



Ersetzt die Ausgabe März 1986

**Inhalt:**

- 1 Geltungsbereich
- 2 Allgemeines
- 3 Berechnungsgrößen
- 4 Berechnung verschiedener Behälterbauten
- 5 Erläuterungen
- 6 Schrifttum

**1 Geltungsbereich**

Die nachstehenden Konstruktions- und Berechnungsregeln gelten für rechteckige Behälter für den Apparatebau aus thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere Polyvinylchlorid (PVC) Polypropylen (PP) Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)

Die Behälter können von außen mit Rippen oder Rahmen aus denselben oder steiferen Werkstoffen, wie glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) oder Stahl, verstärkt sein. Mit Ausnahme von hydrostatischen Drücken treten keine nennenswerten Drücke auf. Für die Berechnung ist grundsätzlich die Plattentheorie herangezogen worden. Über die Membrantheorie ist in den Abschnitten 4.6.2 und 5 nachzulesen.

**2 Allgemeines**

Beim Gestalten und Verarbeiten sind besonders die Merkblätter DVS 2205 Teil 1 „Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten, Kennwerte“ DVS 2205 Teil 3 „Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten, Schweißverbindungen“ DVS 2205 Teil 4 „Berechnung von Behältern und Apparaten aus Thermoplasten, Flanschverbindungen“ zu berücksichtigen.

Schweißnähte sind in Bereiche geringer Biegemomente zu legen; Darstellung der maximalen Momente siehe Bilder 6, 7 und 8. Große Dehnungsdifferenzen zwischen Verstärkung und Wandung, hervorgerufen durch Temperaturwechsel, sind durch konstruktive Maßnahmen zu berücksichtigen.

**3 Berechnungsgrößen**

- |                   |   |
|-------------------|---|
| A, B, C, D        | Rechteckgrößen  |
| a                 | mm Behälterlänge bzw. Feldlänge                           |
| b, b <sub>n</sub> | mm Behälterbreite bzw. Feldhöhen                          |
| a', b'            | mm der Verstärkung zugeordnete Feldbreiten bzw. Feldhöhen |
| c                 | mm Behälterbreite bzw. Feldbreite                         |

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Berechnung 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 Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e. V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

- |                    |                   |   |
|--------------------|-------------------|---|
| E                  | N/mm <sup>2</sup> | Elastizitätsmodul des Trägerwerkstoffs (bei Kunststoffen entsprechend E <sub>c</sub> )        |
| E <sub>c</sub>     | N/mm <sup>2</sup> | Kriechmodul (aus DVS 2205 Teil 1)   |
| f                  | mm                | maximale Durchbiegung   |
| F                  | N                 | Kraft   |
| J                  | mm <sup>4</sup>   | Trägheitsmoment der Randverstärkung   |
| k                  |                   | Beiwert   |
| M                  | Nmm               | Biegemoment   |
| p                  | N/mm <sup>2</sup> | Überdruck am Behälterboden  |
| p <sub>m</sub>     | N/mm <sup>2</sup> | gemittelter Überdruck für die Wandstärkenberechnung   |
| p <sub>n</sub>     | N/mm <sup>2</sup> | gemittelter Überdruck für die Trägheitsberechnung   |
| s                  | mm                | Wanddicke   |
| W                  | mm <sup>4</sup>   | Widerstandsmoment der Randverstärkung   |
| α <sub>5</sub>     |                   | Verformungsbeiwert  |
| β <sub>1</sub> ... |                   | Wanddickenbeiwert   |
| σ <sub>zul</sub>   | N/mm <sup>2</sup> | zulässige Spannung (hierfür können die Spannungswerte aus DVS 2205 Teil 1 eingesetzt werden). |

**4 Berechnung verschiedener Behälterbauarten**

Für die folgenden Behälterbauarten, Bilder 1 bis 5, wird der jeweilige Berechnungsgang angegeben.

**4.1 Behälter ohne Verstärkungen mit satter, ebener Auflage des Bodens**

Die Berechnung der Wände richtet sich nach deren Seitenverhältnis. Die Dicke des Bodens ist mindestens in derselben Größe wie die der Seitenwände vorzusehen, Bild 6.

**4.1.1 Seitenverhältnis a/b < 0,5**

Die erforderliche Wanddicke beträgt:

$$s = \sqrt{\frac{p \cdot a^2}{2,5 \cdot \sigma_{zul}}} \quad (1)$$

Die maximale Durchbiegung beträgt:

$$f = \frac{p \cdot a^4}{k \cdot 32 \cdot E_c \cdot s^3} \quad (2)$$

Der Faktor k ist zwischen 1 (für a < b) und 2 (für a/b ≈ 0,5) zu wählen.

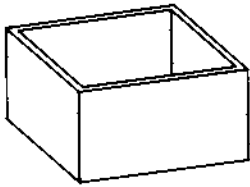


Bild 1. Behälter ohne Verstärkung.

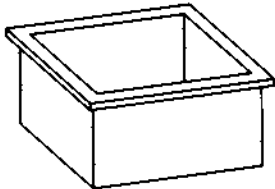


Bild 2. Behälter mit Randverstärkung.

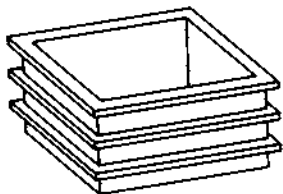


Bild 3. Behälter mit Rundumverstärkungen.

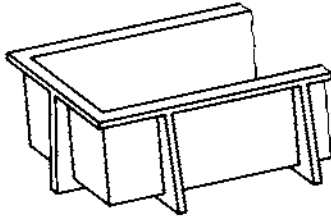


Bild 4. Behälter mit Jochverstärkungen.

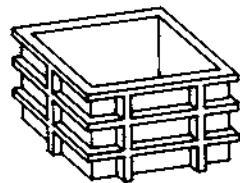


Bild 5. Behälter mit kreuzverrippten Seitenwänden. (Sie werden wegen ihres hohen Aufwandes hier nicht behandelt.)

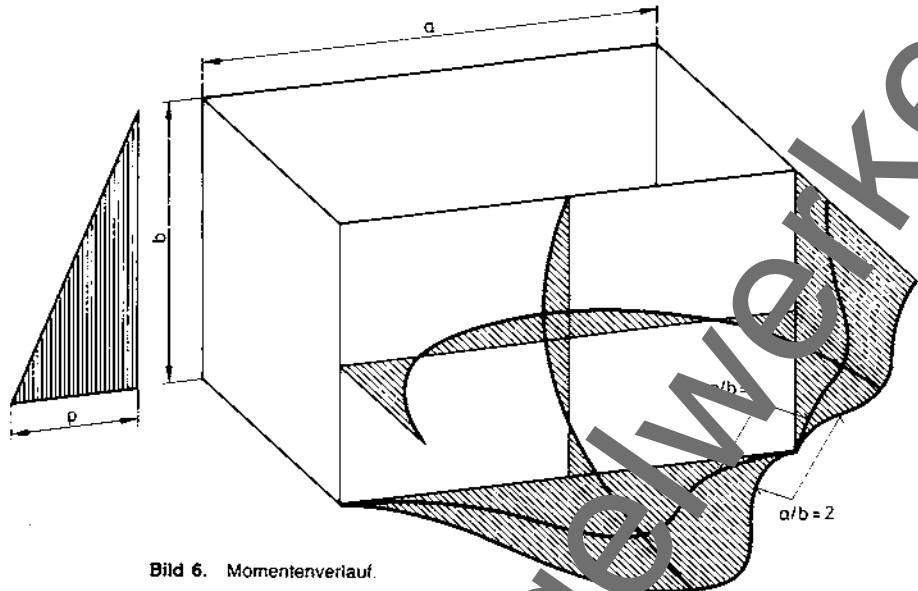


Bild 6. Momentenverlauf.

4.1.2 Seitenverhältnis  $1,5 \leq a/b \leq 4$

Die Mindestwanddicke ergibt sich aus:

$$s = \sqrt{\frac{p \cdot b^2}{\beta_1 \cdot \sigma_{zul}}} \quad (3)$$

und die maximale Durchbiegung zu:

$$f = \frac{p \cdot b^4}{\alpha_1 \cdot E_c \cdot s^3} \quad (4)$$

Die Werte für  $\beta_1$  und  $\alpha_1$  sind Tabelle 1 zu entnehmen.

4.1.1 Seitenverhältnis  $a/b > 4$

Die Wanddicken ergeben sich aus:

$$s = \sqrt{\frac{p \cdot b^2}{\sigma_{zul}}} \quad (5)$$

und die maximale Durchbiegung beträgt:

$$f = \frac{p \cdot b^4}{2,5 \cdot E_c \cdot s^3} \quad (6)$$

4.2 Behälter mit Randverstärkung und satter, ebener Auflage des Bodens

4.2.1 Berechnung der Seitenwände

Die Berechnung der Seitenwände basiert auf der Annahme, daß

Tabelle 1. Belwerte; Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

a/b bzw. a/c	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\alpha_3$	$\beta_3$	$\alpha_4$	$\beta_4$	$\alpha_5$	$\beta_5$
0,5	0,0009	0,09	0,00092	0,074	0,0019	0,13	0,17	0,19	—
0,6	0,0020	0,10	0,0020	0,097	0,0037	0,17	0,19	0,21	—
0,7	0,0035	0,12	0,0032	0,12	0,0061	0,22	0,23	0,22	—
0,8	0,0055	0,15	0,0049	0,15	0,0090	0,26	0,26	0,23	—
0,9	0,0077	0,18	0,0068	0,18	0,012	0,29	0,29	0,23	—
1,0	0,011	0,2	0,0088	0,21	0,015	0,31	0,32	0,21	0,045
1,2	0,017	0,27	0,013	0,26	0,021	0,39	0,35	0,27	0,063
1,4	0,023	0,33	0,017	0,31	0,025	0,44	0,37	0,32	0,078
1,6	0,03	0,43	0,020	0,34	0,028	0,47	0,39	0,34	0,09
1,8	0,037	0,45	0,022	0,35	0,029	0,49	0,40	0,36	0,10
2,0	0,042	0,50	0,024	0,36	0,031	0,50	0,40	0,38	0,11
2,5	0,05	0,64	0,0258	0,37	0,031	0,50	0,41	0,40	0,13
3,0	0,055	0,74	0,0260	0,37	0,031	0,50	0,42	0,41	0,14
4,0	0,059	0,87	0,0264	0,38	0,031	0,50	0,42	0,41	0,14
$\infty$	0,4	1,0	0,029	0,4	0,031	0,50	0,43	0,41	0,14