

Betrachtungen zum sicheren Umgang von Ammoniak-Kälteanlagen

Der sichere Umgang mit Ammoniak als Kältemittel wird u.a. beschrieben in VDMA Einheitsblatt Nr. 24020-1, BGR 500, EN378 Teil 4, DSEAR.

1. Ursachen aufgetretener Störungen

Die regelmäßige Überprüfung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile einer Ammoniak-Kälteanlage ist die Voraussetzung für die Erfüllung der Anforderungen, die sich vor allem aus dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) ergeben. Wiederkehrende Prüfungen laut § 15 müssen entweder durch eine „befähigte Person“ nach § 2, Abs. 7 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) oder einer zugelassenen Überwachungsstelle durchgeführt werden. Der Betreiber hat, unabhängig vom verwendeten Kältemittel, die Prüffristen der Gesamtanlage und der Anlagenteile auf Grundlage einer sicherheitstechnischen Bewertung zu ermitteln. Trotzdem sind, wie bei jeder technischen Einrichtung, Ereignisse nicht ausgeschlossen, wobei generell zu sagen ist, dass sich die häufigsten Ursachen nicht aus Material-, sondern aus Bedienungsfehlern ergeben. Nachfolgend sollen einige charakteristische Faktoren genannt werden, die im Grunde für alle Kältemittel gelten, auf die jedoch wegen der speziellen Eigenschaften von Ammoniak besonders hingewiesen wird.

2. Maßnahmen bei Störungen

- Versuchen Sie, die Größe der Leckage festzustellen.
- Wenn vermutlich die Raumbegehung mit Gasmaske möglich ist, dann
 - vor Eintritt in den Raum Notlüftung anstellen und
 - Ammoniak-Flüssigkeitszufuhr abstellen.
- Bei dem geringsten Verdacht, es könnte ein Verletzter im Ammoniakbereich sein, Alarm geben. Erst Personen in Sicherheit bringen, dann Leckage beseitigen. Alle Türen zu dem Raum schließen, in dem das Gas ausströmt.
- Not-Ausschalter drücken. Damit werden Ventile, Motoren und andere Geräte abgeschaltet, um den Austritt größerer Ammoniakmengen zu verhindern.
- Die Maschinenraumlüftung wird bei Vorhandensein einer Gaswarnanlage entsprechend den Alarmschwellen geschaltet. Darüber hinaus muss die Belüftung auch von Hand schaltbar sein. Ab 50 Kilogramm Ammoniak-Füllmenge ist eine Gaswarnanlage vorgeschrieben.

- Bei Fehlen einer Gaswarnanlage wird der Lüfter von Hand geschaltet, wobei jeweils entschieden werden muss, ob bei großer Ammoniakleckage die Einschaltung des Lüfters noch zulässig ist (Geruchsbelästigung in der Umgebung).
- Absperrventile, insbesondere auf der Flüssigkeitsseite, nach Möglichkeit abschnittsweise schließen, so dass die Ammoniakmenge im Leckagebereich möglichst gering bleibt. Wenn möglich, betroffenen Anlagenteil absaugen und Kältemittel in andere Anlagenteile verlagern. Auch hierbei ist darauf zu achten, dass durch Absperrern von Anlagenbereichen kein flüssiges Kältemittel eingesperrt wird.
- Hat sich bei Austritt von flüssigem Ammoniak in einer Auffangwanne oder auf dem Boden eine Ammoniakpfütze gebildet, so kann durch Abdecken mit Folie (zum Beispiel PE) oder synthetischem Mittelschaum (Feuerwehr) die Wärmeübertragung an diese Flüssigkeit und damit Dampfbildung fast ganz unterbunden werden, so dass genügend Zeit für Entsorgungsmaßnahmen zur Verfügung steht.

3. Handlungsanweisungen

- Flüssiges Ammoniak kann Gefrier- oder Ätزشäden an Haut und Augen verursachen.
- Der Verletzte muss bis auf weiteres die Schutzmaske aufbehalten, um zu vermeiden, dass er Dämpfe aus ammoniakgetränkten Kleidungsstücken einatmet.
- Ein durch Ammoniak Verletzter ist fünf bis fünfzehn Minuten lang mit Wasser zu duschen.
- Während des Duschens vorsichtig die Kleidung entfernen.
- Wenn ammoniakgetränkte Kleidung ohne Bewässerung entfernt wird, kann sich die Verletzung verschlimmern, da dabei festgefrorene Haut abgerissen wird.
- Um einen Temperaturschock zu vermeiden, sollte das Duschen möglichst mit warmem Wasser erfolgen.
- Ideal ist eine Notdusche. Fehlt sie, kann auch ein Wasserschlauch verwendet werden.

4. Auswirkungen auf die Umgebung

- Ausströmendes Ammoniak kann durch den Wind in die Nachbarschaft gelangen.
- Ammoniak ist leichter als Luft und steigt schnell nach oben. Es wird mit der Luft zu ungefährlichen Konzentrationen verdünnt.
- Auch wenn die Konzentration ungefährlich ist, kann der Ammoniakgeruch unangenehm sein.
- Durch Überbewertung des Begriffs „Giftigkeit“ können Menschen, die in der Umgebung wohnen, beunruhigt sein.

- Es wird geraten, zu Hause zu bleiben sowie Türen und Fenster zu schließen. Das Gebiet muss nicht evakuiert werden.
- Starke Ammoniakausbrüche in das Abwassersystem, zum Beispiel wenn Ammoniakdämpfe durch Wasser niedergeschlagen werden, müssen sofort der für die örtliche Abwasseranlage zuständigen Stelle gemeldet werden.

Auf Grund der vorschriftsmäßigen Fertigung, der regelmäßigen Überprüfungen der Anlagenteile und der hohen Fachkompetenz aller Beteiligten kommt es in der Praxis jedoch so gut wie nie zu Störfällen. So hat es nach Angaben der Zentralen Melde- und Auswertungsstelle für Störfälle (ZEMA) im Jahr 2008 in Deutschland nur einen Vorfall mit Ammoniak gegeben.

5.1 Entölen

Zum einen gibt es Kältemaschinenöle, in denen Ammoniak löslich ist, die aber auch hygroskopisch sind und seit einiger Zeit vor allem in Kompakt-Kühlsätzen eingesetzt werden. Zum anderen existieren die „klassischen“ Kältemaschinenöle, in denen Ammoniak nicht löslich ist – nach DIN 51503, Gruppe KAA, für die die folgenden Hinweise insbesondere gelten.

Neben einer empfehlenswerten automatischen Ölrückführung gibt es an der tiefsten Stelle des Abscheiders eine Hand-Entölungsmöglichkeit. Diese besteht aus einem Absperrventil mit nachgeschaltetem Schnellschlussventil, das mittels Schnellschlusshebel beim Entölen gegen Federdruck offen gehalten wird. Für die Bedienung ist zu beachten:

- Das Ablassen von Öl darf nur von Bedienungspersonal ausgeführt werden, das mit der Anlage vertraut ist. Für diese Arbeiten sind mindestens zwei sachkundige Personen erforderlich. Das Ölablassen muss immer mit großer Vorsicht erfolgen. Stets einen persönlichen Schutzanzug benutzen und darauf achten, dass die Haut nicht mit flüssigem Kältemittel in Berührung kommt.
- Der Druck des Öl-Sammelraums, aus dem das Öl entnommen werden soll, muss über dem Atmosphärendruck liegen. Sofern der normale Betriebsdruck unterhalb des Atmosphärendrucks liegt, muss die Ölentnahme während einer Abtauperiode oder während des Stillstands der Anlage erfolgen – oder es muss eine Ölschleuse vorhanden sein.
- Wenn bei voll geöffnetem Absperrventil und gering geöffnetem Schnellschlussventil kein Öl ausläuft, ist dieses sofort wieder zu schließen. Keinesfalls darf versucht werden, den Durchgang von außen freizumachen. Es muss vielmehr aus dem zu entölenen Behälter

das Ammoniak abgesaugt, der Behälter ammoniakfrei gemacht und das Absperrventil einschließlich Schnellschlussventil demontiert werden.

- Regelmäßiges Ölablassen vermeidet die Bildung von Schmutzpfropfen und damit die vorstehend erwähnte Reinigung des Ventils.
- Während des Ölablassens darf die Bedienungsperson die Ölablassstelle nicht verlassen.
- Der Schnellschlusshebel darf während des Ölablassens nicht blockiert werden, zum Beispiel durch untergestellte Hölzer oder Hochbinden mit Draht.

5.2 Entlüften

Luft in der Anlage führt zu höherem Verflüssigungsdruck und damit zu größerem Energieaufwand. Gründe für Luft in der Anlage können sein:

- Unachtsamkeit (Luft einsaugen) beim Einziehen von Öl und / oder Kältemittel
- Undichtigkeiten auf der Niederdruckseite von Tieftemperaturanlagen

Bei der Entlüftung von Hand sind Schutzhandschuhe und Gasmasken zu benutzen. Der Einbau eines automatischen Entlüfters macht das Entlüften von Hand überflüssig.

5.3 Fehlen von Entlastungseinrichtungen gegen Flüssigkeitsausdehnung

Immer wieder gibt es Anlagen, bei denen die Kombination Magnetventil / Rückschlagventil in Flüssigkeitsleitungen in der falschen Reihenfolge eingebaut ist. In Strömungsrichtung müssen erst das Magnetventil und danach das Rückschlagventil installiert sein. Ist die Reihenfolge umgekehrt, wird beim Abschalten des Magnetventils Flüssigkeit zwischen Rückschlagventil und Magnetventil eingesperrt, das sich bei Stillstand erwärmen und durch Ausdehnung zum Reißen von Rohrleitungen oder Anschlussflanschen führen kann. Das gilt insbesondere bei Leitungen, die kalte Flüssigkeit führen.

5.4 Außerbetriebnahme von Kältemittelpumpen

Es hat mehrfach Ereignisse durch das Einsperren von flüssigem Kältemittel in Kältemittelpumpen gegeben, zum Beispiel beim Umschalten einer Betriebspumpe auf eine Reservepumpe. Wenn die Betriebspumpe aus dem vorherigen Betriebszustand heraus beidseitig abgesperrt wird, dann bleibt flüssiges, kaltes Kältemittel in der Pumpe. Bei Stillstand erwärmt sich das Kältemittel in der Pumpe und führt zu Leckagen durch Gehäuseriss oder Flanschabriss.

5.5 Öffnen von Ablasstellen

Wärmeübertrager haben meist Ablasstellen, die mit Verschraubungen für die verschiedenen Räume versehen sind. Bevor eine Ablassschraube entfernt wird, muss man sicherstellen, dass es sich nicht um einen unter Druck stehenden Kältemittelraum handelt.

5.6 Verschraubung von Messgeräte-Fühlern

Man muss sich vor dem Lösen von Fühler-Verschraubungen stets vergewissern, ob es sich um eine Verschraubung mit oder ohne Tauchhülse handelt. Im zweiten Fall öffnet man beim Lösen der Verschraubung direkt den Kältemittelraum.

5.7 Lösen von Flanschen

Beim Öffnen von Flanschen nicht alle Schrauben gleichzeitig lösen. Wenigstens zwei Schrauben „über Eck“ belassen und vor dem Entfernen aller Schrauben feststellen, ob die Verbindung noch unter Druck steht. Gasmasken und Handschuhe benutzen.

5.8 Unterkühlte Flüssigkeit in Anlagenteilen

Wenn bei Reparaturen Anlagenabschnitte geöffnet werden und damit der Druckausgleich mit der Atmosphäre erfolgt, kann man nicht sicher sein, dass sich nicht doch noch flüssiges, unterkühltes Ammoniak in dem geöffneten Bereich befindet. Ammoniak hat eine sehr große Verdampfungswärme, so dass der Wärmeeinfall, beispielsweise in Rohrleitungen, die mit einem „Flüssigkeitssack“ verlegt sind, nicht ausreicht, um das flüssige Ammoniak kurzfristig zu verdampfen – insbesondere, wenn es sich um eine isolierte Leitung handelt. Anders sieht es zum Beispiel bei R 22, R134a oder auch R 404A aus, die – bezogen auf Ammoniak – eine Verdampfungswärme von weniger als 20 Prozent haben und deshalb wesentlich weniger Zeit zur Verdampfung von Flüssigkeitsresten benötigen. In der BGR500, Kapitel 2.35 wird ausdrücklich auf die Gefahr hingewiesen.

Eigenschaften von Ammoniak

- Ammoniak ist in einer Kälteanlage sowohl flüssig als auch gasförmig vorhanden.
- Bei einer Leckage kann flüssiges Ammoniak austreten. Durch die damit verbundene Verdampfung werden größere Dampfmengen freigesetzt.
- Beim Tragen von Schutzmaske und Schutzhandschuhen bei Wartungsarbeiten wird die Möglichkeit gesundheitlicher Folgen weitestgehend reduziert.
- Ammoniakdampf ist leichter als Luft und steigt deshalb nach oben. Ein Teil des Dampfes verbindet sich jedoch mit der Luftfeuchtigkeit und sinkt als Salmiakgeist-Aerosol nach unten – erkennbar als weißer Nebel.

- Ammoniak ist entzündbar. Es verbrennt jedoch nur bei Anwesenheit einer Stützflamme; die Ammoniakflamme allein erlischt immer wieder. Die Explosionsgrenzwerte liegen eng beieinander und sind hoch – zwischen 15 und 35 Volumenprozent. Die Verbrennungsgeschwindigkeit ist gering.
- Die Berufsgenossenschaftliche Richtlinie (BGR 500) stellt für Kältemaschinen mit Ammoniak keine besonderen Anforderungen an den Explosionsschutz für die elektrischen Betriebsmittel. Gefahr ist nur in einem nicht belüfteten Raum eines Gebäudes zu erwarten, wenn dort die Konzentration mit 105 Gramm pro Kubikmeter den unteren Explosionswert überschreitet und energiereiche Zündquellen vorhanden sind.
- Ammoniak wird von Wasser aufgenommen. Wasserschleier werden daher bei Ammoniakausbrüchen eingesetzt, um dampfförmiges Ammoniak niederzuschlagen. Ein Kubikmeter Wasser kann dabei – je nach Temperatur – zirka 540 Kilogramm Ammoniak binden. Keinesfalls darf man jedoch Wasser auf flüssiges Ammoniak sprengen, weil damit eine starke Gasentwicklung und das Herumspritzen von flüssigem Ammoniak verbunden sind.
- Kein Wasser in Maschinenräumen einsetzen.
- Ammoniakwasser (Salmiakgeist) darf nicht in Gewässer oder in die Kanalisation geleitet werden.
- Wartungshinweise müssen einfach und leicht verständlich sein und sollten ständig trainiert werden.

Herausgegeben von **eurammon**
Postfach 71 08 64 ♦ D-60498 Frankfurt
Telefon +49 69 6603 1277 ♦ Fax +49 69 6603 2276
e-mail: karin.jahn@eurammon.com
<http://www.eurammon.com>