

Ersetzt Ausgabe Januar 2011

**Inhalt:**

- 1 Vorbemerkung
- 2 Geltungsbereich
- 3 Berechnungsgrößen
- 4 Festigkeitsnachweise
- 5 Stabilitätsnachweise
- 6 Verankerungen
- 7 Anhang

**1 Vorbemerkung**

Aus Platten gefertigte Behälter sind wegen der Dehnungsbegrenzung (siehe DVS 2205-2 Tabelle 3) beim Kaltbiegen der Platten in ihrer Größe begrenzt. Wird der untere Schuss dagegen aus zwei Schalen gefertigt, können größere Behälter gefertigt werden. Die stützende Wirkung der von außen aufgeschraubten Verstärkungsschale ist beim Festigkeitsnachweis der Beanspruchungen in Umfangsrichtung und bei der Abtragung von Axialkräften voll wirksam, d. h. beide Wanddicken dürfen für die Ermittlung einer Ersatzwanddicke addiert werden. Beim Festigkeitsnachweis in axialer Richtung wirkt die Verstärkungsschale nur zum Teil mit. Elektronische Berechnungen haben gezeigt, dass als Ersatzwanddicke für die Ermittlung der Beanspruchung aus Biegung die Summe der Ursprungsdicke plus halbe Verstärkungswanddicke verwendet werden kann.

**2 Geltungsbereich**

Die nachstehenden Konstruktions- und Berechnungsregeln gelten für stehende, zylindrische, aus Tafeln werkgefertigte Thermoplast-Flachbodenbehälter mit einem verstärkten untersten Schuss.

Für die Anwendung dieses Beiblatts müssen folgende Voraussetzungen eingehalten werden

- nur eine Verstärkungsschale; Zweischaligkeit
- Verschweißung der Schalen untereinander und mit dem Boden entspricht einer der in Bild 1 dargestellten Varianten
- Bodendicke ist identisch der Dichtung des untersten Schusses ohne Verstärkungsschale
- Dicke der Verstärkungsschale liegt zwischen 0,5 und 1,0 mal der Dicke des untersten Schusses
- die Verstärkungsschale mit der Höhe  $h_{Z,0}$  ist spaltfrei ohne unzulässige Vorspannung auf den untersten Schuss mit der Höhe  $h_{Z,n}$  aufgeschraubt
- unterster Schuss ist mindestens 100mm höher als die Verstärkungsschale  
 $h_{Z,n} \geq h_{Z,0} + 100\text{mm}$
- die charakteristischen Werkstoffwerte sind für beide Schalen identisch
- keine Öffnungen im verstärkten Bereich

**3 Berechnungsgrößen**

$A_1$	–	Abminderungsfaktor für den Einfluss der spezifischen Zähigkeit
$A_2$	–	Abminderungsfaktor für das Medium bei Festigkeitsnachweis
$C$	–	Faktor für gewählten Übergang der Boden-Mantel-Anbindung
$d$	mm	Nenn-innendurchmesser
$f_s$	–	Langzeit-Schweißfaktor
$f_z$	–	Kurzzeit-Schweißfaktor
$g$	m/sec <sup>2</sup>	Erdbeschleunigung
$G_D$	N	Eigenlast des Daches
$G_Z$	N	Eigenlast des Zylinders
$h_F$	mm	Füllhöhe
$h_{Z,0}$	mm	erforderliche Höhe der Verstärkungsschale
$h_{Z,n}$	mm	Höhe des untersten Schusses
$K_{K,d}^*$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Zeitstandfestigkeit für 10 <sup>4</sup> Stunden
$K_{L,d}^*$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Zeitstandfestigkeit für die rechnerische Gebrauchsdauer bei der mittleren wirksamen Temperatur
$K_{K,d}^{\text{vorh}}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchung bei kurzzeitiger Einwirkung in Umfangsrichtung
$K_{L,d}^{\text{vorh}}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchung bei langzeitiger Einwirkung in Umfangsrichtung
$K_{K,d}^{\text{N,vorh}}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchung in Axialrichtung aus Normalkraft bei kurzzeitiger Einwirkung
$K_{K,d}^{\text{M,vorh}}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchung in Axialrichtung aus Moment bei kurzzeitiger Einwirkung
$K_{L,d}^{\text{N,vorh}}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchung in Axialrichtung aus Normalkraft bei langzeitiger Einwirkung
$K_{L,d}^{\text{M,vorh}}$	N/mm <sup>2</sup>	Bemessungswert der Beanspruchung in Axialrichtung aus Moment bei langzeitiger Einwirkung
$M_W$	Nmm	Biegemoment bei Windlast am unteren Zylinderrand
$p_{üK}$	N/mm <sup>2</sup>	kurzzeitig wirkender Überdruck
$p_{\bar{u}}$	N/mm <sup>2</sup>	langzeitig wirkender Überdruck
$s_{Z,n}$	mm	Wanddicke des untersten Schusses
$s_{Z,0}$	mm	Wanddicke der Verstärkungsschale
$\gamma_{F1}$	–	Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung (Eigenlast, Füllung)

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.

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Voransicht des

Voransicht des

$\gamma_{F2}$	–	Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung (Drücke, Wind)
$\gamma_{F3}$	–	Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung (verringemde Eigenlast)
$\gamma_I$	–	Wichtungsbeiwert je nach Belastungsart
F	g/cm <sup>3</sup>	Dichte des Füllmediums

#### 4 Festigkeitsnachweise

##### Festigkeitsnachweis in Umfangsrichtung im verstärkten Schuss

Die Ausnutzungen für kurzzeitige und langzeitige Belastungen sind einzuhalten.

$$\frac{K_{K,d}^{\text{vorh}}}{K_{K,d}^*} \leq 1$$

mit

$$K_{K,d}^{\text{vorh}} = \frac{(\gamma_{F1} \cdot \rho_F \cdot g \cdot h_F \cdot 10^{-6} + \gamma_{F2} \cdot p_{\text{ÜK}}) \cdot \frac{d}{2} \cdot A_1 \cdot A_2}{(s_{Z,n} + s_{Z,0}) \cdot f_z} \quad (1)$$

und

$$\frac{K_{L,d}^{\text{vorh}}}{K_{L,d}^*} \leq 1$$

mit

$$K_{L,d}^{\text{vorh}} = \frac{(\gamma_{F1} \cdot \rho_F \cdot g \cdot h_F \cdot 10^{-6} + \gamma_{F2} \cdot p_{\text{ÜK}}) \cdot \frac{d}{2} \cdot A_1 \cdot A_2}{(s_{Z,n} + s_{Z,0}) \cdot f_s} \quad (2)$$

##### Festigkeitsnachweis in axialer Richtung im verstärkten Schuss

Die Ausnutzungen für kurzzeitige und langzeitige Belastungen sind einzuhalten.

$$\frac{K_{K,d}^{\text{N,vorh}} + K_{K,d}^{\text{M,vorh}}}{K_{Kd}^*} \leq 1 \quad (3)$$

mit

$$K_{K,d}^{\text{N,vorh}} = \frac{\frac{\gamma_{F2} \cdot p_{\text{ÜK}} \cdot d}{4} - \frac{\gamma_{F3} \cdot (G_D + G_Z)}{\pi \cdot d} + \frac{4 \cdot \gamma_{F2} \cdot M_W}{\pi \cdot d^2}}{s_{Z,n} + s_{Z,0}} \cdot A_1 \cdot A_2 \quad (4)$$

und

$$K_{K,d}^{\text{M,vorh}} = C \cdot \frac{\gamma_{F1} \cdot \rho \cdot g \cdot h_F \cdot 10^{-6} + \gamma_{F2} \cdot p_{\text{ÜK}}}{s_{Z,n} + 0,5 \cdot s_{Z,0}} \cdot \frac{d}{2} \cdot A_1 \cdot A_2 \quad (5)$$

und

$$\frac{K_{L,d}^{\text{N,vorh}} + K_{L,d}^{\text{M,vorh}}}{K_{Ld}^*} \leq 1 \quad (6)$$

mit

$$K_{L,d}^{\text{N,vorh}} = \frac{\frac{\gamma_{F2} \cdot p_{\text{Ü}} \cdot d}{4} - \frac{\gamma_{F3} \cdot (G_D + G_Z)}{\pi \cdot d}}{s_{Z,n} + s_{Z,0}} \cdot A_1 \cdot A_2 \quad (7)$$

und

$$K_{L,d}^{\text{M,vorh}} = C \cdot \frac{\gamma_{F1} \cdot \rho \cdot g \cdot h_F \cdot 10^{-6} + \gamma_{F2} \cdot p_{\text{ÜK}}}{s_{Z,n} + 0,5 \cdot s_{Z,0}} \cdot \frac{d}{2} \cdot A_1 \cdot A_2 \quad (8)$$

##### Berechnung der erforderlichen Höhe der Verstärkungsschale

Das Maximum folgender beiden Bedingungen bestimmt die erforderliche Höhe der Verstärkungsschale  $h_{Z,0}$ .

$$h_{Z,0} = \max[h_{Z,0,1}, h_{Z,0,2}] \quad (9)$$

mit

$$h_{Z,0,1} \geq 1,4 \cdot \sqrt{d \cdot (s_{Z,n} + s_{Z,0})} \quad (10)$$

und

$$h_{Z,0,2} = h_F - \min \left[ \frac{2 \cdot K_{K,d}^* \cdot s_{Z,n}}{d \cdot A_1 \cdot A_2} - 2 \cdot p_{\text{ÜK}}, \frac{2 \cdot K_{L,d}^* \cdot s_{Z,n} \cdot f_s}{d \cdot A_1 \cdot A_2} - p_{\text{ÜK}} \right] \cdot \frac{1}{\gamma_{F1} \cdot \rho_F \cdot g \cdot 10^{-6}} \quad (11)$$

##### 5 Stabilitätsnachweise

Axial- und Manteldruckstabilität werden vereinfachend ohne Berücksichtigung der Verstärkungsschale berechnet.

##### 6 Verankerungen

Die Verankerungen des zweischaligen Behälters werden nach DVS 2205-2 Abschnitt 4.1.8 berechnet, wobei jedoch beachtet werden muss, dass die für die Festigkeit der Verankerung wesentliche äußere Schweißnaht nur mit  $0,7 \cdot s_{Z,0}$  statt  $0,7 \cdot s_B$  ausgeführt wird. Im Nenner der Formeln (36), (37) und (38) ist stets  $(b_{Pr} + s_B) \cdot s_{Z,0}$  statt  $(b_{Pr} + s_B) \cdot s_B$  zu verwenden.