

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

## § Normen + Richtlinien

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:

- Wiederholungsschulungen beauftragter Personen gemäß § 6 GefahrgutbeauftragtenVO
- Was verbirgt sich hinter „c-Wert“ für Kältemittel und wo findet man diesen?
- Vor- und Nachteile von R410A im Vergleich mit dem Kältemittel R407C

## § Normen + Richtlinien

### Transport

#### Schulung von beauftragten Personen gemäß § 6 Gefahrgutbeauftragtenverordnung

**Frage:** Vor ca. 3 Jahren wurden wir bei einer Betriebskontrolle in unserem Kälteanlagenbauernfachbetrieb durch die zuständige Behörde aufgefordert, alle Mitarbeiter, die Druckgasflaschen in ihren Servicefahrzeugen mitführen, hinsichtlich des Transports

gefährlicher Güter zu schulen. Unsere Mitarbeiter haben daraufhin einen solchen Kurs besucht. Muss diese Schulung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden?

**Antwort:** In § 6 Gefahrgutbeauftragtenverordnung ist vorgeschrieben, dass Firmen, die am Transport gefährlicher Güter beteiligt sind dafür Sorge tragen müssen, dass ihre Mitarbeiter\* ausreichende Kenntnisse über die für ihren Aufgabenbereich maßgebenden Vorschriften haben. Diese Kenntnisse müssen durch zu wiederholende Schulungen vermittelt werden.

Ein fester Zeitabstand für die Wiederholung der Schulungen ist nicht festgelegt worden, jedoch gilt die Regel, dass bei gravierenden Änderungen des Gefahrgutrechts eine Auffrischung erforderlich ist. Als allgemeiner Richtwert wird eine Fortbildungsschulung im Zeitabstand von zwei Jahren empfohlen.

Die Schulung Ihrer Mitarbeiter liegt inzwischen drei Jahre zurück. Da sich die Gefahrgutvorschriften nahezu jährlich ändern (zuletzt in diesem Jahr) und vor allem im Jahr 2003 wesentliche Änderungen wirksam wurden, sollten Sie für eine Auffrischungsschulung Ihrer Mitarbeiter sorgen.

### Aufstellung von Kälteanlagen

#### Berechnungsgröße „c“

**Frage:** Ich habe aus einem Artikel entnommen, dass bei der Aufstellung von Kälte- und Klimaanlage für die Berechnung der zulässigen Füllmenge der so genannte c-Wert des Kältemittels zu berücksichtigen ist. Was verbirgt sich hinter diesem Wert? Wo findet man den c-Wert für ein bestimmtes Kältemittel?

**Antwort:** Die sogenannte Berechnungsgröße „c“ war schon nach § 16 der Unfallverhütungsvorschrift BGV D4 bei der Berechnung der zulässigen Kältemittelfüllmenge eines Kreislaufes zu berücksichtigen und ist in gleicher Weise auch nach der DIN EN 378-1 Anhang C anzuwenden. In der EN wird dieser Wert aber als praktischer Grenzwert (Practical Limit, kurz PL) bezeichnet.

Nachdem die BGV D4 Ende 2004 zurückgezogen wurde, ist demnach für die Berechnung der zulässigen Kältemittelfüllmenge der Anlage keine grundsätzliche Änderung eingetreten.

Die Berechnungsgröße c bzw. der praktische Grenzwert PL ist eine Konzentration in kg/m<sup>3</sup>, die aus Personenschutzgründen beim Freiwerden der gesamten Kältemittelfüllmenge in dem betrachteten Raum nicht überschritten werden darf.

Bei Kältemitteln der Gruppe L1 ist diese Konzentration kleiner als die Hälfte der Konzentration, die nach kurzer Zeit durch Sauerstoffverdrängung zum

Ersticken führen oder eine narkotische/kardiale Sensibilisierung bewirken kann.

Die DIN EN 378 gibt im Unterschied zur BGV D4 auch für Kältemittel der Gruppe L2 und L3 praktische Grenzwerte an. Dabei bezieht sich PL bei Kältemitteln der Gruppe L2 auf die Giftigkeit und Entflammbarkeit (der kritischere Wert gilt), bei Kältemitteln der Gruppe L3 auf 20% der unteren Explosionsgrenze.

Dem c- bzw. PL-Wert liegt eine Kurzzeitexposition zugrunde. Wird dieser nicht überschritten, ist das Einleiten von Sofortmaßnahmen an der Kälteanlage oder im Personen-Aufenthaltsbereich möglich (z. B. sicheres Verlassen des Raumes, Abschaltung).

Der c-Wert ist übrigens nicht dem MAK-Wert (jetzt AGW – siehe KK 4/2005) gleichzusetzen. Letzterem liegt eine Langzeitexposition von täglich 8 Stunden und wöchentlich 40 bzw. 42 Stunden zugrunde. Für eine Kälteanlage, die in einem Personen-Aufenthaltsbereich (der kein besonderer Maschinenraum ist) aufgestellt ist, ergibt sich die zulässige Kältemittel-Füllmenge aus

$$m_{zul} = PL \times V \text{ [kg]}$$

Dabei ist V [m<sup>3</sup>] das Volumen des kleinsten Personen-Aufenthaltsbereiches, in dem kältemittelführende Teile (z. B. der Verdampfer) untergebracht sind.

Diese Form der Berechnung von m<sub>zul</sub> ist dann anzuwenden, wenn Räume über direkte Wärmeübertragungssysteme gekühlt/geheizt oder Kühlräume gekühlt werden. Dabei ist je nach Anlagenschaltung immer das kritische (kleinste) Rauminhalt anzusetzen.

Erfolgt die Kühlung/Heizung mehrerer Räume über ein Luftkanalsystem, dann darf das Gesamtvolumen aller Räume für die Berechnung nur dann angesetzt werden, wenn die Luftzufuhr zu jedem Raum nicht unter 25% seiner vollen

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

\* Geschult werden müssen „beauftragte Personen“ und „sonstige verantwortliche Personen“:

- „beauftragte Personen“ solche, die im Auftrag des Unternehmers oder Inhabers eines Betriebes in eigener Verantwortung deren Pflichten nach den Gefahrgutvorschriften zu erfüllen haben.
- „Sonstige verantwortliche Personen“ solche, denen nach den Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter unmittelbar Aufgaben zur eigenverantwortlichen Erledigung übertragen worden sind, insbesondere Fahrzeugführer, ausgenommen Unternehmer und Inhaber von Betrieben.

Leistung gedrosselt werden kann (damit im Leckagefall eine Kältemittelverteilung auf alle Räume möglich ist). Andernfalls ist der kleinste Raum zu berücksichtigen

Weitere Anwendungsfälle von c bzw. PL, z.B. für indirekte Schaltungen oder bei Kältemitteln der Gruppe L2 und L3, sind aus der Anlage der BGV D4 (für Altanlagen, die unter den Bestandsschutz fallen) oder in Tabelle C1 der DIN EN 378-1 (für Neuanlagen, d.h. ab dem 29.5.2002) abzuleiten.

Der praktische Grenzwert selbst ist für Neuanlagen aus Tabelle E1 der DIN EN 378-1 zu entnehmen, für Altanlagen aus dem Anhang der BGV D4. Dabei muss darauf hingewiesen werden, dass es Abweichungen zwischen den Werten beider Quellen gibt, z.B. bei R134a!

Für Neuanlagen sind demnach grundsätzlich die Werte aus der EN zu verwenden.



#### Klimatisierung

### **Kältemittel für Klimageräte**

**Frage:** Welche allgemeinen Vor- und Nachteile hat R410A im Vergleich zu R407C in Klimageräten?

**Antwort:** Bedingt durch den schnellen R22-Ausstieg Europas musste eine R22-Ersatzlösung für Klimageräte und andere Anwendungen gefunden werden. R407C ist durch seine Zusammensetzung (23% R32/25% R125/52% R134a) in der Lage, R22-Anwendungen abzudecken.

Durch den großen Abstand der Siedepunkte der einzelnen Komponenten von R407C (R32  $t_s = -52^\circ\text{C}$ /R125  $t_s = -49^\circ\text{C}$ /R134a  $t_s = -26^\circ\text{C}$ ) ergibt sich ein relativ großer Temperaturgleit von 5 bis 7 K bei Verdampfungs- und Verflüssigungsvorgängen. Dieser Temperaturgleit kann sich insbesondere bei Klimageräten in den Wärmeübertragern ungünstig auswirken (so kann stellenweise Vereisung an Verdampfern auftreten).

R410A setzt sich als Kältemittelgemisch aus 50% R32 und 50% R125 zusammen. Der Siedepunkt von R32 liegt bei ca.  $-52^\circ\text{C}$  und von R125 bei ca.  $-49^\circ\text{C}$  (bezogen auf einen Druck von 1 bar abs.). Somit ergibt sich für R410A ein Normsiedepunkt von  $-51,75^\circ\text{C}$ .

Da die beiden Siedepunkte von R32 und R125 relativ nah beieinander liegen, beträgt der Temperaturgleit von R410A bei Verdampfungs- und Verflüssigungsvorgängen ca. 0,2 K.

Der kleine Temperaturgleit von R410A sowie die sehr guten Wärmeübertragungseigenschaften von R32/R125 sind vorteilhaft für die Wärmeübertragerkonstruktion. Die Temperaturdifferenzen an den Wärmeübertragern sind bei R410A kleiner als bei R407C.

Die R410A-Verdampfungstemperaturen liegen bei Klimageräten im Vergleich zu R22 oder R407C höher. Die R410A-Verflüssigungstemperaturen sind deutlich niedriger als bei R22 oder R407C. Diese „Anhebung“ bzw. „Absenkung“ der Systemtemperaturen wirkt sich vorteilhaft auf das Druckverhältnis und somit auf die Leistungszahl (COP) von R410A-Klimageräten aus.

Vorteilhaft bei R410A sind weiterhin die kleinen umlaufenden Massenströme, was zu verkleinerten Rohrdurchmessern

führt. Die hohe volumetrische Kälteleistung von R<sub>410A</sub> ergibt kleinere Verdichter.

Der praktische Grenzwert PL von R410A in Räumen ( $PL_{R410A} = 0,44 \text{ kg/m}^3$  gemäß DIN EN 378-1) ermöglicht eine größere Füllmenge (bezogen auf das Raumvolumen des Personen-Aufenthaltsbereiches, in dem kältemitteführende Teile untergebracht sind) als bei R22 ( $PL_{R22} = 0,3 \text{ kg/m}^3$ ) oder R407C ( $PL_{R407A} = 0,31 \text{ kg/m}^3$ ).

Dies kann besonders beim Einsatz von Multi-Split-Klimageräten in kleinen, öffentlich zugänglichen Räumen (z.B. Hotelzimmern) von Vorteil sein.

Die hohe Drucklage von R410A (27,45 bar bei  $45^\circ\text{C}$ ) erfordert Sorgfalt bei der Dichtheits- und Festigkeitsprüfung (höhere Prüfdrücke erforderlich)!

Die Vorteile von R410A führen dazu, dass es inzwischen als Standardkältemittel für Klimageräte gilt. ■

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 26 oder per E-Mail unter [tts@bfs-kaelte-klima.de](mailto:tts@bfs-kaelte-klima.de)