

ANHANG V

WESENTLICHE SICHERHEITSAUFORDERUNGEN FÜR EINFACHE DRUCKBEHÄLTER

1. Werkstoffe

Die Werkstoffe müssen nach der vorgesehenen Verwendung der Druckbehälter und nach den Z 1.1 bis 1.4 ausgewählt werden.

1.1. Drucktragende Teile

Die zur Herstellung der drucktragenden Teile der Behälter verwendeten Werkstoffe müssen

- a) schweißgeeignet sein;
- b) verformungsfähig und zäh sein, damit ein Bruch bei Mindestbetriebstemperatur nicht zu Splitter- oder Sprödbruch führt;
- c) alterungsunempfindlich sein.

Bei Stahlbehältern müssen die Werkstoffe zusätzlich den Bestimmungen nach Z 1.1.1 und bei Behältern aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen zusätzlich den Bestimmungen nach Z 1.1.2 entsprechen.

Die Werkstoffe müssen von einem durch den Werkstoffhersteller ausgestellten Werkszeugnis gemäß Anhang VII Z 3.1 lit. i begleitet sein.

1.1.1. Stahlbehälter

Die unlegierten Qualitätsstähle müssen nachstehenden Bestimmungen entsprechen:

- a) Sie dürfen nicht unberuhigt sein und müssen im normalgeglühten Zustand oder in einem vergleichbaren Zustand geliefert werden.
- b) Die Gehalte nach der Stückanalyse müssen bei Kohlenstoff unter 0,25% und bei Schwefel und Phosphor jeweils unter 0,05% liegen.
- c) Sie müssen am Halbzeug nachstehende mechanische Eigenschaften aufweisen:

- Der Höchstwert der Zugfestigkeit $R_{m, \max}$ muss unter 580 N/mm² liegen;
- die Bruchdehnung muss folgende Werte aufweisen:

Wenn die Probe parallel zur Walzrichtung entnommen wird,

bei einer Dicke von ≥ 3 mm,	A	$\geq 22\%$,
bei einer Dicke von < 3 mm,	$A_{80 \text{ mm}}$	$\geq 17\%$,

wenn die Probe senkrecht zur Walzrichtung genommen wird,

bei einer Dicke von ≥ 3 mm,	A	$\geq 20\%$,
bei einer Dicke von < 3 mm,	$A_{80 \text{ mm}}$	$\geq 15\%$.

- Der an drei Proben ermittelte Durchschnittswert der Kerbschlagarbeit KCV muss bei Mindestbetriebstemperatur an Längsproben mindestens 35 J/cm² betragen; nur einer der drei Werte darf unter 35 J/cm² liegen, in keinem Fall jedoch unter 25 J/cm². Bei Stählen, die zur Herstellung von Behältern verwendet werden sollen, deren minimale Betriebstemperatur unter -10 °C liegt und deren Wanddicke mehr als 5 mm beträgt, ist die Überprüfung dieser Qualität erforderlich.

1.1.2. Aluminiumbehälter

Das unlegierte Aluminium muss einen Aluminiumgehalt von mindestens 99,5% haben, und die Legierungen gemäß § 26 Z 2 müssen bei maximaler Betriebstemperatur hinreichende Festigkeit gegen interkristalline Korrosion aufweisen.

Außerdem müssen diese Werkstoffe folgenden Bedingungen genügen:

- a) sie müssen in geglühtem Zustand geliefert werden;
- b) sie müssen am Halbzeug nachstehende mechanische Eigenschaften aufweisen:
 - aa) Der Höchstwert der Zugfestigkeit $R_{m, \max}$ darf höchstens bei 350 N/mm² liegen;
 - bb) die Bruchdehnung muss folgende Werte aufweisen:
 - wenn die Probe parallel zur Walzrichtung genommen wird, $A \geq 16\%$,
 - wenn die Probe senkrecht zur Walzrichtung genommen wird, $A \geq 14\%$.

1.2. Schweißzusätze

Die Schweißwerkstoffe, die zur Herstellung der Schweißverbindungen auf oder an den Behältern verwendet werden, müssen für die zu verschweißenden Werkstoffe geeignet sein und eine entsprechende Materialverträglichkeit aufweisen.

1.3. Festigkeitsrelevante Zubehörteile des Behälters

Diese Zubehörteile (Schraubenbolzen, Muttern usw.) müssen entweder aus einem unter Z 1.1 spezifizierten Werkstoff oder aus anderen geeigneten Stahl- oder Aluminiumsorten oder Aluminiumlegierungen bestehen, die sich mit den Werkstoffen vertragen, die für die Herstellung der drucktragenden Teile verwendet werden.

Die letztgenannten Werkstoffe müssen bei minimaler Betriebstemperatur eine angemessene Bruchdehnung und Kerbschlagarbeit haben.

1.4. Nicht drucktragende Teile

Sämtliche nicht drucktragenden Teile geschweißter Druckbehälter müssen aus Werkstoffen hergestellt sein, die mit denen kompatibel sind, aus denen die Elemente gefertigt sind, an die sie angeschweißt werden.

2. Auslegung der Behälter

a) Der Hersteller muss bei der Auslegung der Behälter je nach Verwendungszweck der Behälter folgende Werte festlegen:

- die minimale Betriebstemperatur T_{\min} ;
- die maximale Betriebstemperatur T_{\max} ;
- den maximalen Betriebsdruck PS.

Liegt die gewählte minimale Betriebstemperatur über -10 °C , so müssen die geforderten Materialeigenschaften jedoch schon bei -10 °C gegeben sein.

b) Der Hersteller muss ferner Folgendes berücksichtigen:

- Die Innenwand der Behälter muss kontrolliert werden können;
- die Behälter müssen entleert werden können;
- die mechanischen Eigenschaften müssen dem Behälter während seiner gesamten bestimmungsgemäßen Verwendungszeit ständig erhalten bleiben;
- die Behälter müssen unter Beachtung der vorgeschriebenen Verwendung angemessen gegen Korrosion geschützt sein.

c) Der Hersteller muss auch darauf achten, dass unter den vorgesehenen Verwendungsbedingungen

- die Behälter nicht Spannungen ausgesetzt werden dürfen, die der Benutzungssicherheit schaden könnten;
- der Innendruck den maximalen Betriebsdruck PS nicht betriebsmäßig übersteigen darf. Jedoch darf dieser Druck vorübergehend bis zu 10% überschritten werden.

d) Bei Rund- und Längsschweißnähten sind nur voll durchgeschweißte Nähte oder Schweißungen gleichwertiger Wirksamkeit zulässig. Nach außen gewölbte Böden müssen - außer wenn sie halbkugelförmig sind - einen zylindrischen Bord haben.

2.1. Wanddicke

Beträgt das Produkt $PS \cdot V$ nicht mehr als $3000\text{ bar} \cdot \text{Liter}$, so wählt der Hersteller eines der unter den Z 2.1.1 und 2.1.2 beschriebenen Verfahren zur Bestimmung der Wanddicke des Behälters; beträgt das Produkt $PS \cdot V$ mehr als $3000\text{ bar} \cdot \text{Liter}$ oder übersteigt die maximale Betriebstemperatur 100 °C , so wird diese Dicke nach dem Verfahren der Z 2.1.1 bestimmt.

Die tatsächliche Wanddicke des zylindrischen Mantels und der Böden muss jedoch bei Behältern aus Stahl mindestens 2 mm und bei Behältern aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen mindestens 3 mm betragen.

2.1.1. Berechnungsverfahren

Die Mindestdicke von drucktragenden Teilen wird unter Berücksichtigung der Stärke der folgenden Belastungen und folgender Bedingungen berechnet:

- a) Der zu berücksichtigende Berechnungsdruck muss mindestens so hoch wie der gewählte maximale Betriebsdruck PS sein;
- b) die allgemein zulässige Membranspannung darf höchstens gleich dem kleineren der beiden Werte $0,6 R_{eT}$ oder $0,3 R_m$ sein; der Hersteller muss zur Bestimmung der zulässigen Belastung die vom Werkstoffhersteller garantierten Mindestwerte für R_{eT} und R_m verwenden.

Hat der zylindrische Teil des Behälters jedoch eine oder mehrere geschweißte Längsnähte, die mit nicht automatischen Schweißverfahren hergestellt werden, so ist die nach obigem Verfahren berechnete Dicke mit dem Beiwert 1,15 zu multiplizieren.

2.1.2. Versuchsverfahren

Die Wanddicke ist so festzulegen, dass die Behälter bei Umgebungstemperatur einem Druck standhalten, der mindestens fünfmal über dem maximalen Betriebsdruck liegt, wobei die bleibende Umfangsverformung höchstens 1% beträgt.

3. Herstellungsverfahren

Die Behälter müssen nach Anhang VI Z 2, 3 oder 4 hergestellt und Fertigungskontrollen unterworfen werden.

3.1. Vorbereitung der Bauteile

Bei der Vorbereitung der Bauteile (zB Formen, Abschrägen) dürfen keine Oberflächenfehler oder Risse oder Änderungen der mechanischen Eigenschaften entstehen, die die Sicherheit der Behälter beeinträchtigen könnten.

3.2. Schweißungen an drucktragenden Teilen

Die Schweißungen und angrenzenden Flächen müssen ähnliche Eigenschaften wie die geschweißten Werkstoffe haben und dürfen an der Oberfläche und im Inneren keine Mängel aufweisen, die die Sicherheit der Behälter beeinträchtigen könnten.

Die Schweißungen sind von geprüften Schweißern oder Fachkräften mit angemessener Befähigung nach zugelassenen Schweißverfahren durchzuführen. Solche Zulassungs- und Qualifikationsprüfungen werden von notifizierten Stellen durchgeführt.

Der Hersteller muss ferner durch entsprechende ordnungsgemäß durchgeführte Prüfungen im Verlauf der Herstellung sicherstellen, dass eine gleichmäßige Qualität der Schweißnähte erreicht wird. Über die Prüfungen wird ein Bericht erstellt.

4. Inbetriebnahme der Behälter

Den Behältern muss die vom Hersteller verfasste Betriebsanleitung im Sinne des Anhangs VII Z 2 beigelegt sein.