/t}}{1,9}, \frac{R_{m/20}}{3} \right)$	$f_{\text{test}} = \frac{R_{p0,2/t_{\text{test}}}}{1,33}$
Stähle, ausgenommen austenitische Stähle mit A < 30 %	$f = \text{MIN} \left(\frac{R_{p0,2/t}}{1,5}, \frac{R_{m/20}}{2,4} \right)$	$f_{\text{test}} = \frac{R_{p0,2/t_{\text{test}}}}{1,05}$
Feinkornbaustähle und wärmebehandelte Stähle	$f = \frac{R_{p1,0/t}}{1,5}$	$f_{\text{test}} = \frac{R_{p1,0/t_{\text{test}}}}{1,05}$

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 (siehe Bild 3)

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 (siehe Bilder 4 und 5)

5.5.2.3

Klöpferboden

torisphärischer Boden mit $R/D_e = 1,0$ und $r/D_e = 0,1$ (siehe Bild 5)

5.5.2.4

Korbbogenboden

torisphärischer Boden mit $R/D_e = 0,8$ und $r/D_e = 0,154$ (siehe Bild 5)

5.5.3 Zylinderschalen

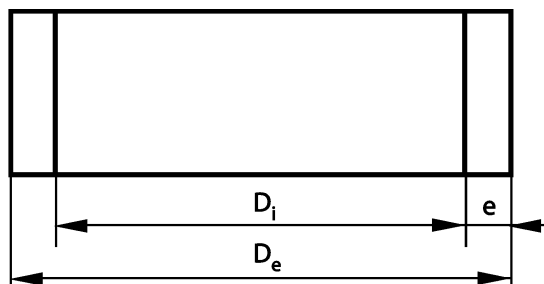


Bild 3 — Geometrie von Zylinderschalen

Die erforderliche Wanddicke e ergibt sich aus:

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

oder

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

Für eine vorgegebene Geometrie gilt:

$$P_{\max} = \frac{2f \cdot z \cdot e_a}{D_m} \quad (3)$$

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

5.5.4 Gewölbte Böden unter Innendruck

5.5.4.1 Halbkugel-Böden

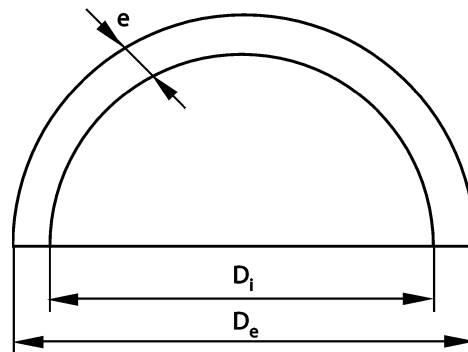


Bild 4 — Halbkugel-Boden

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

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

oder

$$e = \frac{PS \cdot D_e}{2 \cdot f \cdot z + PS} \quad (5)$$

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

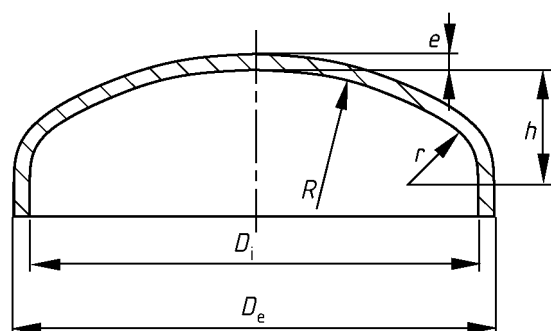


Bild 5 — Torisphärischer Boden

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) $r \geq 2 e$
- d) $e \leq 0,08 D_e$
- e) $e_a \geq 0,001 D_e$
- f) $R \leq D_e$

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

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

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

Dabei wird β aus den folgenden Gleichungen ermittelt:

$$Y = \min (e/R; 0,4) \quad (8)$$

$$Z = \log_{10} (1/Y) \quad (9)$$

$$X = r/D_i \quad (10)$$

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

Für $X = 0,06$

$$\beta_{0,06} = N (-0,363 \, 5 \, Z^3 + 2,212 \, 4 \, Z^2 - 3,293 \, 7 \, Z + 1,887 \, 3)$$

Für $0,06 < X < 0,1$

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

Für $X = 0,1$

$$\beta_{0,1} = N (-0,183 \, 3 \, Z^3 + 1,038 \, 3 \, Z^2 - 1,294 \, 3 \, Z + 0,837)$$

Für $0,1 < X < 0,2$

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

Für $X = 0,2$

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

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

5.5.4.2.3 Besondere Bedingungen für Klöpperböden

$$R = D_e$$

$$r = 0,1 D_e$$

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

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

5.5.4.2.4 Besondere Bedingungen für Korbbogenböden

$$R = 0,8 D_e$$

$$r = 0,154 D_e$$

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

$$0,001 \leq \frac{e_a}{D_a} \leq 0,1 \quad (14)$$

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

5.5.5.1 Zusätzliche Symbole und Einheiten

Tabelle 4 enthält weitere spezifische Symbole und Einheiten.

Tabelle 4 — Spezifische Symbole und Einheiten

Symbol	Eigenschaften	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_{pb}	A_p eines Stützens	mm ²
A_{ps}	A_p des Mantels (Hauptgehäuse)	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
e_b	Erforderliche Wanddicke des Stützens (oder mittlere Wanddicke innerhalb der Länge l_{bo} oder l_{bio})	mm
e'_b	Effektive, zur Verstärkung nutzbare Wanddicke des Stützens	mm

Symbol	Eigenschaften	Einheit
e_{bk}	Erforderliche Wanddicke der Krempe zur Vermeidung von plastischem Beulen	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}	Berechnungsnnennspannung 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_{bio}	Maximale, zur Verstärkung nutzbare Länge eines Stutzens innerhalb der Schale	mm
l_{bo}	Maximale, zur Verstärkung nutzbare Länge eines Stutzens außerhalb 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:

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

ANMERKUNG Verstärkung ist nur durch Erhöhung der Wanddicke der Schale und/oder eines Stutzens zulässig. Stutzen können „aufgesetzt“ oder „eingesetzt“ sein (siehe Bilder 7 und 9).

5.5.5.3 Kleine Öffnungen

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

$$d \leq 0,15 \sqrt{e_s \cdot (2 \cdot r_{is} + e_s)} \quad (16)$$

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 Stutzen

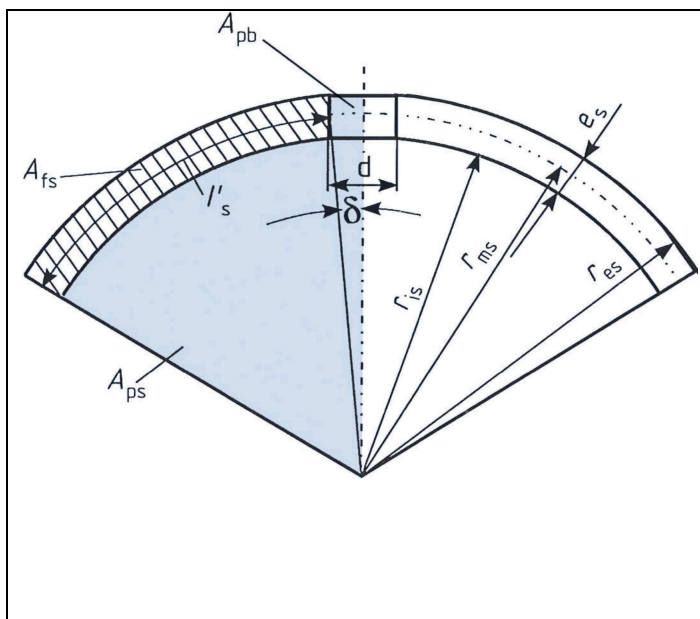


Bild 6 — Öffnungsverstärkung durch Wanddicke

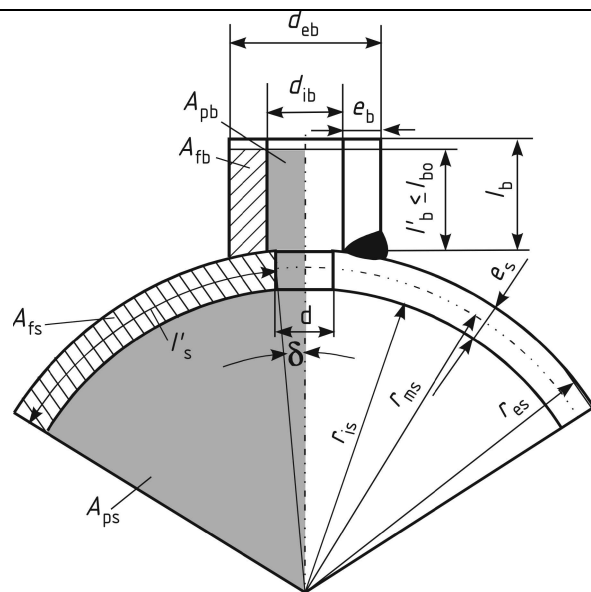


Bild 7 — Öffnungsverstärkung durch einen aufgesetzten Stutzen (und Wanddicke)

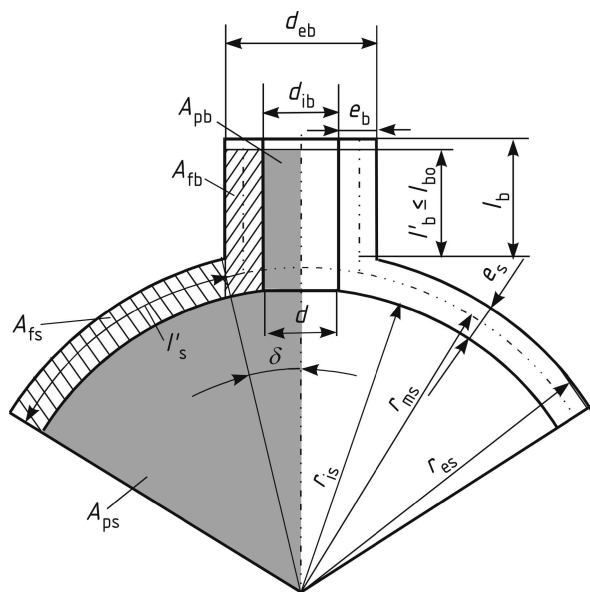


Bild 8 — Öffnungsverstärkung durch angeschmiedeten Stutzen (und Wanddicke)

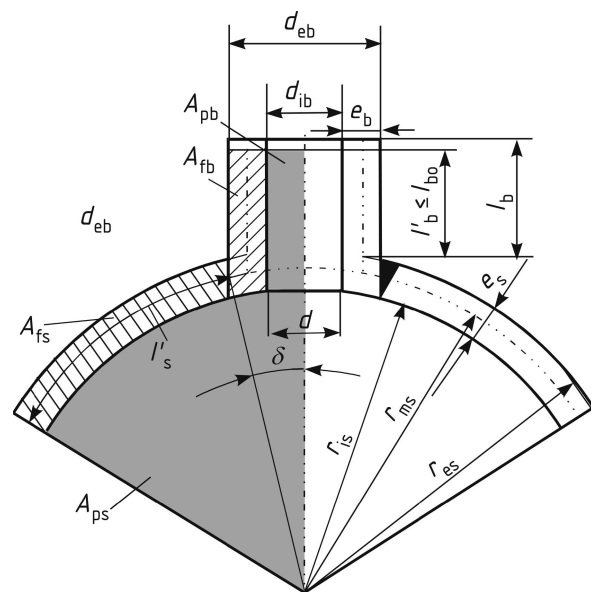


Bild 9 — Öffnungsverstärkung durch eingesetzten Stutzen (und Wanddicke)

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:

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

$$f_{ob} = \text{MIN}(f_s; f_b) \quad (18)$$

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

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

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

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

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

Dabei gilt

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

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

Weiterhin gilt:

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

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

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_{s0} .

ANMERKUNG Der Zweck dieser Formel ist die Festlegung der Begrenzung der Fläche, die für die Berechnung angewendet wird.

$$l'_s \leq l_{s0} = \sqrt{[(2 \cdot r_{is} + e_s) \cdot e_s]} \quad (27)$$

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:

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

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

$$A_{fb} = e'_b \cdot (l'_b + l'_{bi} + e'_s) \quad (29)$$

für aufgesetzte Stutzen:

$$A_{fb} = e'_b \cdot l'_b \quad (29)$$

Dabei gilt

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

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

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

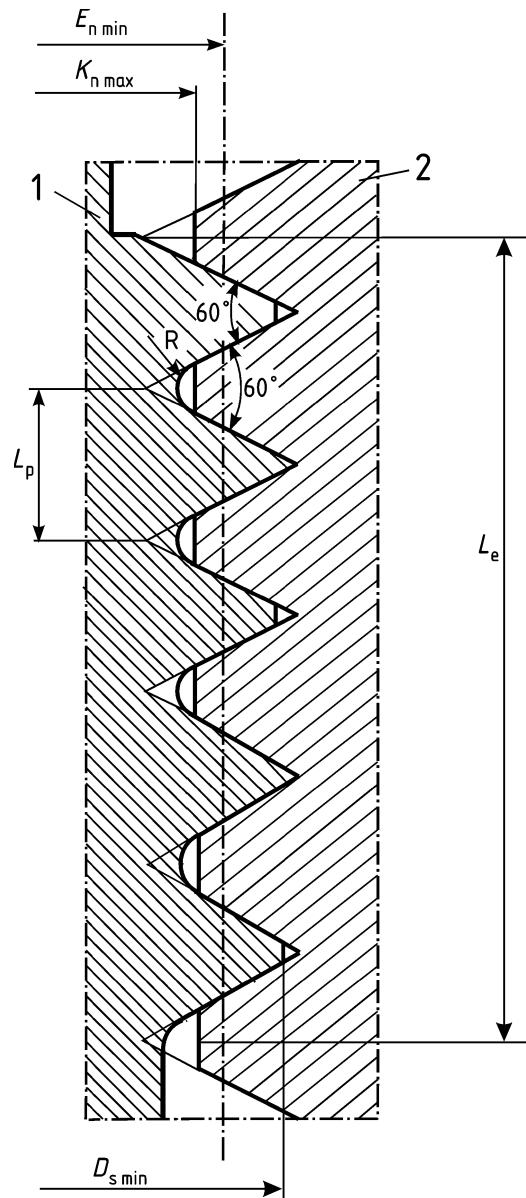
$$A_{pb} = 0,5 d_i (l'_b + e_s);$$

A_{fs} und A_{ps} wurden schon in Tabelle 4 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

Bild 10 — Gewinde-Abmessungen

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

5.5.6.2 Zusätzliche Symbole und Einheiten

Tabelle 5 enthält zusätzliche spezifische Symbole und Einheiten.

Tabelle 5 — Spezifische Symbole und Einheiten

Symbol	Eigenschaften	Einheit
$E_{n \max}$	Maximaler Flankendurchmesser des Innengewindes	mm
$E_{n \min}$	Minimaler Flankendurchmesser des Innengewindes	mm
$D_{s \min}$	Minimaler Außendurchmesser des Außengewindes	mm
f_{comp}	Flächenpressung im Gewinde	MPa ^a
f_{sh}	Scherspannung bei Berechnungsdruck	MPa ^a
$K_{n \max}$	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:

$$f_{\text{sh}} = \frac{D_1^2 \cdot PS}{2 \cdot L_e \cdot E_{n \min}} \quad (31)$$

Die folgende Bedingung muss erfüllt werden:

$$f_{\text{sh}} \leq f_{\text{shear}} \quad (32)$$

Dabei gilt

$$f_{\text{shear}} = 0,8 f \quad (33)$$

Der Mindestwert der tragenden Gewindelänge L_e ist nach der folgenden Gleichung zu ermitteln:

$$L_e \geq \frac{D_1^2 \cdot PS}{2 \cdot f_{\text{shear}} \cdot E_{n \min}} \quad (34)$$

5.5.6.4 Flächenpressung im Gewinde

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

$$f_{\text{comp}} = \frac{D_1^2 \cdot PS \cdot L_p}{L_e \cdot (D_{s \min}^2 - K_{n \max}^2)} \quad (35)$$

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:

$$L_e \geq \frac{D_1^2 \cdot PS \cdot L_p}{R_{p0,2/t} \cdot (D_{s \min}^2 - K_{n \max}^2)} \quad (36)$$

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 6 enthält zusätzliche spezifische Symbole und Einheiten

Tabelle 6 — Spezifische Symbole und Einheiten

Symbol	Eigenschaften	Einheit
α	Faktor für die Berechnung der Radialspannung	—
β	Faktor für die Berechnung der Radialspannung	mm ⁻¹
A_u	Gehäusequerschnittsfläche des Hydrospeichers am Gewindeauslauf	mm ²
b	Halber Dichtungsdurchmesser (für O-Ring)	mm
C	Befestigungsbeiwert für Deckel	
D_a	Durchmesser des Deckelauslaufs	mm
D_c	Durchmesser der Anschlussöffnung am Deckel	mm
D_d	Außendurchmesser der Kontaktfläche	mm
D_f	Innendurchmesser der Kontaktfläche	mm
D_m	Mittlerer Gehäusedurchmesser am Gewindeauslauf	mm
D_p	Flankendurchmesser des Gehäusegewindes	mm
D_r	Maximaler Innendurchmesser für die Berechnung der Radialspannung	mm
D_u	Durchmesser des Gewindeauslaufs	mm
E_t	Wanddicke des Mantels am Gewindeauslauf	mm
F	Klemmkraft des Deckels	N
f_b	Radialspannung	MPa ^a
F_e	Aufgebrachte Kraft (Moment pro Längeneinheit am Gehäuse) — Nmm/mm	N
G	Durchmesser der wirksamen Dichtungsfläche	mm
G_o	Außendurchmesser der Dichtfuge	mm
L_r	Länge für die Berechnung der Radialspannung	mm
m	Dichtungsbeiwert	—
M_{ra}	Radiales Gesamtbiegemoment je Längeneinheit bei D_a	mm·N/mm
M_{rai}	Radiales Biegemoment je Längeneinheit bei D_a	mm·N/mm

Symbol	Eigenschaften	Einheit
M_{rc}	Radiales Gesamtbiegemoment bei D_c	mm·N/mm
M_{rci}	Radiales Biegemoment je Längeneinheit bei D_c	mm·N/mm
M_{ta}	Tangentiales Gesamtbiegemoment bei D_a	mm·N/mm
M_{tai}	Tangentiales Biegemoment je Längeneinheit bei D_a	mm·N/mm
M_{tci}	Tangentiales Biegemoment je Längeneinheit bei D_c	mm·N/mm
q	Flächenpressung	MPa
S	Wanddicke des Deckels	mm
S_c	Kontaktfläche	mm ²
t_c	Tangentiales Gesamtbiegemoment bei D_c	mm·N/mm
ν	Poisson-Zahl	—
Y	Befestigungsbeiwert für Deckel	—
Y'	Befestigungsbeiwert für Deckel	—

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

5.6.1.3 Gewinde-Abmessungen

Tabelle 7 zeigt empfohlene Gewindesteigungen für einen Bereich von Gewindedurchmessern. Diese sollten in Verbindung mit den folgenden Gleichungen verwendet werden.

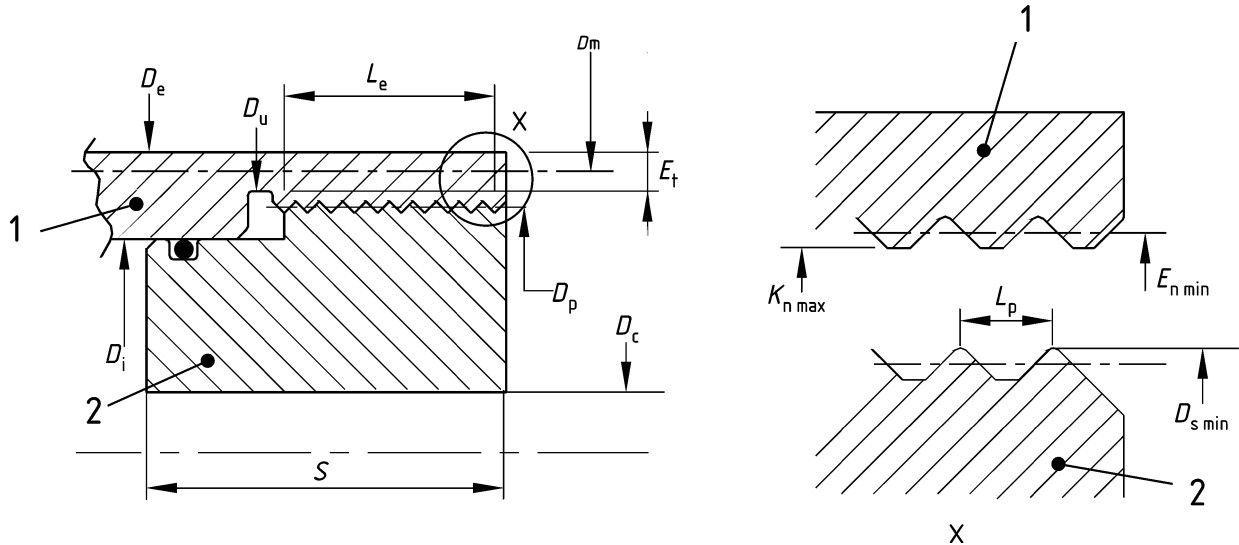
Tabelle 7 — Gewinde

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.

5.6.1.4 Wanddicke von ebenen Deckeln

5.6.1.4.1 Gehäuse mit Innengewinde



Legende

- 1 Gehäuse mit Innengewinde
- 2 Deckel

Bild 11 — Geometrie von Deckeln — Gehäuse mit Innengewinde

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

$$S = C \cdot Y \cdot D_i \sqrt{\frac{PS}{f}} \quad (37)$$

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

Y ist abhängig vom Wert des Quotienten D_c/D_i .

$$Y = \left\{ \sum_{i=1}^6 A_i \cdot \left(\frac{D_c}{D_i} \right)^{i-1} ; 0 < \left(\frac{D_c}{D_i} \right) \leq 0,8 \right\} \quad (38)$$

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

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

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

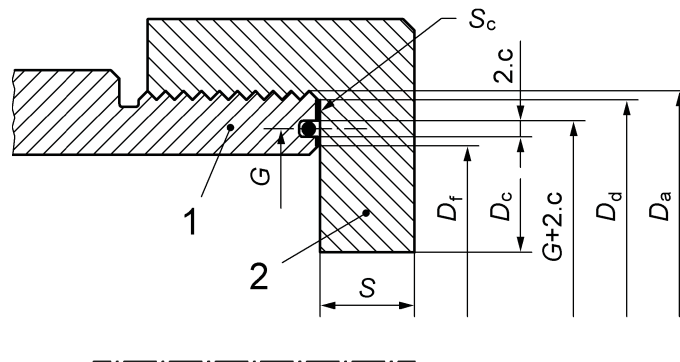
$$A_4 = 18,632\,830\,0$$

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

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

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

5.6.1.4.2 Gehäuse mit Außengewinde



Legende

- 1 Gehäuse mit Außengewinde
- 2 Deckel

Bild 12 — Geometrie von Deckeln — Gehäuse mit Außengewinde

Die Wanddicke von ebenen Deckeln S für Gehäuse mit Außengewinde ist nach den folgenden Gleichungen unter Berücksichtigung der nachstehenden Annahmen zu ermitteln:

- die Flächenpressung q muss für den Außendurchmesser der Dichtfuge, $G + 2c$, gelten;
- die Linienkraft an der Kante des Mittelochs wird nicht berücksichtigt;
- und die Biegemomente bei D_a und D_c werden durch Überlagerung der folgenden Lasten unter Berücksichtigung, dass der flache Deckel wie in D_a befestigt ist, bestimmt.

Dabei ist

$$q = \frac{\left[F - \pi \cdot PS \cdot \frac{(G + 2c)^2}{4} \right]}{S_c} \quad (39)$$

Die folgenden Lastbedingungen müssen berücksichtigt werden:

1. Druck PS gilt von D_c bis D_a ;
2. Druck $-PS$ gilt von $G + 2c$ bis D_a ;
3. Druck q von D_f bis D_a ;
4. Druck $-q$ von D_d bis D_a .