

# AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Juni 2017

<b>Herstellung und Prüfung von Druckbehältern</b>	<b>Besondere Druckbehälter Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen</b>	<b>AD 2000-Merkblatt HP 801 Nr. 14</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 G 1.

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.

FDBR e. V. Fachverband Anlagenbau, Düsseldorf

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin

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 TÜV 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 TÜV e. V., Friedrichstraße 136, 10117 Berlin.**

## Inhalt

	Seite
0 Präambel .....	2
1 Geltungsbereich.....	2
2 Begriffe .....	2
3 Anforderungen an Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen.....	2
4 Zusätzliche Anforderungen für Druckbehälter in Ammoniak- Kälteanlagen.....	2

Ersatz für Ausgabe Februar 2004; | = Änderungen gegenüber der vorangehenden Ausgabe

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.

## 0 Präambel

Zur Erfüllung der wesentlichen Sicherheitsanforderungen der Druckgeräterichtlinie kann das AD 2000-Regelwerk angewandt werden, vornehmlich für die Konformitätsbewertung nach den Modulen „G“ und „B (Baumuster) + 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 Druckgeräterichtlinie oder für andere Rechtsgebiete kann das AD 2000-Regelwerk sinngemäß angewandt werden. Die Prüfzuständigkeit richtet sich nach den Vorgaben des jeweiligen Rechtsgebietes.

## 1 Geltungsbereich

Dieses AD 2000-Merkblatt HP 801 Nr. 14 enthält zusätzliche Anforderungen für Druckbehälter in Kälteanlagen sowie Wärmepumpenanlagen und geht insoweit den anderen AD 2000-Merkblättern vor.

Ausgenommen sind Druckbehälter, die ausschließlich aus Teilen mit weniger als 10 cm<sup>2</sup> lichtem Querschnitt bestehen. Für Druckbehälter in Kälteanlagen gelten die AD 2000-Merkblätter HP 801 Nr. 26, 27, 34 und 37 nicht.

## 2 Begriffe

Kälteanlagen im Sinne dieses AD 2000-Merkblattes sind Kälteanlagen und Wärmepumpen, die nach dem Kompressionsprinzip oder nach dem Absorptionsprinzip arbeiten. Sie umfassen eine Kombination von Anlagenteilen, die einen geschlossenen Kältemittelkreislauf bilden, in dem flüssiges Kältemittel durch Verdampfen Wärme aufnimmt und gasförmiges Kühlmittel, nachdem es mit mechanischer oder thermischer Verdichtung auf höheren Druck gebracht wurde, durch Verflüssigung Wärme abgibt.

## 3 Anforderungen an Druckbehälter in Kälteanlagen und Wärmepumpenanlagen

**3.1** Druckbehälter in Kälteanlagen sind entsprechend dem Stand der Technik auszulegen. Dies gilt insbesondere als erfüllt, wenn die DIN EN 378 eingehalten wird.

**3.2** Bezug nehmend auf AD 2000-Merkblatt A 5, Abschnitt 2.1.3 sind Mannlöcher und Besichtigungsöffnungen nicht erforderlich.

**3.3** Gedämmte Anlagenteile sind besonders im Taupunktbereich und bei wechselnden Innentemperaturen durch Tauwasser bzw. Eisbildung stark korrosionsgefährdet. Alle Anlagenteile müssen vor der Dämmung mit einem dauerhaft dichten und elastischen Korrosionsschutz entsprechend DIN EN ISO 12944 versehen werden. Die Dämmung muss hinreichend dicht und gegen Durchfeuchtung (Dampfbremse) geschützt sein. Die Dämmung und Dampfbremse sollen durch Halterungen nicht durchbrochen oder beschädigt werden. Die Dämmung ist nach DIN 4140 auszuführen.

**3.4** Für die Auslegung der Sicherheitsventile und Überströmventile ist DIN EN 13136 zu berücksichtigen. Die Überströmleitungen von Überströmventilen sollten vorzugsweise in die Gasphase einmünden und müssen auf kürzestem Wege in Anlagenteile niedrigeren Druckes (z. B. die Rücklaufleitung zum Abscheider) abblasen und wie folgt ausgeführt sein:

- (1) Es sind Absperreinrichtungen vor und hinter dem Überströmventil vorzusehen.
- (2) Die Absperreinrichtungen müssen in Offenstellung blockierbar (z. B. Hülse, Kappe, Bügel) und gegen unbefugtes Verstellen sicherbar sein.
- (3) Sammelleitungen von Überströmventilen mit Ammoniak sind zu kennzeichnen.

**3.5** Sicherheitsventile und Überströmventile dürfen nicht mit Anlufthebel versehen sein.

**3.6** Der Einstelldruck der Sicherheitsdruckbegrenzer muss mindestens 10 % unter dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils gemäß DIN EN 378-2, Tabelle 3 eingestellt sein.

## 4 Zusätzliche Anforderungen für Druckbehälter in Ammoniak-Kälteanlagen

**4.1** Die Mindestauslegungsdrücke sind gemäß DIN EN 378-2, Tabelle 2 zu ermitteln und betragen:

- für die Niederdruckseite 12 bar,
- für die Hochdruckseite 16 bar.

**4.2** Das Auftreten von Spannungsrisskorrosion in Ammoniak-Kälteanlagen ist nicht zu befürchten, wenn

- zähe Werkstoffe mit einer Streckgrenze  $\leq 370$  MPa verwendet werden und
- sauerstoff- bzw. luftfreie Kältemittelkreisläufe vorliegen,
- Kerbschlagzähigkeit bis zu den vorgesehenen tiefsten Anwendungstemperaturen nachgewiesen wird.

Ein Restwassergehalt  $\geq 0,2$  Gew.-% (bezogen auf Ammoniak) kann als zusätzlicher Inhibitor zur Vermeidung von Spannungsrisskorrosion wirken. Kupfer, Zink und Kupferlegierungen sowie die Nickellegierung NiCu30Fe dürfen für ammoniakführende Anlagenteile nicht verwendet werden. Bei tiefen Anwendungstemperaturen ist AD 2000-Merkblatt W 10 zu beachten.

**4.3** Zur Vermeidung von Spannungsrisskorrosion sollten nur Werkstoffe mit einer Streckgrenze  $\leq 370$  MPa und entsprechender Zähigkeit, z. B. bei unlegierten und legierten ferritischen Stählen für die Probenrichtung quer bei Raumtemperatur mindestens

- Bruchdehnung  $A \geq 16$  %,
  - Kerbschlagarbeit  $KV_2$  nach DIN EN ISO 148-1  $\geq 27$  J (Mittelwert aus 3 Versuchen),
- verwendet werden.

Sofern höherfestere Werkstoffe eingesetzt werden, sind entsprechende Maßnahmen bezüglich der Vermeidung der Spannungsrisskorrosion zu treffen.

**4.4** Für Armaturengehäuse sind nur Werkstoffe mit gewährleisteter Kerbschlagarbeit wie Gusseisen mit Kugelgraphit EN-GJS-350-22-LT, EN-GJS-400-18-LT oder höherwertig zulässig. Gusseisen mit Lamellengraphit (Grauguss) ist nicht zulässig. Ausnahmsweise darf in begründeten Einzelfällen hiervon für kältetechnische Armaturen bis  $\leq$  DN 50 abgewichen werden.

**4.5** Standanzeiger sind erforderlich in Sammlern und bei bestimmungsmäßig in Betrieb nicht vollständig überfluteten Verdampfern. Fernanzeigen sind sicherheitstechnisch nicht zwingend erforderlich. Darf aus sicherheitstechnischen Gründen ein bestimmtes Niveau nicht über- oder unterschritten werden, sind Sollwertabweichungen zu alarmieren. Glasrohre als Standanzeiger sind nicht zulässig.

**4.6** Die Endstellung der sicherheitstechnisch erforderlichen fernbetätigbaren Absperrarmaturen muss vor Ort eindeutig erkennbar oder kenntlich sein. Dies muss zusätzlich am Betätigungsort angezeigt werden. Sicherheitstechnisch erforderliche Absperrklappen sind nur in doppelzentrischer Ausführung zulässig.

Wenn die Absperrarmatur zwischen Druckbehälter (z. B. Verflüssiger) und Sammler nicht betriebsmäßig zu betätigen ist, darf die Überdruckabsicherung des Verflüssigers über die Sicherheitseinrichtung des Hochdrucksammlers erfolgen.

Betriebsmäßig nicht zu betätigende Absperrarmaturen müssen in Betriebsstellung gegen unbefugtes Betätigen sicherbar sein.

Spindeln für Absperrarmaturen müssen aus nichtrostendem Stahl ausgeführt sein.

**4.7** Füllschläuche sind entsprechend dem Stand der Technik auszulegen. Dies ist insbesondere erfüllt bei Einhaltung der DIN EN 1736. Füllschläuche dürfen maximal eine Nennweite von DN 25 haben und sollten eine Gesamtlänge von 5 m nicht überschreiten. Der Füllschlauch ist gegen Beschädigung, z. B. durch Überrollen von Fahrzeugen, zu sichern.

**4.8** Die gesamte Anlage muss einer Dichtheitsprüfung nach DIN EN 378-2 unterzogen werden.

## **4.9 Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter mit mehr als 300 kg flüssigem Ammoniak, ausgenommen Wärmeaustauscher**

**4.9.1** An Druckbehältern, die mehr als 300 kg flüssiges Ammoniak betriebsmäßig enthalten können, ausgenommen Wärmeaustauscher, müssen die Stutzen mit einer Nennweite von mindestens DN 25 und einer Wanddicke  $s \geq 3,2$  mm nach DIN EN 10220 ausgeführt sein.

Für Druckbehälter nach Satz 1 gelten die nachfolgenden Anforderungen:

- (1) Die Anzahl der Behälterstutzen soll minimiert werden. Die Festlegung der Anzahl der Stutzen muss dabei unter Berücksichtigung der kältetechnischen Gegebenheiten erfolgen.
- (2) Stutzen im Kremenbereich müssen vermieden werden. Sind sie jedoch vorhanden, so hat eine 100%ige zerstörungsfreie Prüfung im Rahmen der Schlussprüfung zu erfolgen.
- (3) Alle Stutzeneinschweißnähte müssen von außen prüffähig ausgeführt werden.
- (4) Einseitige Kehlnähte an Stutzen sind nicht zulässig.

**4.9.2** Standanzeiger mit langen Schauglasplatten nach DIN EN 12178 sind zulässig, wenn sie beidseitig mit Schnellschlussventilen und Kugelselbstschluss ausgerüstet sind. Runde Schaugläser nach DIN 7080 dürfen im Ölkreislauf der Verdichterbaugruppe (z. B. Ölabscheider) eingebaut werden, wenn der Schauglasplattendurchmesser 63 mm nicht überschreitet. Um Spannungen beim Einbau der Gläser auszuschließen, sollten nur metallgefasste Schauglasplatten (z. B. nach DIN 28121, Ausführung A, oder thermisch vorgespannte Gläser, die in einem Metallring nach DIN 7079-1 eingegossen sind) eingesetzt werden.

**4.9.3** Bei Druckbehältern nach Abschnitt 4.9.1, erster Absatz sind bei Verwendung von Sicherheitsventilen als Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung zwei Sicherheitsventile mit vorgeschaltetem Wechselventil einzusetzen. Soweit technisch möglich, sind die Sicherheitsventile in der Gasphase anzuordnen.

Sicherheitsventile, die in die Atmosphäre abblasen, sind wie folgt auszurüsten:

- Vorschaltung von Berstscheiben mit Zwischenraumüberwachung und Druckalarmeinrichtung (Druckwächter) oder
- Gassensor in der Ausblaseleitung oder
- Verwendung von Sicherheitsventilen mit Elastomerdichtung, mit Drucküberwachung des abgesicherten Anlagenteils mit Alarmierung an die ständig besetzte Stelle bei 2 bar unter dem Ansprechdruck des Sicherheitsventils.

Der Ansprechdruck des den Zwischenraum überwachenden Druckwächters sollte auf einen Druck  $< 0,5$  bar eingestellt werden. Bei Ansprechen des Wächters muss ein Alarm in der Messwarte bzw. im Messstand ausgelöst werden.

**4.9.4** An Schweißnähten der Druckbehälter sind die zerstörungsfreien Prüfungen objektgebunden durchzuführen; die Durchstrahlungs- und US-Prüfung an Längsnähten und Rundnähten gemäß AD 2000-Merkblatt HP 5/3, jedoch an mindestens 10 % der Nähte (bei Schweißnähten, die mit flüssigem Ammoniak beaufschlagt werden, an mindestens 20 % der Nähte), unter Erfassung aller T-Stöße.

Stutznähte sollen zu 100 % einer Durchstrahlungs- oder Ultraschallprüfung unterzogen werden. In Einzelfällen darf diese Prüfung durch eine Oberflächenrissprüfung ersetzt werden.

#### **4.10 Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter in Ammoniak-Kälteanlagen mit einem Gesamtinhalt von mehr als 3 t Kältemittel**

**4.10.1** Wenn Verflüssiger im bestimmungsgemäßen Betrieb einen Füllstand von flüssigem Ammoniak aufweisen können, gelten die Anforderungen für Druckbehälter gemäß Abschnitt 4.9.1, zweiter Absatz.

**4.10.2** Zulaufleitungen für Ammoniumpumpen an  $\text{NH}_3$ -Abscheidern sollten über nur einen Stutzen angeschlossen werden. Die Festlegung der Anzahl der Stutzen muss dabei unter Berücksichtigung der kältetechnischen Gegebenheiten erfolgen. Pumpenzulaufleitungen aus dem Zentralabscheider sind behälternahe mit einer fernbetätigbaren Absperrarmatur auszurüsten. Um Reparaturen an fernbetätigbaren Armaturen durchführen zu können, empfiehlt es sich, eine betriebsmäßig nicht bedienbare Absperrarmatur vorzuschalten. Die fernbetätigbare Absperrarmatur ist auf der Saugseite der Pumpe einzubauen.

Herausgeber:



Verband der TÜV e.V.

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  
[kundenservice@beuth.de](mailto:kundenservice@beuth.de)  
[www.beuth.de](http://www.beuth.de)