

<b>Ausrüstung, Aufstellung und Kennzeichnung von Druckbehältern</b>	<b>Richtlinien für die Bauteilprüfung von Klammerschrauben</b>	<b>AD 2000-Merkblatt A 5 Anlage 2</b>
---	--	---

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

Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh), Düsseldorf

VGB PowerTech e.V., Essen

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

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., Postfach 10 38 34, 45038 Essen.**

## Inhalt

- |                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 0 Präambel                 | 3 Bescheinigung über die Prüfung  |
| 1 Allgemeines              | 4 Berechnung der Klammerschrauben |
| 2 Durchführung der Prüfung |                                   |

## 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 Allgemeines

Für Herstellung, Werkstoffe und Nachweis der Werkstoffeigenschaften gilt in sinngemäßer Anwendung das AD 2000-Merkblatt W 7.

## 2 Durchführung der Prüfung

**2.1** Die Prüfung einer Klammer muss im betriebsmäßig zusammengeschraubten Zustand derart erfolgen, dass hierbei die Zugkräfte an denjenigen Stellen der Klammerteile angreifen, an denen sie auch betriebsmäßig wirken. Die Prüfung soll bei der maximal ausnützbaren Länge der Schraube erfolgen.

**2.2** Von jedem durch Abmessung und Werkstoff bestimmten Klammertyp sind erstmalig so viele Klammern zu prüfen, wie dies für eine eindeutige Feststellung des Formfaktors nach Absatz (4) erforderlich ist, mindestens aber je fünf Klammern für die Versuche nach den Absätzen (1) und (2) bzw. (3). Bei den Prüfungen wird bestimmt:

- (1)  $P_S$  als Belastung in N, bei der an der Klammer oder an einem ihrer Teile wesentliche bleibende Verformungen eingetreten sind

$$\bar{P}_S = \frac{\sum P_S}{n} \quad \text{als Mittelwert der Belastungen bis zur erkennbaren bleibenden Verformung}$$

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.

$s_{(P_S)} = \sqrt{\frac{\sum(P_S - \bar{P}_S)^2}{n-1}}$  als Streuung der Belastungen bis zur erkennbaren bleibenden Verformung

$s_{(\bar{P}_S)} = \frac{s_{(P_S)}}{\sqrt{n}}$  als Streuung des Mittelwertes der Belastungen bis zur erkennbaren bleibenden Verformung

$\bar{P}_{S \min} = \bar{P}_S - 3s_{(\bar{P}_S)}$  als wahrscheinlich kleinster Mittelwert des Kollektivs für die Belastung  $P_S$

(2)  $P_B$  als Belastung in N, bei der Bruch eines Klammerteils, Aufbiegen der Schraubenbolzen und/oder Klammerhaken oder Abrutschen der Klammer eingetreten ist

$\bar{P}_B$  als Mittelwert der Belastungen  $P_B$  bei Versagen der Klammer

$s_{(P_B)}$  als Streuung der Belastungen  $P_B$  bei Versagen der Klammer

$s_{(\bar{P}_B)}$  als Streuung des Mittelwertes der Belastungen  $P_B$  bei Versagen der Klammer

$\bar{P}_{B \min} = \bar{P}_B - 3s_{(\bar{P}_B)}$  als wahrscheinlich kleinster Mittelwert des Kollektivs für die Belastung  $P_B$

(3)  $\sigma_S, \sigma_B$  und  $\delta$  des Schraubenbolzenwerkstoffes dazu:

$\bar{\sigma}_S$  und  $\bar{\sigma}_B$  als Mittelwert der Streckgrenze und der Bruchfestigkeit

$s_{(\bar{\sigma}_S)}$  und  $s_{(\bar{\sigma}_B)}$  als Streuung der Streckgrenzen und Bruchfestigkeiten

$s_{(\bar{\sigma}_S)}$  und  $s_{(\bar{\sigma}_B)}$  als Streuung des Mittelwertes der Streckgrenze und der Bruchfestigkeit

$\bar{\sigma}_{S \max} = \bar{\sigma}_S + 3s_{(\bar{\sigma}_S)}$  als wahrscheinlich größte Mittelwerte des Kollektivs

$\bar{\sigma}_{B \max} = \bar{\sigma}_B + 3s_{(\bar{\sigma}_B)}$

(4)  $\psi$  als Formfaktor der Verbindung  
Dabei ist  $\psi$  nach den Ergebnissen der unter den Absätzen (1) bis (3) genannten Versuche jeweils der kleinste Wert von

$$\psi_S = \frac{\bar{P}_{S \min}}{\frac{d_k^2 \pi}{4} \cdot \bar{\sigma}_{S \max}} \quad \text{bzw.} \quad \psi_B = \frac{\bar{P}_{B \min}}{\frac{d_k^2 \pi}{4} \cdot \bar{\sigma}_{B \max}}$$

$\psi$  gibt in Abhängigkeit von der konstruktiven Ausführung der Klammer das Verhältnis der Belastung gegenüber der eines normalen, nur auf Zug beanspruchten Schraubenbolzens an. Verbindungen mit  $\psi \leq 0,7$  sind nicht zulässig.

**2.3** Jede Lieferung von Klammern ist stichprobenweise nachzuprüfen, wobei von  $\leq 500$  Klammern mindestens zwei Stück, für jede weiteren 500 Stück mindestens ein Stück, jedoch insgesamt maximal vier Stück zu prüfen

sind. Als Mindestlasten bis zum Erreichen bleibender Verformungen wird festgelegt:

$$P_S \geq \frac{d_k^2 \pi}{4} \cdot \sigma_S \cdot \psi \quad \text{mit } \sigma_S \text{ als Gewährleistungswert der Streckgrenze.}$$

Als Mindestlast bis zum Versagen der Klammer wird festgelegt:

$$P_B \geq \frac{d_k^2 \pi}{4} \cdot \sigma_B \cdot \psi \quad \text{mit } \sigma_B \text{ als Mindestgewährleistungswert der Zugfestigkeit.}$$

**2.4** Zeitpunkt, Ort, Art, Umfang und sonstige Regelungen für die Durchführung der erstmaligen Prüfung und der stichprobenweisen Nachprüfung neuer Lieferungen sind zwischen Hersteller oder Lieferer und der zuständigen unabhängigen Stelle zu vereinbaren.

## 3 Bescheinigung über die Prüfung

**3.1** Die Bescheinigung über die Bauteilprüfung muss insbesondere folgende Angaben enthalten:

- (1) Hersteller, Typ, Größe, Maßskizze, Werkstoff und Kennzeichen der Klammer,
- (2) Ergebnis der Prüfungen zu Abschnitt 2.2,
- (3) den für die Berechnung des Verschlusses zulässigen Wert für die Belastung einer Klammer unter Berücksichtigung des nach Abschnitt 2.2 (4) bestimmten Formfaktors,
- (4) die für die Lieferung festgelegten Mindestprüflasten bis zum Auftreten bleibender Verformungen bzw. bis zum Versagen der Klammern entsprechend Abschnitt 2.3,
- (5) Beurteilung der Konstruktion und Bestätigung, dass gegen eine Verwendung des geprüften Typs für Verschlüsse an Druckbehältern – gegebenenfalls unter welchen Bedingungen – keine Bedenken bestehen.

**3.2** Die Bescheinigung über die Prüfung der Lieferungen muss insbesondere folgende Angaben erhalten:

- (1) Hersteller, Typ, Größe, Werkstoff und Kennzeichen der Klammer,
- (2) die ermittelten Lasten bis zu bleibenden Verformungen und bis zum Versagen der Klammern und die Feststellung, dass diese Werte den in der Bauteilprüfung festgelegten Mindestanforderungen entsprechen.

## 4 Berechnung der Klammerschrauben

Für die Berechnung gilt AD 2000-Merkblatt B 7 mit einem Konstruktionszuschlag  $c = 3$  mm. Die Sicherheitsbeiwerte sind der Tafel 3 wie bei Vollschaftschrauben zu entnehmen ( $S = 1,8$  für den Betriebszustand,  $S = 1,3$  für den Einbau- und Prüfzustand). Anstelle des Gütewertes  $\varphi$  tritt jedoch der ermittelte Wert für den Formfaktor  $\psi$ .

Herausgeber:



E-Mail: 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  
www.beuth.de