

# AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe Mai 2016

<b>Herstellung und Prüfung von Druckbehältern</b>	<b>Besondere Druckbehälter Ammoniaklagerbehälteranlagen</b>	<b>AD 2000-Merkblatt HP 801 Nr. 34 korrigierte Fassung 09.2016</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 Werkstoffe für ammoniakbeaufschlagte Anlagenteile .....	2
4 Berechnung .....	3
5 Herstellung.....	3
6 Ausrüstung.....	5
7 Aufstellung .....	6
8 Prüfungen .....	6

Ersatz für Ausgabe Mai 2002; | = Änderungen gegenüber der vorangehenden Ausgabe; | Korrektur

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 grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Druckgeräterichtlinie 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 Druckgeräterichtlinie oder für andere Rechtsgebiete kann das AD 2000-Regelwerk sinngemäß angewandt werden. Die Prüfständigkeit richtet sich nach den Vorgaben des jeweiligen Rechtsgebietes.

## 1 Geltungsbereich

Dieses AD 2000-Merkblatt HP 801 Nr. 34 enthält zusätzliche Anforderungen für Ammoniaklagerbehälteranlagen und geht insoweit den anderen AD 2000-Merkblättern vor.

**1.1** Dieses AD 2000-Merkblatt HP 801 Nr. 34 gilt für Ammoniaklagerbehälteranlagen zum Lagern von druckverflüssigtem Ammoniak.

**1.2** Dieses AD 2000-Merkblatt HP 801 Nr. 34 gilt nicht für Ammoniaklagerbehälteranlagen, die Bestandteil von verfahrenstechnischen Anlagen oder Kälteanlagen sind. Verfahrenstechnische Anlagen sind die Gesamtheit aller notwendigen sowie in Reserve stehenden Einrichtungen für die Durchführung des Ablaufs von chemischen, physikalischen oder biologischen Vorgängen zur Gewinnung, Herstellung oder Beseitigung von Stoffen oder Produkten.

## 2 Begriffe

Die Ammoniaklagerbehälteranlage (Anlage) endet an der Verbindungsstelle der Leitung

- zur Einspeisung von Ammoniak aus verfahrenstechnischen Anlagen,
- zum Verbraucher bzw. an der Ausgangsseite des Verdampfers, soweit der Verdampfer zum Ammoniaklagerbehälter gehört, oder
- mit Füllanlagen.

## 3 Werkstoffe für ammoniakbeaufschlagte Anlagenteile

### 3.1 Zulässige Werkstoffe

#### 3.1.1 Bleche

**3.1.1.1** Ferritische Stähle nach AD 2000-Merkblatt W 1, Abschnitt 2.2, 2.3 und 2.4, mit einem Mindestwert der Streckgrenze bei Raumtemperatur  $\leq 355$  MPa und einem Mindestwert der Bruchdehnung  $\geq 22$  %, in Verbindung mit Grenzwerten für die chemische Zusammensetzung und für die gemessene Streckgrenze bei Raumtemperatur nach Abschnitt 3.1.6.

**3.1.1.2** Stabilisierte oder kohlenstoffarme (C-Gehalt  $\leq 0,03$  %) austenitische Stähle, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 2. Diese dürfen unter Berücksichtigung von AD 2000-Merkblatt W 8 auch als Aufagewerkstoff bei Walzplattierungen eingesetzt werden.

#### 3.1.2 Rohre für Stutzen

**3.1.2.1** Nahtlose Rohre, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 4 aus P235TR2 nach DIN EN 10216-1, P235GH-TC2 nach DIN EN 10216-2 sowie aus Feinkornbaustählen nach DIN EN 10216-3 mit einem Mindestwert der Streckgrenze  $\leq 355$  MPa, in Verbindung mit Grenzwerten für die chemische Zusammensetzung und für die gemessene Streckgrenze bei Raumtemperatur nach Abschnitt 3.1.6.

**3.1.2.2** Rohre aus stabilisierten oder kohlenstoffarmen (C-Gehalt  $\leq 0,03$  %) austenitischen Stählen, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 2.

#### 3.1.3 Flansche

Flansche, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 9, aus:

- S235JRG2 und S235J2G3 nach DIN EN 10250-2, S235JR+N und S235J2+N nach DIN EN 10025-2, P250GH nach DIN EN 10222-2, Nationaler Anhang NB und P250GH/C 22.8 nach VdTÜV-Werkstoffblatt 350, Feinkornbaustählen nach DIN EN 10028-1 und -3 und DIN EN 10222-4 oder DIN EN 10273 mit einem Mindestwert der Streckgrenze (bei Schmiedestücken für die kleinste Dicke des maßgeblichen Querschnitts)  $\leq 355$  MPa, in Verbindung mit Grenzwerten für die chemische Zusammensetzung und für die gemessene Streckgrenze bei Raumtemperatur nach Abschnitt 3.1.6, und
- stabilisierten oder kohlenstoffarmen (C-Gehalt  $\leq 0,03$  %) austenitischen Stählen, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 2.

## 3.1.4 Gusswerkstoffe

Pumpen und Gehäuse aus:

- Gusseisen mit Kugelgraphit, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 3/2 aus EN-GJS-350-22-LT und EN-GJS-400-18-LT nach DIN EN 1563,
- ferritischem Stahlguss, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 5 aus GE200 und GE240 nach DIN EN 10293 und GP240GH nach DIN EN 10213,
- austenitischem Stahlguss, z. B. nach AD 2000-Merkblatt W 5.

## 3.1.5 Sonstige unlegierte normalgeglühte Stähle nach Eignungsfeststellung

Sonstige unlegierte normalgeglühte Stähle, die nicht in Abschnitt 3.1.1.1 genannt sind, müssen einen Mindestwert der Streckgrenze bei Raumtemperatur  $\leq 355$  MPa und einen Mindestwert der Bruchdehnung  $A \geq 22$  % sowie einen Mindestwert der Kerbschlagarbeit (Mittelwert  $KV_2$  aus 3 Proben, Probenrichtung wie bei den vergleichbaren Stählen nach den Abschnitten 3.1.1 bis 3.1.3) von 27 J bei tiefster zulässiger Temperatur aufweisen.

Der Nachweis der Schweißeignung ist durch den Hersteller zu führen. Die Vorwärmung, die Wärmeführung während des Schweißens und die Art der Wärmebehandlung nach dem Schweißen sind vom Hersteller anzugeben.

## 3.1.6 Zusätzliche Beschränkungen für ferritische Stähle

In der Schmelzenanalyse darf der Massenanteil an Molybdän höchstens 0,04 % und der an Vanadium höchstens 0,02 % betragen.

Bei Stählen mit einer Mindeststreckgrenze von 355 MPa im Bereich der kleinsten Erzeugnisdicke ist die chemische Zusammensetzung so einzustellen, dass im normalgeglühten Zustand die gemessene Streckgrenze bei Raumtemperatur den Wert von 440 MPa und bei warmgeformten Böden aus Blechen nach Abschnitt 3.1.1.1 den Wert von 470 MPa nicht übersteigt. Bei warmgeformten Böden aus Blechen sind Werte über 470 MPa zulässig, wenn an zusätzlich normalgeglühten Proben aus dem Boden nachgewiesen wird, dass die gemessene Streckgrenze bei Raumtemperatur den Wert von 440 MPa nicht übersteigt.

## 3.2 Nicht zulässige Werkstoffe

Alle Werkstoffe, die von Ammoniak angegriffen werden, z. B. Kupfer, Kupferlegierungen, Nickellegierung NiCu30Fe, cadmierte Werkstoffe, dürfen für ammoniakbeaufschlagte Anlagenteile nicht verwendet werden.

## 4 Berechnung

### 4.1 Lagerbehälter

**4.1.1** Die Berechnung der Wanddicke für einwandige Lagerbehälter bei oberirdischer Lagerung erfolgt für einen Überdruck gleich dem Dampfdruck des Ammoniaks bei der höchstmöglichen Temperatur nach AD 2000-Merkblatt HP 801 Nr. 27, Abschnitt 2.4, wenn betriebsmäßig kein höherer Druck vorgesehen ist oder entstehen kann.

**4.1.2** Zusatzkräfte in der Behälterwandung werden nach AD 2000-Merkblatt S 3 rechnerisch berücksichtigt. In der Regel handelt es sich um Zusatzkräfte, die durch Behälterstütze oder Sättel, auch in Abhängigkeit von der Bettungsart, entstehen können.

**4.1.3** Bei der konstruktiven Ausführung sind mehrachsige Spannungszustände durch örtliche Werkstoff- und Schweißgutanhäufungen sowie scharfe Wanddickenübergänge, d. h. örtliche Steifigkeitssprünge, zu vermeiden. Die Schweißnähte sind, soweit möglich, in Zonen verringerter Beanspruchung, also nicht im unmittelbaren Bereich von Form- und Querschnittsübergängen sowie von Krafteinleitungspunkten, zu legen. Die Behälterabmessungen sind, unabhängig von der Berechnung gegen Innendruck, so zu wählen, dass keine angeschweißten Versteifungsringe notwendig sind.

## 5 Herstellung

### 5.1 Allgemeine Anforderungen

**5.1.1** Alle Schweißverbindungen am Lagerbehälter müssen für die vorgesehenen zerstörungsfreien Prüfungen zugänglich und prüfbar sein.

**5.1.2** Bei Ausführung des Lagerbehälters als liegender zylindrischer Behälter ist die Auflagerung nach DIN 28080, Form D, auszuführen. Es handelt sich um Sättel mit Verstärkungsblech, auf die der Lagerbehälter lose aufgelegt und, z. B. durch Nocken, gegen Verschieben und Verdrehen gesichert ist. Die Verstärkungsbleche dürfen am Lagerbehälter nicht angeschweißt werden. Der Umschlingungswinkel sollte mindestens 120° betragen.

**5.1.3** Schweißverbindungen sind gegenüber Flanschverbindungen zu bevorzugen. Beim Einsatz von Flanschverbindungen sind Flansche mindestens der Druckstufe PN 25 mit formschlüssigen Dichtungen (z. B. DIN EN 1092-1) zu wählen.

## 5.2 Anforderungen bei ferritischen Stählen

### 5.2.1 Schweißen

**5.2.1.1** Beim Schweißen ist DIN EN 1011-2 zu beachten, bei normalgeglühten Feinkornbaustählen in Verbindung mit den informativen Anhängen C bis F.

**5.2.1.2** Kaltumgeformte Böden, auch solche, die vor dem Kaltumformen aus Einzelteilen zusammengeschweißt werden, sind normalzuglügen.

**5.2.1.3** Für die Ausführung der Schweißverbindungen kommen das WIG-Verfahren, das E-Hand- oder das UP-Verfahren zur Anwendung, mit einer zur Erzielung möglichst niedriger Härte geeigneten Wärmeeinbringung. Dabei soll die Härte im Schweißgut am Bauteil nach dem Spannungsarmglühen 230 HV 10 (Mittelwert aus 3 Messungen) nicht überschreiten.

**5.2.1.4** Es dürfen nur eignungsgeprüfte Schweißzusätze verwendet werden, die weder molybdän- noch vanadiumlegiert sind. Die Umhüllung von Elektroden bzw. das UP-Schweißpulver muss basischen Charakter haben.

Damit das Schweißgut nicht durch Wasserstoff geschädigt wird, sind für die Lagerung und Trocknung folgende Angaben zu beachten:

(1) Die Lagerung hat in trockenen Lagerräumen zu erfolgen. Wenn vom Hersteller nicht anders angegeben, sind eine relative Luftfeuchte von  $< 60\%$  und eine Temperatur von mindestens  $+18\text{ °C}$  einzuhalten.

(2) Stabelektroden sind im Anschluss an eine Lagerung rückzutrocknen. Dafür gelten, wenn vom Hersteller nicht anders festgelegt, folgende Eckwerte:

Für Stabelektroden zum Schweißen von Feinkornbaustählen mit einer Mindeststreckgrenze  $\leq 355\text{ MPa}$  und einem entsprechend weichen Schweißgut (Streckgrenze max.  $420\text{ MPa}$ ): Mindestens 2 Stunden bei einer Temperatur von  $250\text{ °C}$ .

Für Stabelektroden zum Schweißen von hochfesten Feinkornbaustählen mit einer Mindeststreckgrenze  $> 355\text{ MPa}$ : Mindestens 2 Stunden bei einer Temperatur von  $300\text{ °C}$  bis  $350\text{ °C}$ . Die Trocknungszeit soll 10 Stunden nicht überschreiten. Innerhalb der Summe von max. 10 Stunden kann das Trocknen mehrfach erfolgen.

Nach dem Rücktrocknen und Abkühlen im Ofen auf  $200\text{ °C}$  sind die Stabelektroden – die nicht unmittelbar verbraucht werden – in einem Wärmeschrank bei einer Temperatur von  $150\text{ °C}$  bis  $200\text{ °C}$  zwischenzulagern. Die Zeitdauer des Zwischenlagerns, gegebenenfalls mehrfach nach einem Rücktrocknen, ist jeweils begrenzt auf eine Woche. Nach der Entnahme aus dem Wärmeschrank werden die Stabelektroden am Schweißplatz bis zu ihrem Verbrauch in einem beheizten Köcher bei einer Temperatur von  $150\text{ °C}$  bis  $200\text{ °C}$  aufbewahrt.

(3) Für Feinkornbaustähle mit einer Streckgrenze von  $355\text{ MPa}$  ist wasserstoffkontrolliertes Schweißgut mit Wasserstoffwert B nach DIN EN 1011-2, Anhang C, Tabelle C.2, einzusetzen. Bei Rohrleitungen sind die Wurzellagen anschließend nach dem WIG-Verfahren zu schweißen. Abweichungen bedürfen der Abstimmung mit der zuständigen unabhängigen Stelle.

(4) Die Schweißzusätze und -hilfsstoffe sind so auszuwählen und schweißtechnisch zu verarbeiten, dass die Streckgrenze des Schweißgutes bei Raumtemperatur und die Härte der Schweißverbindung dem Grundwerkstoff angepasst sind, z. B. durch den Einsatz von Schweißgut mit Mn-Gehalten  $< 1\%$ . Die Zugfestigkeit und die Streckgrenze des reinen Schweißgutes dürfen die Gewährleistungswerte des Grundwerkstoffes um bis zu  $10\%$  unterschreiten, wenn die Zugprobe quer zur Schweißnaht die Festigkeitswerte des Grundwerkstoffes erreicht.

**5.2.1.5** Die Arbeitsprüfung an Prüfstücken erfolgt nach den einschlägigen AD 2000-Merkblättern der Reihe HP.

**5.2.1.6** Die Vorwärm- und Zwischenlagertemperaturen für das Schweißen der Feinkornbaustähle sollen mindestens  $100\text{ °C}$  betragen; die obere Temperaturgrenze ist analog den VdTÜV-Werkstoffblättern 351/1 bis 354/1 bzw. 354/3 festzulegen. Diese Vorwärm- und Zwischenlagertemperaturen können gleichermaßen auch für sonstige unlegierte Stähle verwendet werden. Es sollten dabei für Schweißungen am Lagerbehälter großflächig über den Werkstoffquerschnitt Temperaturen im oberen angegebenen Bereich zur Anwendung kommen und mit einer ausreichenden Zahl von Messstellen überwacht werden.

**5.2.1.7** Die Schweißnahtgüte muss der Bewertungsgruppe B nach DIN EN ISO 5817 entsprechen.

### 5.2.2 Spannungsarmglühen

**5.2.2.1** Vor dem Spannungsarmglühen sind die Schweißnahtoberflächen wie folgt zu bearbeiten:

— Behälterinnenseite (ammoniakbenetzte Seite)

Längs- und Rundnähte sind blechen und kerbfrei zu bearbeiten. Innenseitige Stutznähte und Nähte für Anschlusssteile sind kerbfrei mit sanften Übergängen zu bearbeiten; übermäßige Erwärmung ist zu vermeiden.

— Behälteraußenseite

Alle Schweißnähte müssen prüffähig sein.

Die Anschweißsteile, z. B. Nocken, sind vor dem Spannungsarmglühen anzubringen.

**5.2.2.2** Die Eignung der Wärmebehandlungseinrichtung ist im Hinblick auf die vorgegebenen Temperaturtoleranzen vor der Wärmebehandlung zu überprüfen.

**5.2.2.3** Die Lagerbehälter sind nach der Fertigstellung unter Erfassung aller Schweißnähte und kaltumgeformten Grundwerkstoffbereiche einer Spannungsarmglühung bei  $570 \pm 20\text{ °C}$  zu unterziehen; Haltedauer  $2\text{ min/mm}$  Wanddicke,

mind. 30 min, jedoch nicht mehr als 90 min (mit Rücksicht auf mögliche Mehrfachglühung). Die Messstellen müssen in ausreichender Anzahl (Abstimmung zwischen Besteller, Hersteller und zuständiger unabhängiger Stelle), über Umfang und Länge verteilt, am Lagerbehälter angebracht werden.

Die Temperaturführung ist beim Glühvorgang zu überwachen. Für das Anwärmen des Lagerbehälters auf Glühtemperatur gilt eine maximale Wärmerate von 50 K/h und für das Abkühlen eine Kühlrate im Temperaturbereich  $300\text{ °C} \leq t \leq 570\text{ °C}$  von maximal 50 K/h. Die Abkühlung unter 300 °C erfolgt an ruhender Luft. Alternative Maßnahmen zur Vermeidung unzulässiger Spannungen oder zum Spannungsabbau bedürfen der Zustimmung des Bestellers und der zuständigen unabhängigen Stelle.

**5.2.2.4** Die Lagerbehälter sollten als Ganzes im Ofen einer Spannungsarmglühung unterzogen werden. Ein anderes Vorgehen bedarf der Zustimmung des Bestellers und der zuständigen unabhängigen Stelle.

**5.2.2.5** Nach dem Spannungsarmglühen dürfen am Lagerbehälter keine Schweiß- oder Schleifarbeiten und keine Verformungsvorgänge, die Zugspannungen auf der Lagerbehälterinnenseite nach sich ziehen, ausgeführt werden. Kleinere Schleifarbeiten an der Lagerbehälteraußenseite sind zulässig. Abweichungen hiervon bedürfen der Zustimmung des Bestellers und der zuständigen unabhängigen Stelle.

**5.2.2.6** Ein Spannungsarmglühen ist weiterhin erforderlich an

- allen kaltgebogenen Rohrleitungen,
- Schweißverbindungen bis zur ersten Absperrarmatur,
- den Verdampfern und
- allen übrigen Schweißverbindungen mit Härtewerten  $> 230\text{ HV }10$ .

Wenn aufgrund der konstruktiven Gegebenheiten von einer hinreichend niedrigen Gefährdung durch Spannungsrissskorrosion ausgegangen werden kann, kann nach Rücksprache mit der zuständigen unabhängigen Stelle auf das Spannungsarmglühen nach Satz 1 verzichtet werden.

## 5.2.3 Kugelstrahlen

Ist für Lagerbehälter eine Kugelstrahlbehandlung vorgesehen, soll diese nach der Druckprüfung vorgenommen werden.

## 5.3 Anforderungen bei austenitischen Stählen

Für austenitische Stähle gelten die Anforderungen an die Herstellung des Lagerbehälters nach dem AD 2000-Regelwerk.

## 6 Ausrüstung

### 6.1 Lagerbehälter

**6.1.1** Für eine Inertisierung des Lagerbehälters sind entsprechende Einrichtungen vorzusehen.

**6.1.2** Wird für die Einsteigöffnungen und Rohranschlüsse ein Domschacht vorgesehen, muss er so hoch sein, dass alle im Domschacht vorgesehenen Flanschverbindungen unterhalb dessen Oberkante zu liegen kommen. Der Domschacht muss nicht mit dem Druckbehälter durch Schweißnähte verbunden sein. Er ist konstruktiv so auszuführen, dass die Dehnungsbehinderung am Behältermantel gering gehalten wird.

**6.1.3** An dem Lagerbehälter sollte für die Restentleerung an der tiefsten Stelle ein Stutzen mit einer innen liegenden oder einer außen liegenden eingeschweißten Armatur und Blindflanschabschluss angebracht sein.

**6.1.4** Alle Stutzen am Lagerbehälter sollen eine Mindestnennweite von DN 50 haben. Das Verhältnis  $s_S/s_A$  sollte 1,5 nicht überschreiten (Bezeichnungen nach AD 2000-Merkblatt B 9). Scheibenförmige Ausschnittverstärkungen sind nicht zulässig. Die Verschwächung ist durch die Wanddicke der Stutzen zu kompensieren. Die Stutzen sollen innenbündig eingesteckt und voll über den Querschnitt der Behälterwand, Anschweißteile (außer Schachtbleche) mit K-Naht und Doppelkehlnaht angeschweißt werden. Stutzen bis einschließlich DN 100 können auch aufgeschweißt werden, wobei die Nahtwurzel auszubohren oder auszuschleifen ist (ohne Restspalt). Bei eingesteckten Stutzen sind die Innenkanten und bei aufgesteckten Stutzen die Bohrung innen abzurunden.

### 6.2 Verdampfer

**6.2.1** Verdampfer in Anlagen mit einem Fassungsvermögen  $> 30\text{ t}$  müssen den folgenden Anforderungen genügen.

**6.2.2** Verdampfer müssen indirekt, z. B. über einen Wärmeträgerkreislauf, beheizt werden. Ammoniakereinbruch in das Wärmeträgermedium muss zu einem unverzüglichen Absperren der Ammoniakzufuhr und Abschalten der Beheizung führen.

**6.2.3** Im Bereich von Verdampfern muss ein Not-Aus-System mit leicht erreichbarem Auslösesystem vorhanden sein, das den Verdampfer von anderen Anlagenteilen absperren kann. Das Not-Aus-System kann in Teilsysteme untergliedert werden und von Hand oder selbsttätig ausgelöst werden.

**6.2.4** Die Verdampferstation ist mit Gasdetektoren auszurüsten, die an eine zentrale Gaswarnanlage angeschlossen sind und zum Absperren der Ammoniakzufuhr führen. Die gesamte Einrichtung aus Gaswarnanlage und Einrichtung zur Erfüllung der Abschaltfunktion muss hinreichend fehlersicher sein; dies ist beispielsweise erfüllt, wenn DIN EN 50156-1 (VDE 0116-1), Abschnitt 10, eingehalten wird.

## 6.3 Armaturen

Armaturen, die mit Ammoniak in der Flüssigphase oder in unregelmäßiger Gasphase betrieben werden, sind in der Druckstufe mindestens PN 25 auszuführen.

## 7 Aufstellung

**7.1** Pumpen für Ammoniak dürfen nicht in engen Schächten aufgestellt werden. Die Aufstellung in einem Auffangraum unter Erdgleiche ist zulässig, wenn die Entwässerung über automatisch arbeitende, explosionsgeschützte Tauchpumpen in einem Auffangraum der Anlage erfolgt.

**7.2** Armaturen sollten in Gruppen zusammengefasst werden.

**7.3** Armaturengruppen sind mit einer Wassersprüheinrichtung zum Niederschlag von Gas aus Leckagen auszurüsten. Stationäre Wassersprüheinrichtungen können durch eine ständig in Bereitschaft gehaltene Werkfeuerwehr ersetzt werden. Die Leistung der Wassersprüheinrichtung soll etwa 100 l/(m<sup>2</sup>·h) betragen. Die Niederschlagsfläche muss die möglichen Leckagestellen mit einem Sicherheitsabstand von mindestens 1 m überdecken. Bei Armaturen im Domschacht ist die gesamte Domfläche zu besprühen. Das Berieselungswasser ist sicher abzuleiten, z. B. in einen Auffangraum.

**7.4** Der Druck in den Hauptzuleitungen für die Sprüheinrichtungen und zu den Berieselungsanlagen muss überwacht, und Störungen müssen angezeigt werden.

**7.5** Es muss sichergestellt sein, dass die Wasser führenden Leitungen nicht einfrieren. Bis zur ersten frostsicheren Absperrarmatur können die Sprüh- und Berieselungssysteme als Trockenleitung ausgeführt sein.

## 8 Prüfungen

**8.1** Wegen Abschnitt 3.1.6 sind Böden einer Einzelprüfung zu unterziehen.

**8.2** Im Rahmen der Arbeitsprüfung nach AD 2000-Merkblatt HP 5/2 sind zum Nachweis der Anforderungen des Abschnitts 5.2.1.4 zusätzlich folgende Prüfungen erforderlich:

- (1) Zugversuch nach DIN EN ISO 5178 an einer Schweißgutprobe für Dicken  $\geq 10$  mm zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften des Schweißgutes. Die Streckgrenze bei RT soll 500 MPa nicht überschreiten.  
Eine Unterschreitung der Mindestzugfestigkeit des Grundwerkstoffes in der Schweißgut-Probe um bis zu 10 % ist zulässig, wenn in der Probe quer zur Schweißnaht die Mindestzugfestigkeit des Grundwerkstoffes erreicht wird.
- (2) Härte der Schweißverbindung nach DIN EN ISO 9015-1. Der Härtewert von 230 HV 10 (Mittelwert aus 3 Messungen) soll im Schweißgut auf der mediumberührten Seite nicht überschritten werden.

Bei den zusätzlichen Prüfungen sind jedes bei den Rund- oder Längsnähten zur Anwendung kommende Schweißverfahren, alle verwendeten Schweißzusätze und -hilfsstoffe und jede Schmelze der verwendeten Blechwerkstoffe, einschließlich der für die Böden, zu erfassen. Vor dem Herausarbeiten der Proben sind die Prüfstücke einer mitlaufenden Spannungsarmglühung nach Abschnitt 5.2.2 zu unterziehen.

**8.3** Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung ist im AD 2000-Merkblatt HP 5/3 festgelegt. Sollen im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung Erleichterungen in Anspruch genommen werden, sind Prüfungen nach Tafel 1 vorzunehmen<sup>1)</sup>.

**Tafel 1**

		US-Volumen-Prüfung	Prüfung mit magnetischem Streuflussverfahren <sup>3)</sup>
Längs- und Rundnähte	ammoniakseitig	100 % <sup>1)</sup> Prüfklasse C	100 %
	Behälteraußenseite	–	alle Stoßstellen auf eine Länge von rd. 400 mm
Stutzennähte	beidseitig	100 % <sup>2)</sup> in Anlehnung an Prüfklasse C	100 %
Anschweißteile	ammoniakseitig	100 % <sup>2)</sup> in Anlehnung an Prüfklasse C	100 %
	Behälteraußenseite	–	100 %

<sup>1)</sup> Diese Prüfung wird zweckmäßigerweise von der Außenseite aus durchgeführt.

<sup>2)</sup> Randbedingungen nach AD 2000-Merkblatt HP 5/3, Tafel 1, Werkstoffgruppe 5.1, Spalte 22.

<sup>3)</sup> Möglichst Magnetpulverprüfung mit fluoreszierender Eisenpulver-Suspension.

<sup>1)</sup> Die Prüfungen sind zwischen Hersteller und Besteller zu vereinbaren.



---

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)