

Leckageüberwachung an Ammoniak-Kälteanlagen

1. Der Begriff Dichtheit

- Die Dichtheit einer Kälteanlage ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal. Sie ist aus technischen, ökologischen und ökonomischen Gründen auch für das Kältemittel Ammoniak erforderlich.

2. Grundsätze zur Vermeidung von Undichtigkeiten

- Die Kältemittelfüllmenge ist so gering wie möglich zu halten – was nicht enthalten ist, kann auch nicht entweichen.
- Die Planung einer Kälteanlage und die damit verbundene Wahl des Kälteübertragungssystems, der Komponenten, der Ausrüstungsteile sowie insbesondere die Anordnung der Absperrarmaturen und die Rohrleitungsführung haben Einfluss auf mögliche Kältemittel-emissionen bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie bei Störungen.
- Bei der Konstruktion und Planung einer Kälteanlage sowie bei Auswahl der Komponenten und Ausrüstungsteile ist zu berücksichtigen, dass Komponenten mit einer sehr guten prinzipiellen Dichtfähigkeit zum Einsatz kommen und dass eine regelmäßige Dichtheitsprüfung möglich ist.
- Die Werkstoffauswahl der Komponenten und ihre Verbindung müssen nach dem Stand der Technik erfolgen. Bei nichtmetallischen Stoffen ist besonders auf deren Verhalten in Kombination mit Kältemitteln und Schmierstoffen zu achten. Elastomere zum Beispiel können ihr Volumen in Verbindung mit bestimmten Ölen und Ammoniak vergrößern (quellen) oder verringern (schrumpfen).

3. Dichtheitsprüfung und Lecksuche

- Die starke Warnwirkung von Ammoniak (Wahrnehmungsgrenze durch den Menschen 5 ppm = 3,5 mg/m³) signalisiert die Notwendigkeit des Behebens von Leckagen.
- Lecks, wie sie zum Beispiel bei H-FKW-Anlagen unter Umständen begrenzte Zeit unerkannt bleiben, sind bei Ammoniak-Anlagen undenkbar.
- Leckagen bei Kälteanlagen mit Ammoniak mit einer Leckrate von ca. 100 g NH₃/a sind geruchsmäßig nicht feststellbar, da an der Austrittsstelle eine Ammoniak-Konzentration von 5 ppm nicht erreicht wird.

3.1 Dichtheitsprüfung vor Inbetriebnahme

- Grobdichtheitsprüfung und Feindichtheitsprüfung sollten in Anlehnung an das VDMA-Einheitsblatt 24243, Teil 2 und entsprechend der mandatierten Norm DIN EN 1779 erfolgen.
- Von besonderer Wichtigkeit ist die Feindichtheitsprüfung bei hohem Druck an Teilen der Anlage, die im späteren Betrieb nicht mehr zugänglich sind.

3.2 Dichtheitsprüfung bei bestehenden Anlagen

- Wenn sich Ammoniak-Geruch bemerkbar macht, ist eine Lecksuche erforderlich. Dabei sollte man sich ebenfalls am VDMA-Einheitsblatt 24243, Teil 2 orientieren.
- Die Montagelecksuchgeräte erreichen eine Nachweisempfindlichkeit von mindestens 15 g NH₃/a.
- Diese Empfindlichkeitsreserve wirkt sich günstig auf die Erkennbarkeit von Lecks an Ammoniak-Kälteanlagen aus. Nachteilig ist, dass zum Beispiel die Montagelecksuchgeräte keine Zahlenwertausgabe der Leckrate besitzen, sondern nur eine Abschätzung der Leckrate gestatten (klein, mittel, groß).
- Bei der Lecksuche mittels Phenolphthaleinpapier (Farbumschlag am Teststreifen) oder Lecksuchsprays sind die Nachweisempfindlichkeiten wesentlich schlechter.
- Ist die quantitative Bestimmung der Leckrate eines Ammoniak-Lecks erforderlich (zum Beispiel bei einer Reklamation), so können dafür Nachweisgeräte eingesetzt werden, die nach dem Prinzip der photoakustischen Infrarotabsorption arbeiten.

4. Automatische Leckageüberwachung

- Maschinen- beziehungsweise Aufstellungsräume mit Komponenten der Ammoniak-Kälteanlage werden mittels Detektoren überwacht. Diese ständige Leckageüberprüfung ist in der EN 378 für Anlagen mit einer Füllmenge von mehr als 50 kg bindend vorgeschrieben. Wegen der Ansprechschwelle von ca. 500 ppm werden dabei kleinere Leckagen nicht festgestellt.

4.1 Aufbau und Funktion

4.1.1 Messprinzip

- Überwiegend werden Sensoren eingesetzt, die mit dem elektrischen Halbleiterprinzip arbeiten. Das an den Sensor gelangende Ammoniak-Luftgemisch verursacht eine Leitfähigkeitsänderung, die von der Auswerteelektronik in ein Signal umgewandelt wird. Die Leitfähigkeit ist abhängig von der Ammoniak-Konzentration in der Luft. Beim Überschreiten der eingestellten Alarmschwellen wird ein Alarm ausgelöst.

- Es kommen aber auch elektrochemische Sensoren zum Einsatz, die zwar allgemein teurer als Halbleitersensoren sind, aber eine geringere Querempfindlichkeit aufweisen und vor allem dort eingesetzt werden, wo die Beeinflussung durch andere Substanzen als Ammoniak Fehlalarme auslösen könnte.
- Weiterhin ist der Einsatz von Gas-Monitoren möglich, die nach dem Prinzip der photoakustischen Infrarotabsorption arbeiten. Diese Geräte besitzen eine Nachweisempfindlichkeit und Auflösung von 1 ppm. Der Messbereich beträgt 0 bis 1.000 ppm. Günstig ist die ebenfalls geringere Querempfindlichkeit.

4.1.2 Alarmschwellen und Schaltfunktion (gem. EN 378 und TRAS 110)

- Im Leitfaden der sicherheitstechnischen Anforderungen an Ammoniak-Kälteanlagen (TRAS 110) und in der Norm EN 378 werden der **Voralarm** mit Einschaltung der automatischen Lüftung der Maschinenräume allgemein bei einem Ansprechwert von 200 bis 500 ppm gefordert. Arbeitsräume benötigen Sensoren mit einem Ansprechwert von 200 ppm.
- **Hauptalarm 1.000 ppm:** Die betroffenen Anlagenteile (Kältemittelpumpen, Verdichter, Absperrarmaturen) werden automatisch abgeschaltet. Die Art der Abschaltung ist mit dem Betrieb abzustimmen, damit es nicht zu negativen Folgen kommt, die unter Umständen teurer sind als die Leckage (zum Beispiel Produkterwärmung).
- **Obere Alarmgrenze max. 30.000 ppm:** Die technische Lüftungsanlage wird abgeschaltet, die Zuluftklappe geschlossen. Mittels Unterspannungsauslöser am Hauptschalter des Schaltschranks wird die Anlage elektrisch freigeschaltet. Die technische Lüftungsanlage muss jederzeit von außerhalb der Anlage beziehungsweise des Maschinenraums wieder in Betrieb genommen werden können.

4.1.3 Gasausbreitung und Positionierung der Sensoren

Bei Ammoniak-Anlagen werden die Sensoren wie folgt angeordnet:

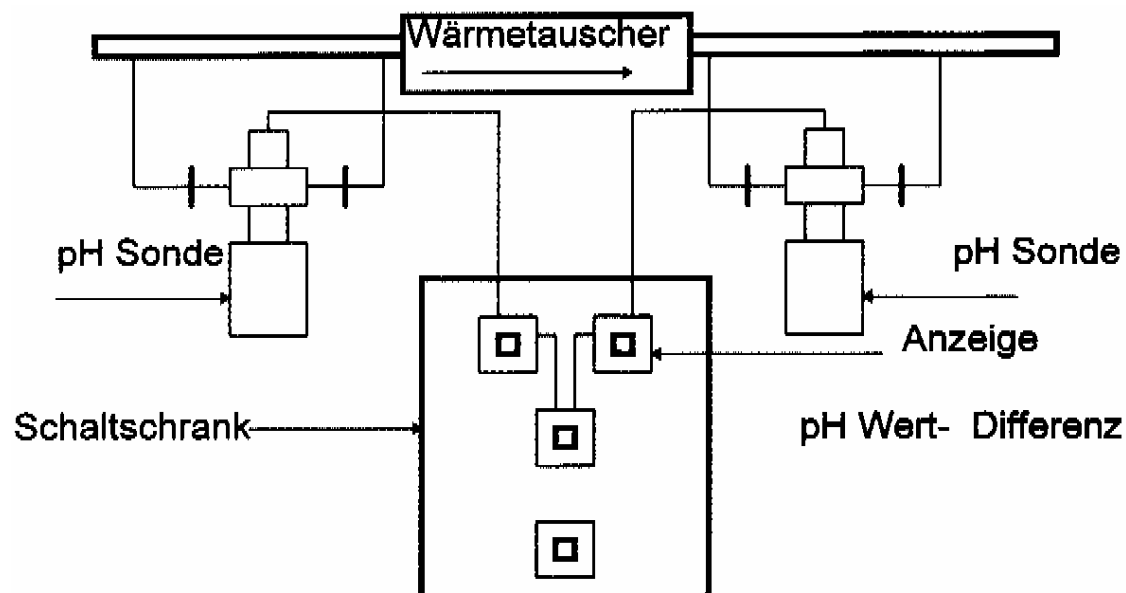
- Ein Sensor in der Ausblaseleitung des Sicherheitsventils (falls vorhanden und keine Berstscheiben mit Druckraumüberwachung existieren) zur Überwachung des Ventils auf Dichtheit beziehungsweise Ansprechen
- Ein Sensor an der Decke des Maschinenraums zur Überwachung bei gasförmigen Leckagen
- Bei Ammoniak-Pumpenanlagen ein Sensor im Pumpensumpf zur Überwachung von Leckagen in der Flüssigphase. In diesem Bereich der Kälteanlage können durchaus Schwergaseffekte auftreten, deshalb sollte eine Überwachung der Ammoniak-Konzentration im Bodenbereich des Maschinenhauses beziehungsweise der Auffangwanne erfolgen.

5. Überwachung von Wasserkreisläufen auf Ammoniak-Leckagen

- EN 378: Bei Kälteanlagen mit einer Füllmenge von über 500 kg sind Maßnahmen zu treffen, um das Vorhandensein von Kältemitteln in allen angeschlossenen Wasser- oder Flüssigkeitskreisläufen festzustellen.
- WHG/Muster-VVAwS Anforderungen: Unter 5.4.8 der VV-VAwS sind Kühl- und Heizeinrichtungen benannt. Kühl- und Heizeinrichtungen (zum Beispiel Verdunstungskühler, Wärmetauscher oder Kühlschlangen), die mit im System befindlichen wassergefährdenden Stoffen beaufschlagt werden, sind so zu sichern, dass im Schadensfall ein Übergang wassergefährdender Stoffe in das Kühlwasser beziehungsweise Abwassernetz ausgeschlossen ist.

6. Messeinrichtung zur Überwachung

- Die gängigste Messeinrichtung ist derzeit noch die pH-Wertüberwachung. Bei Ammoniak-Leckagen in einem Wasserkreislauf steigt der pH-Wert an. Es empfiehlt sich, eine pH-Wert-Differenzmessung zwischen Ein- und Austritt des Wärmeübertragers mit automatischer Temperaturkompensation zu installieren. Bei pH-Alarm ist ein automatisches Absperren des Wärmeübertragers wasser- und ammoniakseitig mittels Motorventilen beziehungsweise von Hand erforderlich. Neu und auch wesentlich genauer sind ionenselektive Messeinrichtungen.



- Neben getrennten Sonden gibt es auch Kombi-Sonden (also nur noch ein Einbauplatz) sowie Systeme, die auf Basis der Leitfähigkeitsänderung arbeiten.

- Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz einer ammoniaksensitiven Elektrode. In diesem Fall kann auf eine Differenzmessung verzichtet werden.
- Bei luftgekühlten Verflüssigern sollte im Abluftstrom oder im Luftraum unter den Lüftern ein Ammoniak-Sensor montiert werden.

7. Zusammenfassung (gem. EN 378)

- Leckagen und andere Störungen müssen unverzüglich von einer sachkundigen, unterwiesenen Person behoben werden. Kältemittel darf niemals nachgefüllt werden, solange nicht alle undichten Stellen gefunden und ordnungsgemäß instand gesetzt worden sind. Nach einer Störung darf die Anlage nur dann wieder in Betrieb genommen werden, wenn die Dichtheit der Kälteanlage wieder hergestellt worden ist.

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>