

Ersetzt Ausgabe Januar 2008

**Inhalt:**

- 1 Geltungsbereich
- 2 Berechnungsgrößen
- 3 Belastungen
  - 3.1 Ständig wirkende Lasten
    - 3.1.1 Gesamteigenlast
    - 3.1.2 Last des Füllgutes
    - 3.1.3 Innen- und Außendruck
  - 3.2 Mittellang wirkende Lasten
    - 3.2.1 Schneelast
    - 3.2.2 Sommertemperatur
  - 3.3 Kurzzeitig wirkende Lasten
    - 3.3.1 Innen- und Außendruck
    - 3.3.2 Verkehrslasten auf dem Dach
    - 3.3.3 Windlast
    - 3.3.4 Radialsymmetrische Ersatzbelastung infolge Winddrucks
    - 3.3.5 Unterdruck durch Windsog
    - 3.3.6 Montagelasten
- 4 Temperatur
  - 4 Standsicherheitsnachweise
    - 4.1 Festigkeitsnachweise
      - 4.1.1 Einwirkungen
        - 4.1.2 Überlagerung der Einwirkungen
          - 4.1.3 Mantel
          - 4.1.4 Boden
          - 4.1.5 Schweißverbindung Boden/Mantel
          - 4.1.6 Kegeldach
          - 4.1.7 Stützen
          - 4.1.8 Verankerungen
          - 4.1.9 Hebeösen
        - 4.2 Stabilitätsnachweise
          - 4.2.1 Überlagerung der Einwirkungen
            - 4.2.2 Mantel
            - 4.2.3 Kegeldach
  - 5 Anhang
    - 5.1 Erläuterungen
    - 5.2 Normen und Richtlinien
    - 5.3 Schrifttum
    - 5.4 Temperatur und zeitabhängige E-Moduln für Stabilitätsberechnungen
    - 5.5 Konstruktive Details

**1 Geltungsbereich**

Die nachstehenden Konstruktions- und Berechnungsregeln gelten für stehende, zylindrische, werkstoffgefertigte Flachbodenbehälter aus thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere

- Polyvinylchlorid (PVC),
- Polypropylen (PP),
- Polyethylen (PE),
- Polyvinylidenfluorid (PVDF).

Der zylindrische Mantel mit durchgehend gleicher oder abgestufter Wanddicke kann aus Tafeln zusammenschweißt sein, aus einem Wickelrohr oder einem extrudierten Rohr bestehen.

Neben den hydrostatischen Belastungen sind kurzzeitig und langfristig wirkende Drücke zu berücksichtigen. Als Mindestwerte sind festgelegt:

Überdruck: 0,0005 N/mm<sup>2</sup> (0,005 bar)  
Unterdruck: 0,0003 N/mm<sup>2</sup> (0,003 bar)

Die langfristig wirkenden Drücke sind nur dann anzusetzen, wenn sie auch wirken können.

Einschränkung der Hauptabmessungen:

Behälterdurchmesser:  $d \leq 4 \text{ m}$   
Verhältnis:  $h/d \leq 6$   
Mindestwanddicken:  $s = 4 \text{ mm}$

Die Zuständigkeiten bestimmter Rechtsgebiete (z. B. Baurecht, Wasserrecht, Arbeitsschutzrecht usw.) sind zu beachten.

**2 Berechnungsgrößen**

a	mm	Schweißnahtdicke
A <sub>1</sub>	–	Abminderungsfaktor für den Einfluss der spezifischen Zähigkeit (entspricht A <sub>4</sub> nach Richtlinie DVS 2205-1)
A <sub>2</sub>	–	Abminderungsfaktor für das Medium bei Festigkeitsnachweisen
A <sub>2l</sub>	–	Abminderungsfaktor für das Medium bei Stabilitäts- und Verformungsnachweisen
A <sub>B</sub>	m <sup>2</sup>	Fläche des Bodens
A <sub>D</sub>	m <sup>2</sup>	Fläche des Daches
A <sub>j</sub>	m <sup>2</sup>	Windangriffsfläche (Teilfläche)
A <sub>Z</sub>	m <sup>2</sup>	Mantelfläche des Zylinders
b <sub>Pr</sub>	mm	Breite der Prätze
b <sub>Ö</sub>	mm	Breite der Hebeöse
c	–	Kraftbeiwert nach DIN 1055-4
C	–	C <sub>1</sub> · C <sub>2</sub>
C <sub>1</sub>	–	Spannungserhöhungsfaktor
C <sub>2</sub>	–	werkstoffspezifischer Gestaltfaktor
C*	–	Beiwert für den außendruckbelasteten Kreiszyylinder
d	mm	Nenninnendurchmesser
d <sub>A</sub>	mm	Stützenaußendurchmesser
d <sub>L</sub>	mm	Lochdurchmesser in der Hebeöse
d <sub>max</sub>	mm	größter Zylinderdurchmesser
d <sub>min</sub>	mm	kleinster Zylinderdurchmesser
d <sub>Sch</sub>	mm	Durchmesser des Schäkels
E <sub>K</sub> <sup>T°C</sup>	N/mm <sup>2</sup>	E-Modul bei kurzzeitiger Belastung für T°C
E <sub>K</sub> <sup>20°C</sup>	N/mm <sup>2</sup>	E-Modul bei kurzzeitiger Belastung für 20°C
E <sub>L</sub> <sup>20°C</sup>	N/mm <sup>2</sup>	E-Modul bei langzeitiger Belastung für 20°C
f <sub>s</sub>	–	Langzeit-Schweißfaktor

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

$f_{sD}$	–	Langzeit-Schweißfaktor für Dach	$q_{max}$	kN/m <sup>2</sup>	größter am Behälter einwirkender Staudruck
$f_z$	–	Kurzzeit-Schweißfaktor	$r$	mm	Radius des Zylinders
$f_{zD}$	–	Kurzzeit-Schweißfaktor für Dach	$R_d$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchbarkeit
$g$	m/s <sup>2</sup>	Erdbeschleunigung (9,81 m/s <sup>2</sup> )	$s$	mm	Mindestwanddicke
$g_A$	N/mm <sup>2</sup>	Ersatzflächenlast für Stützen u. ä. am Dach	$s_a$	mm	ausgeführte Wanddicke des Grundbauteils
$g_D$	N/mm <sup>2</sup>	flächenbezogenes Gewicht des Daches	$s_B$	mm	Wanddicke des Bodens
$G_B$	N	Eigenlast des Bodens	$s_D$	mm	Wanddicke des Daches
$G_D$	N	Eigenlast des Daches	$s_D$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchung
$G_E$	N	Gesamteigenlast	$s_{\dot{O}}$	mm	Wanddicke der Hebeöse
$G_F$	kN	Last des Füllgutes	$s_Z$	mm	Wanddicke des Zylinders
$G_S$	N	Schneelast	$s_{ZF}$	mm	Wanddicke des untersten Schusses
$G_Z$	N	Eigenlast des Zylinders	$s_{ZF}^*$	mm	statisch erforderliche Wanddicke des untersten Schusses
$h$	mm	Höhe des Behälters	$s_{Zm}$	mm	mittlere Wanddicke des Zylinders
$h_F$	mm	Füllhöhe	$s_{Z,1}$	mm	Wanddicke des obersten Schusses
$h_{F,i}$	mm	Füllhöhe des Schusses i	$s_{Z,i}$	mm	Wanddicke des Schusses i
$h_{RF}$	mm	Restfüllhöhe	$s_o$	mm	Wanddicke des oberen Schusses des Ersatzzylinders
$h_{Z,i}$	mm	Höhe des Schusses i	$T_A$	°C	mittlere Umgebungstemperatur (nach Miner, siehe DVD 2205-1)
$h_Z$	mm	zylindrische Höhe	$T_{AK}$	°C	höchste Umgebungstemperatur
$h_{ZF}$	mm	Höhe des untersten Schusses	$T_D$	°C	mittlere Dachtemperatur
$K_K^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Beanspruchung bei kurzzeitiger Einwirkung	$T_{DK}$	°C	höchste Dachtemperatur bei Innenaufstellung
$K_{K,d}^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert einer kurzzeitig wirkenden Beanspruchung	$T_D^*$	°C	mittlere Dachtemperatur für Sommerlastfall
$K_{L,d}^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert einer langfristig wirkenden Beanspruchung	$T_M$	°C	mittlere Medientemperatur (nach Miner, siehe DVS 2205-1)
$K_{M,d}^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert einer Beanspruchung bei mittlerer Einwirkdauer	$T_{MK}$	°C	höchste Medientemperatur
$K_K^*$	N/mm <sup>2</sup>	Zeitstandfestigkeit für 10 <sup>-1</sup> Stunden	$T_Z$	°C	mittlere Temperatur der Zylinderwand
$K_{K,d}^*$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Zeitstandfestigkeit für 10 <sup>-1</sup> Stunden	$T_{ZK}$	°C	höchste Temperatur der Zylinderwand
$K_{L,d}^*$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Zeitstandfestigkeit für die rechnerische Gebrauchsdauer bei der mittleren wirksamen Temperatur	$u$	%	zulässige Unrundheit
$K_{M,d}^*$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Zeitstandfestigkeit für die mittlere Einwirkdauer (z. B. bei Schnee für 3 Monate bei 0°C)	$V$	m <sup>3</sup>	Füllvolumen
$l_o$	mm	Länge des oberen Schusses des Ersatzzylinders	$v_A$	–	Verschwächungsbeiwert
$M_W$	Nm	Biegemoment bei Windlast	$w_{gr}$	mm	tolerierbarer Anhebeweg
$n_{Z,d}$	N/mm	Bemessungswert der Membranzugkraft am unteren Rand des Zylinders	$W_j$	kN	Windlast
$\sum p_{D_{K,d}}^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Kurzzeitiger Bemessungswert der Einwirkungen auf das Dach nach Tabelle 5 bzw. 6	$z$	–	Anzahl der Anker
$p_{D_{L,M,d}}^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Einwirkungen auf das Dach nach Tabellen 5 und 6	$\alpha$	–	Hilfsgröße
$p_{eu}$	N/mm <sup>2</sup>	radialsymmetrische Ersatzbelastung infolge Winddrucks	$\alpha_D$	Grad	Neigungswinkel des Daches
$p_{kM,d}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert des kritischen Mantelbeuldrucks	$\beta$	–	Beiwert
$p_{max}$	N/mm <sup>2</sup>	Hilfsgröße	$\delta$	–	Beiwert
$p_S$	N/mm <sup>2</sup>	Schneelast auf dem Dach	$\delta_B$	–	Beiwert für Bodenberechnung
$p_{stat}$	N/mm <sup>2</sup>	Überdruck am Behälterboden durch das Füllmedium	$\delta_w$	–	Beiwert
$p_{stat,i}$	N/mm <sup>2</sup>	Überdruck je Unterkante Abstufung durch das Füllmedium	$\delta_{\sigma}$	–	Beiwert
$p_u$	N/mm <sup>2</sup>	ständig wirkender Außendruck (bzw. innerer Unterdruck)	$\varepsilon$	%	tolerierbare Randfaserdehnung
$p_{uK}$	N/mm <sup>2</sup>	kurzzeitig wirkender Außendruck (bzw. innerer Unterdruck)	$\gamma_F$		Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung/Beanspruchung
$p_{\dot{u}}$	N/mm <sup>2</sup>	ständig wirkender Innendruck	$\gamma_I$		Wichtungbeiwert je nach Belastungsart
$p_{\dot{u}K}$	N/mm <sup>2</sup>	kurzzeitig wirkender Innendruck	$\gamma_M$		Teilsicherheitsbeiwert des Widerstands/der Beanspruchbarkeit
$p_{us}$	N/mm <sup>2</sup>	Unterdruck durch Windsog	$\eta_{A,i}$	–	Ausnutzung der Axialstabilität im Schuss i
$p_{w,d}$	N/mm <sup>2</sup>	Hilfsgröße	$\eta_M$	–	Ausnutzung der Manteldruckstabilität
$p_1$	N/mm <sup>2</sup>	Hilfsgröße	$\kappa$	Grad	Winkel des Daches zum Lot
$p_{\sigma,d}$	N/mm <sup>2</sup>	Hilfsgröße	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	Dichte Werkstoff ( $\gamma = \rho \cdot g$ )
$q_j$	kN/m <sup>2</sup>	Staudruck auf Teilfläche $A_j$	$\rho_F$	g/cm <sup>3</sup>	Dichte Füllmedium
			$\sigma_d^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der maßgeblichen Druckspannung im Kegeldach
			$\sigma_{k,d}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der kritischen Beulspannung im Kegeldach
			$\sigma_{i,d}^{vorh}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der maßgeblichen axialen Druckspannung im Schuss i
			$\sigma_{k,i,d}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der kritischen axialen Beulspannung im Schuss i
			$\sigma_W$	N/mm <sup>2</sup>	Membrandruckspannung aus der Windlast

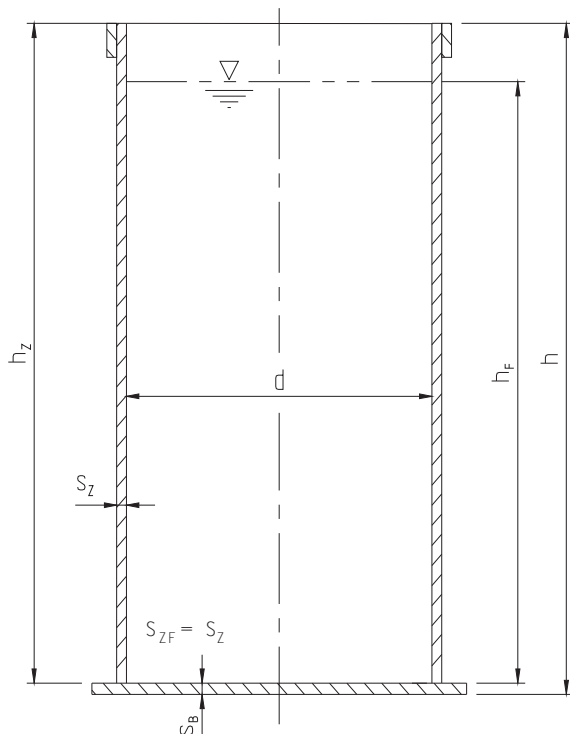


Bild 1. Offener Flachbodenbehälter mit nicht abgestufter Wanddicke.

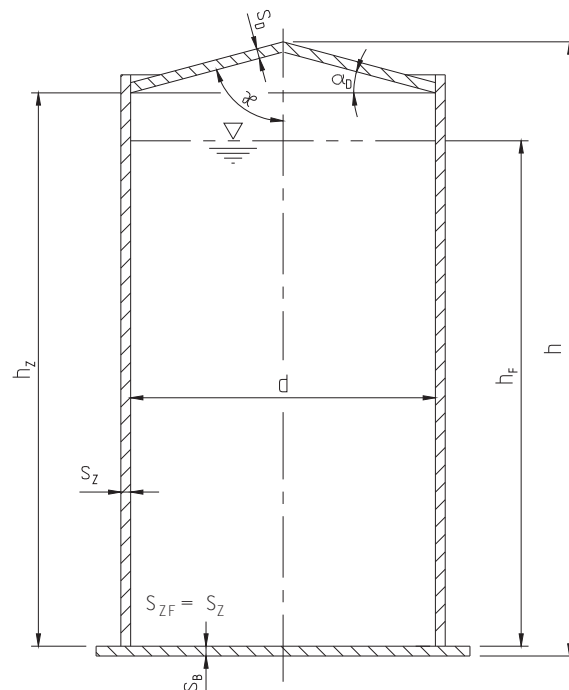


Bild 3. Flachbodenbehälter mit Kegeldach und nicht abgestufter Wanddicke.

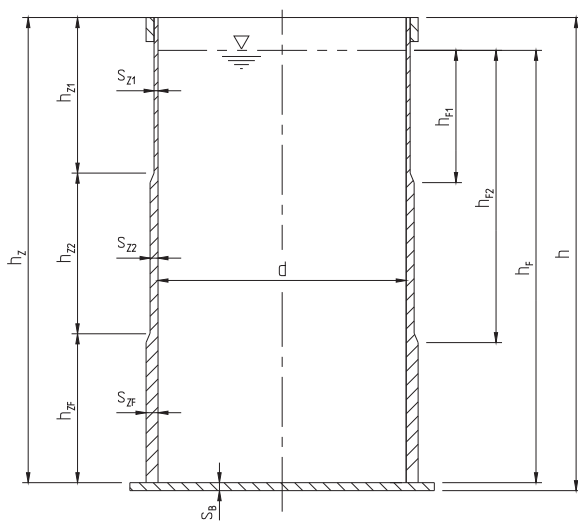


Bild 2. Offener Flachbodenbehälter mit abgestufter Wanddicke.

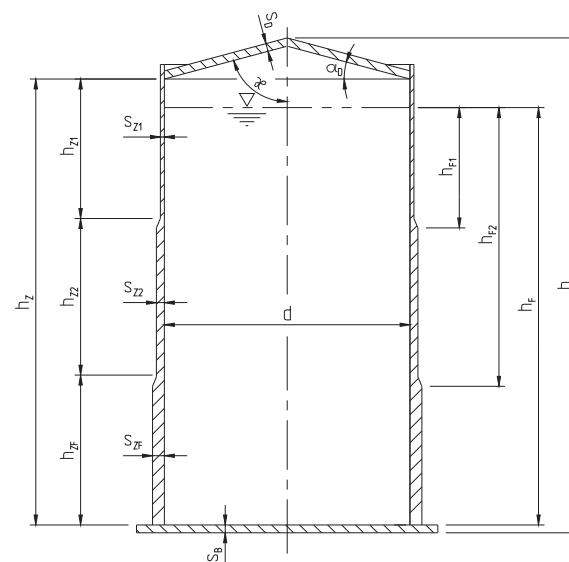


Bild 4. Flachbodenbehälter mit Kegeldach und abgestufter Wanddicke.

### 3 Belastungen

#### 3.1 Ständig wirkende Lasten

Je nach Anwendungsfall werden Behälter für eine rechnerische Betriebszeit bis zu 25 Jahren ( $2 \cdot 10^8$  Stunden) ausgelegt. Die rechnerische Füllhöhe  $h_F$  wird durch die vorliegenden Betriebszustände bestimmt.

#### 3.1.1 Gesamteigenlast $G_E$

$$G_E = G_D + G_Z + G_B \quad \text{N} \quad (1)$$

Eigenlast des Daches  $G_D$

$$G_D = A_D \cdot s_D \cdot \rho \cdot g \quad \text{N} \quad (2)$$

Eigenlast des Zylinders  $G_Z$

$$G_Z = A_Z \cdot s_Z \cdot \rho \cdot g \quad \text{N} \quad (3)$$