

## Was Sie schon immer wissen wollten, ...

Die „Fragen aus der Praxis“, die in Zusammenarbeit mit der Technologie-Transfer-Stelle<sup>1</sup> der Bundesfachschule Kälte-Klima-Technik in Maintal/Niedersachsen bearbeitet werden, behandeln aktuelle Fragen bzw. Probleme aus der täglichen Praxis des Kälte-Anlagenbauers. Dieses Mal geht es um die folgenden Themen:

- Richtige Einstellung thermostatischer Expansionsventile
- 4 Fragen zur mechanischen Lüftung in Maschinenräumen



### Überhitzung

#### Einstellung thermostatischer Expansionsventile

**Frage:** Warum sollte bei einem thermostatischen Expansionsventil die Überhitzung 7 bis 10 K sein?

**Antwort:** Da das Expansionsventil beispielsweise bei Stillstandszeiten des Verdichters nicht öffnen soll, um Kältemittelverlagerungen in den Verdampfer zu vermeiden, besitzen thermostatische Expansionsventile eine Feder, die gegen den öffnenden Fühlerdruck das Ventil schließt.

Um die Kraft der Feder zu überwinden, benötigt man einen Temperaturanstieg von ca. 3 bis 4 K am Fühler des Ventils. Diese Temperaturdifferenz bezeichnet man als „statische Überhitzung“. Sie dient nur zur Überwindung der inneren Reibungs- und Federkräfte. Das Ventil ist dabei noch geschlossen, es steht, es ist statisch. Die statische Überhitzung wird mit abnehmender Verdampfungs-

temperatur größer, wenn der Dampfdruckverlauf des Kältemittels flacher wird.

Bei einem weiteren Temperaturanstieg am Fühler beginnt das Ventil zu öffnen. Um vom Punkt des Öffnungsbeginns bis zum voll geöffneten Zustand zu gelangen, benötigt man einen weiteren Temperaturanstieg, der in der Größe von ca. 4 bis 5 K liegt. Diese Temperaturdifferenz bezeichnet man als „Öffnungsüberhitzung“.

Als „Gesamt- oder Arbeitsüberhitzung“ bezeichnet man die Summe aus beiden. Für ein durchschnittliches Expansionsventil im mittleren Anwendungsbereich bei einer Parallelfüllung des Fühlers stellt sich also eine Arbeitsüberhitzung von ca. 7 bis 9 K ein.

Da die Überhitzung am Verdampfer die Regelgröße für den Füllungsgrad des Verdampfers mit Kältemittel ist, ist die Überprüfung und eventuelle Nachregulierung für einen einwandfreien Betrieb des Verdampfers unerlässlich. Ist das Kältemittel im Verdampfer vollständig verdampft und überhitzt, gelangt auch nur gasförmiges Kältemittel in den Verdichter und führt nicht zu Flüssigkeitsschlägen.

## § Normen + Richtlinien

### DIN EN 378

#### Mechanische Lüftung in Kälte-Maschinenräumen

##### Notsteuerung

**Frage 1:** Darf bei Aufstellung einer Kälteanlage in einem Maschinenraum der NOT-AUS für diese Anlage mit der Notsteuerung für die mechanische Lüftung gekoppelt sein?

**Antwort:** Nein! Die DIN EN 378-3 Abschnitt 5.1 f) bzw. g) fordert

- für die Kälteanlage zum Abschalten „außerhalb des ... Maschinenraumes und in der Nähe seiner Tür eine Fernabschaltung,“
- für die mechanische Lüftung eine „unabhängige Notsteuerung außerhalb des ... Maschinenraumes und in der Nähe seiner Tür“.

Die mechanische Lüftung muss innerhalb und außerhalb des ... Maschinenraumes schaltbar sein. Bei ... Maschinenräumen ganz oder teilweise im Untergeschoss ist der Bedienungsschalter im Erdgeschoss anzuordnen (Abschnitt 5.5.3 und 6.1.2).

Eine von der Kälteanlage unabhängige Schaltmöglichkeit ist notwendig, um im Störfall oder bei Instandsetzungsarbeiten (Kälteanlage „AUS“) über die mechanische Lüftung Kältemittel-Luftgemische abführen zu können und für ausreichend Frischluft zu sorgen.

### Berechnungsverfahren

**Frage 2:** In einem Maschinenraum sind mehrere Kälteanlagen mit unterschiedlichen Kältemittel-Füllmengen aufgestellt. Ist bei der Berechnung des Luftstromes für die mechanische Lüftung die Summe der Kältemittel-Füllmengen aller Anlagen zu verwenden? Spielt bei dieser Luftstromberechnung die Kältemittelgruppe eine Rolle?

**Antwort:** Aus Erfahrung kann davon ausgegangen werden, dass in einem Maschinenraum nicht gleichzeitig alle Kältemittelkreisläufe undicht werden. Aus diesem Grund wird nur eine Kältemittelfüllmenge verwendet, und zwar die größte. Die Kältemittelgruppe bleibt bei der Luftstromberechnung unberücksichtigt.

Als oberste Grenze ist für eine mechanische Lüftung ein 15facher Luftwechsel je Stunde ausreichend. (DIN EN 378-3 Abschn. 5.5)

#### Dimensionierung der Luftzufuhr

**Frage 3:** In der DIN EN 378-3 werden zwar für die Auslegung einer natürlichen oder mechanischen Lüftung eines Maschinenraumes in Abhängigkeit von der Kältemittelfüllmenge Berechnungsgleichungen angegeben, aber für eine „ausreichende Außenluftzufuhr“ gibt es keine konkreten Angaben.

Wie sollte eine „ausreichende“ Außenluftzufuhr dimensioniert werden?

**Antwort:** Wir schlagen vor, bei einer natürlichen Lüftung für die Außenluftzufuhr die gleiche Fläche anzusetzen wie die nach Abschnitt 5.5.2 der DIN EN 378-2 aus der Kältemittel-Füllmenge berechnete Fläche (für Abluft). Der Zuschlag zur jeweiligen Fläche bei Querschnittsverengung durch Gitter oder Lamellen beträgt ca. 25%.

<sup>1</sup> Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit und des Europäischen Sozialfonds.

Bei der mechanischen Lüftung nach Abschnitt 5.5.3 kann gezielt durch entsprechende Dimensionierung zwischen Abluft und Außenluftzufuhr darauf hingewirkt werden, dass kein Kältemittelgas in benachbarte Räume, Treppenaufgänge etc. (Abschnitt 5.1 b) gelangt. Das wird erreicht, indem in Maschinenräumen ein geringer Unterdruck herrscht, und zwar durch

$$V_{\text{Zuluft}} = 0,9 \times V_{\text{Abluft}}$$

Die Lüfter der Zuluft- und Abluftanlage sollten miteinander verriegelt werden.

Bei Kältemitteln, die schwerer als Luft sind (bis auf Ammoniak, Methan und Ethylen sind das alle Kältemittel nach DIN EN 378-1), muss mindestens 50% der abzuführenden Luft an der untersten Stelle des Maschinenraumes entnommen werden und die Zuluft in der Nähe der obersten Stelle des Raumes sein.

Bei Kältemitteln, die leichter als Luft sind: Abluft an der obersten Stelle und Zuluft in der Nähe der untersten Stelle. Auf Querdurchströmung des Raumes ist zu achten.

## Dichteverhältnisse

**Frage 4:** Für die Anordnung der Lüftung von Maschinenräumen muss man wissen, ob ein Gas schwerer oder leichter als Luft ist. In den Unfallverhütungsvorschriften BGV D4, die inzwischen zurückgezogen wurden, war in Anhang 1 „Einteilung und Eigenschaften der Kältemittel“ das Dichteverhältnis des gasförmigen Kältemittels zu Luft zu finden. In der DIN EN 378 Teil 1 werden diese Werte nicht angegeben.

*Wie lässt sich abschätzen, ob ein Gas schwerer oder leichter als Luft ist?*

**Antwort:** Ob ein Gas schwerer oder leichter als Luft ist, lässt sich leicht abschätzen, wenn die Molekularmasse bekannt ist.

Aus dem allgemeinen Gasgesetz kann man ableiten, dass jedes Gasteilchen etwa das gleiche Volumen einnimmt, weitgehend unabhängig davon, um welches Gas es sich handelt.

Ein Mol Gasteilchen (das sind ca.  $6 \times 10^{23}$  Teilchen) nehmen bei 0 °C und 1,013 bar ein Volumen von 22,41 Liter ein.

Die Dichte eines Gases (bei gegebenem Druck und Temperatur) ist daher abhängig von der Masse der Gasmoleküle.

Luft besteht zu 99% aus den Gasen Stickstoff und Sauerstoff. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Molekularmasse von 28,96 kg/kmol.

Ob ein Kältemittel nun schwerer oder leichter als Luft ist, lässt sich einfach aus der Molekularmasse ableiten. Liegt diese höher als 28,96 kg/kmol, ist das Gas schwerer als Luft, liegt sie darunter, ist es leichter.

Die Molekularmassen für Kältemittel finden Sie in der Norm DIN EN 378 Teil 1. Mit ein paar Grundkenntnissen aus dem Chemieunterricht und einem Periodensystem kann man die Molekularmasse auch leicht aus der chemischen Formel des Kältemittels errechnen.

Für Kältemittelgemische erfolgt die Berechnung ganz analog. Die Molekularmassen der Gemischkomponenten werden bestimmt und aus den prozentualen Gemischanteilen wird die durchschnittliche Molekularmasse errechnet. ■

Weitere Auskünfte zu diesen und weiteren Fragen erteilt die Technologie-Transfer-Stelle der Bundesfachschule Kälte-Klima-Technik in Maintal gerne unter der Rufnummer (0 61 09) 69 54 25 oder per E-Mail unter [tts@bfs-kaelte-klima.de](mailto:tts@bfs-kaelte-klima.de)