

# AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Mai 2006

Berechnung von Druckbehältern	Berechnung von glatten Vierkantrohren und Teilkammern	AD 2000-Merkblatt B 5/1
-------------------------------	---	-------------------------

Die AD 2000-Merkblätter werden von den in der „Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter“ (AD) zusammenarbeitenden, nachstehend genannten sieben Verbänden aufgestellt. Aufbau und Anwendung des AD 2000-Regelwerkes sowie die Verfahrensrichtlinien regelt das AD 2000-Merkblatt G1.

Die AD 2000-Merkblätter enthalten sicherheitstechnische Anforderungen, die für normale Betriebsverhältnisse zu stellen sind. Sind über das normale Maß hinausgehende Beanspruchungen beim Betrieb der Druckbehälter zu erwarten, so ist diesen durch Erfüllung besonderer Anforderungen Rechnung zu tragen.

Wird von den Forderungen dieses AD 2000-Merkblattes abgewichen, muss nachweisbar sein, dass der sicherheitstechnische Maßstab dieses Regelwerkes auf andere Weise eingehalten ist, z.B. durch Werkstoffprüfungen, Versuche, Spannungsanalyse, Betriebserfahrungen.

Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau e.V. (FDBR), Düsseldorf

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Sankt Augustin

Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI), Frankfurt/Main

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), Fachgemeinschaft Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate, Frankfurt/Main

Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf

VGB PowerTech e.V., Essen

Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e.V. (VdTÜV), Berlin

Die AD 2000-Merkblätter werden durch die Verbände laufend dem Fortschritt der Technik angepasst. Anregungen hierzu sind zu richten an den Herausgeber:

**Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e.V., Friedrichstraße 136, 10117 Berlin.**

## Inhalt

- |   |                                  |   |   |
|---|----------------------------------|---|---|
| 0 | Präambel                         | 4 | Erforderliche Wanddicken                                    |
| 1 | Geltungsbereich                  | 5 | Berechnung gegen vorwiegend ruhende Innendruckbeanspruchung |
| 2 | Berechnungsgrößen und -einheiten | 6 | Kleinste zulässige Wanddicke                                |
| 3 | Allgemeines                      | 7 | Schrifttum  |

## 0 Präambel

Zur Erfüllung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Druckgeräte-Richtlinie kann das AD 2000-Regelwerk angewandt werden, vornehmlich für die Konformitätsbewertung nach den Modulen „G“ und „B + F“.

Das AD 2000-Regelwerk folgt einem in sich geschlossenen Auslegungskonzept. Die Anwendung anderer technischer Regeln nach dem Stand der Technik zur Lösung von Teilproblemen setzt die Beachtung des Gesamtkonzeptes voraus.

Bei anderen Modulen der Druckgeräte-Richtlinie oder für andere Rechtsgebiete kann das AD 2000-Regelwerk sinngemäß angewandt werden. Die Prüfständigkeit richtet sich nach den Vorgaben des jeweiligen Rechtsgebietes.

## 1 Geltungsbereich

**1.1** Die nachstehenden Berechnungsregeln gelten für die Berechnung von glatten Vierkantrohren und Teilkammern

ohne und mit Bohrungsreihen. Die Berechnungsregeln gelten in erster Linie für verformungsfähige Werkstoffe ( $\delta_5 \geq 14\%$ ). Sie können auch bei weniger verformungsfähigen Werkstoffen angewendet werden, wenn dem geringeren Verformungsvermögen durch einen höheren Sicherheitsbeiwert Rechnung getragen wird und die Wanddicke  $s_e \leq 30$  mm ist.

**1.2** Die Berechnungsregeln berücksichtigen nur durch inneren Überdruck hervorgerufene Beanspruchungen. Zusätzliche Kräfte und Momente nennenswerter Größe müssen gesondert berücksichtigt werden. In diesem Fall gibt der Hersteller die Größe der Kräfte und Momente an und weist nach, dass diese beachtet sind.

## 2 Berechnungsgrößen und -einheiten

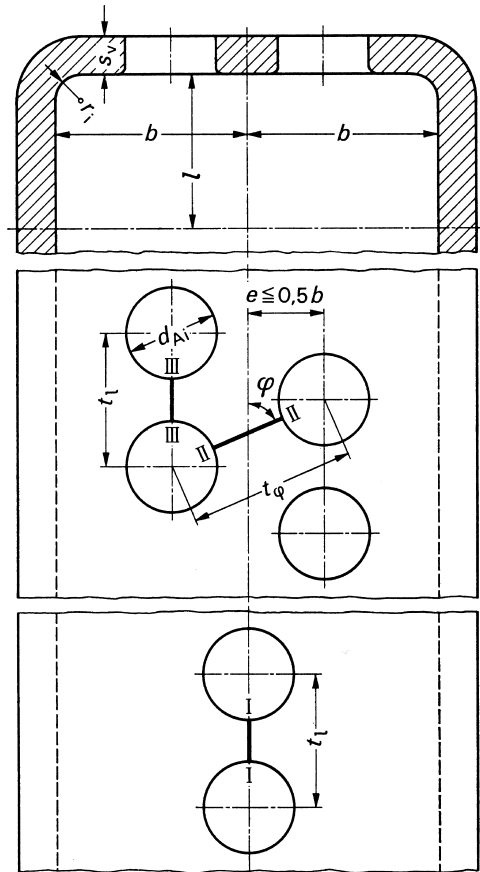
Siehe AD 2000-Merkblatt B 0. Darüber hinaus gilt Tafel 1.

Dieses Blatt basiert auf TRD 320.

Die AD 2000-Merkblätter sind urheberrechtlich geschützt. Die Nutzungsrechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, die Wiedergabe auf fotomechanischem Wege und die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei auszugsweiser Verwertung, dem Urheber vorbehalten.

## Tafel 1. Berechnungsgrößen mit Symbolen und Einheiten

Symbol	Berechnungsgröße	Einheit
$b$	halbe lichte Weite des Vierkantrohres parallel zu der zu berechnenden Wand	mm
$d_{Ai}$	Durchmesser von Ausschnitten oder innerer Durchmesser von Abzweigen	mm
$e$	Abstand des betrachteten Ausschnittes oder der Ausschnittreihe von der Mittellinie der zu berechnenden Seite	mm
$l$	halbe lichte Weite des Vierkantrohres senkrecht zu der zu berechnenden Wand	mm
$r_i$	innerer Eckradius	mm
$s_v$	Wanddicke des Vierkantrohres mit Verschwächung und ohne Zuschläge	mm
$t_l$	Mittenabstand benachbarter Ausschnitte in Achsrichtung	mm
$t_\varphi$	Mittenabstand benachbarter Ausschnitte unter dem Winkel $\varphi$	mm
$v_A$	Verschwächungsbeiwert für einen Einzelausschnitt	—
$v_L$	Verschwächungsbeiwert für eine Ausschnittreihe in Achsrichtung	—
$v_\varphi$	Verschwächungsbeiwert für zwei Ausschnitte mit Schrägeilung unter dem Winkel $\varphi$	—
$B_K, B_W, B_Z$	Berechnungsbeiwerte	—
$\delta_5$	Bruchdehnung (Messverhältnis = 5)	%
$\varphi$	Winkel der Verbindungslinie zweier Ausschnitte zur Achsrichtung des Vierkantrohres	°



**Bild 1.** Glattes Vierkantrohr mit Bohrungsreihen

## 3 Allgemeines

Dieses AD 2000-Merkblatt ist nur in Zusammenhang mit AD 2000-Merkblatt B 0 anzuwenden.

## 4 Erforderliche Wanddicken

Die erforderlichen Wanddicken sind unter Beachtung von AD 2000-Merkblatt B 0 Kapitel 9 zu ermitteln. Es gilt:

$$s = s_v + c_1 + c_2 \quad (1)$$

bzw.

$$s = s_0 + c_1 + c_2 \quad (2)$$

Für die Nachrechnung ausgeführter Bauteile mit der Wanddicke  $s_e$  ist

$$s_v = s_e - c_1 - c_2 \quad (3)$$

## 5 Berechnung gegen vorwiegend ruhende Innendruckbeanspruchung

**5.1** Höchstwerte der Beanspruchung können auftreten:

- (1) in den Ecken,
- (2) in der Mitte der Seitenfläche,
- (3) im Steg zwischen zwei Ausschnitten, wobei je nach Anordnung der Ausschnitte die Berechnung für die mit I bis III im Bild 1 gekennzeichneten Stellen durchzuführen ist.

**5.2** Entsprechend den Ausführungen unter Nummer 5.1 wird die Wanddicke ermittelt

- (1) in den Ecken zu

$$s_0 = \frac{p \cdot b}{10 \cdot K/S} \sqrt{B_Z^2 + \frac{4 \cdot B_K \cdot 10 \cdot K/S}{p}} \quad (4)$$

- (2) in der Mitte einer Seitenfläche zu

$$s_v = \frac{p \cdot b}{10 \cdot K/S} \sqrt{\frac{l^2}{b^2} + \frac{4 \cdot B_W \cdot 10 \cdot K/S}{p}} \quad (5)$$

- (3a) im Steg zwischen zwei Ausschnitten in der Mitte der Seitenfläche (Bild 1 Schnitt I-I) zu

$$s_v = \frac{p \cdot b}{10 \cdot K/S \cdot v_L} \sqrt{\frac{l^2}{b^2} + \frac{4 \cdot B_W \cdot 10 \cdot K/S \cdot v_L}{p}} \quad (6)$$

- (3b) in den schrägen Stegen (Bild 1 Schnitt II-II) zu

$$s_v = \frac{p \cdot b}{10 \cdot K/S \cdot v_\varphi} \cdot \cos \varphi \times \sqrt{\frac{l^2}{b^2} \cdot \cos^2 \varphi + \frac{4 \cdot B_W \cdot 10 \cdot K/S \cdot v_\varphi}{p}} \quad (7)$$

- (3c) in den Stegen bei außermittigen Ausschnittreihen (Bild 1 Schnitt III-III), wobei  $e$  nicht größer als  $0,5 b$  sein darf, zu

$$s_v = \frac{p \cdot b}{10 \cdot K/S \cdot v_L} \sqrt{\frac{l^2}{b^2} + \frac{4 \cdot 10 \cdot K/S \cdot v_L}{p}} \times \left[ B_W - (B_W + B_K) \cdot \frac{e^2}{b^2} \right] \quad (8)$$

**5.3** Der Verschwächungsbeiwert beträgt für zwei benachbarte Ausschnitte nach Bild 1 Schnitt I-I bzw. III-III

$$v_L = \frac{t_l - d_{Ai}}{t_l} \quad (9)$$

nach Bild 1 Schnitt II-II

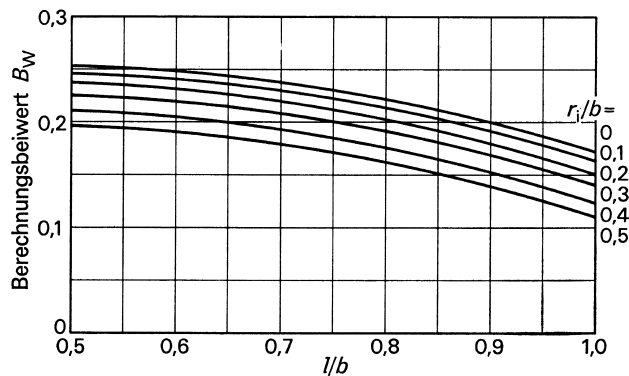
$$v_\varphi = \frac{t_\varphi - d_{Ai}}{t_\varphi} \quad (10)$$

und für einen Einzelausschnitt

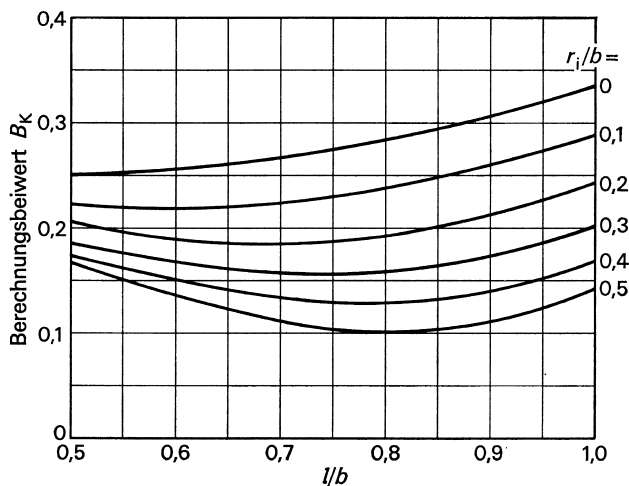
$$v_A = 1 - \frac{d_{Ai}}{2 \cdot b} \quad (11)$$

**5.4** Ergibt sich nach Formel (9) bzw. (10) ein größerer Wert als nach Formel (11), dann ist in die Formeln (6) bis (8) statt  $v_L$  nach Formel (9) bzw.  $v_\varphi$  nach Formel (10)  $v_A$  nach Formel (11) einzusetzen.

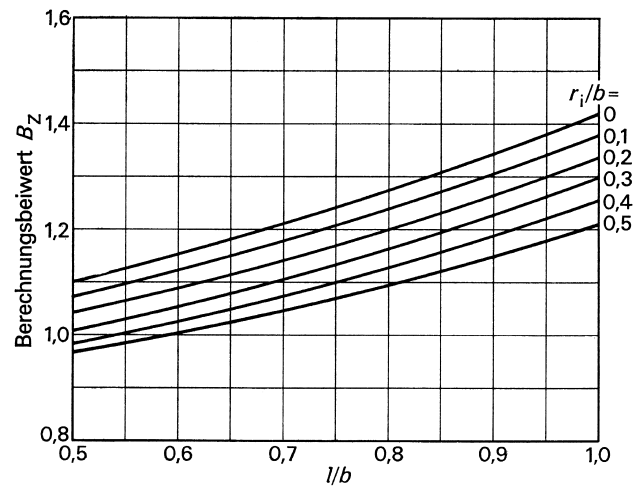
**5.5** Die Berechnungsbeiwerte  $B_K$ ,  $B_W$  und  $B_Z$  sind den Bildern 2, 3 und 4 zu entnehmen.



**Bild 2.** Berechnungsbeiwert  $B_W$  zur Berechnung der Wanddicke von Vierkantrohren



**Bild 3.** Berechnungsbeiwert  $B_K$  zur Berechnung der Wanddicke von Vierkantrohren



**Bild 4.** Berechnungsbeiwert  $B_Z$  zur Berechnung der Wanddicke von Vierkantrohren

## 6 Kleinste zulässige Wanddicke

Die kleinste zulässige Wanddicke  $s_e$  beträgt 3 mm.

## 7 Schrifttum

- [1] *Schwaigerer, S.*: Festigkeitsberechnung von Bauelementen des Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbaues. 2. neu bearbeitete Auflage (1970). Springer-Verlag.
- [2] TRD Technische Richtlinie Dampfkessel - TRD 320, Ausgabe April 1975, Beuth Carl Heymanns Verlag, Köln
- [3] WBV Werkstoff- und Bauvorschriften für Anlagen der Dampf- und Drucktechnik - BV 12-9/74. VEB-Verlag Technik, Berlin

---

Herausgeber:



E-Mail: [berlin@vdtuev.de](mailto:berlin@vdtuev.de)  
<http://www.vdtuev.de>

Bezugsquelle:

**Beuth**

Beuth Verlag GmbH  
10772 Berlin  
Tel. 030/26 01-22 60  
Fax 030/26 01-12 60  
[info@beuth.de](mailto:info@beuth.de)  
[www.beuth.de](http://www.beuth.de)