

Flüssigkeitskühlanlage mit dem Kältemittel Propan

Erwin Ochsner, Wald/Zürich

Obwohl die Europäische Union in der Luft stabile Kältemittel weiterhin zulässt, verläuft der Trend in der Schweiz Richtung natürliche Kältemittel. Verschiedene Kantone und Städte, aber auch private Bauherrschaften schreiben natürliche Kältemittel vor und lassen nur Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln zu, wenn keine andere Lösung möglich ist. Dieser Entwicklung folgend baut Kapag AG, Zumikon, Flüssigkeitskühler und Wärmepumpen für das Kältemittel Propan.

Propan ist weltweit im Einsatz, vornehmlich als Gemisch, und wird hauptsächlich zu Heizzwecken verwendet. Bereits ab 1920 fand es auch als Kältemittel Verwendung bei Kühlschränken, aber auch für größere Kälteanlagen. Mit Einführung der FCKWs, die zum damaligen Zeitpunkt als umweltfreundlich eingestuft wurden, bestanden keine Chancen mehr für die Kohlenwasserstoffe. Die für Propan notwendigen, strengen Sicherheitsmaßnahmen bezüglich des Explosionsschutzes konnten so umgangen werden.

Im Zusammenhang mit dem FCKW-Anstieg erlangte Propan wieder vermehrt an Bedeutung. Bereits 1990 erfolgte der Bau von Kühl- und Gefriergeräten und 1992 kamen die ersten Flüssigkeitskühlsätze und Prozesskälteanlagen in Betrieb.

Propan als Kältemittel

Propan mit der ASHRAE-Bezeichnung R290 ist ein ungiftiger Kohlenwasserstoff, der weder ein Ozonabbaupotenzial besitzt noch einen direkten Treibhauseffekt erzeugt. Die thermodynamischen Eigenschaften von R290 sind ähnlich dem von

R22. Reinpropan hat einen süßlichen Duft bei einer hohen Geruchsschwelle und die Toxizität liegt mit 1000 ppm im gleichen Bereich wie bei den in der Luft stabilen Kältemitteln. Propan ist schwerer als Luft, deshalb konzentriert sich Propan bei einem Leck im Bereich des Fußbodens bei Innenaufstellung der Kälteanlage. Bei Außenaufstellung besteht bei Austritt von Propan keine Gefahr, weil es sich sofort verflüchtigt.

Handelsübliches Propan beinhaltet normalerweise nur 47,5% Massenanteil Propan und ist als Kältemittel ungeeignet. Für Kältesysteme verwendbar sind:

- Drivosol R290: Enthält mind. 97% Propan und max. 3% Butan;
- Propan 2.5: Enthält mind. 99,5% Propan;
- Propan 3.5: Enthält mind. 99,95% Propan, Wassergehalt max. 5 ppm.

Die Drücke sind im Verdampfungsbereich ähnlich denen von R22, aber im Verflüssigungsbereich sind die Drücke tiefer und ermöglichen eine Erweiterung der oberen Einsatzgrenze auf 55 bis 65 °C. Propan ist also bestens geeignet für die Abwärmenutzung aus Kälteprozessen und den Einsatz in Wärmepumpen. Als Schmierstoffe können Mineralöle und Esteröle eingesetzt werden. Die Entsorgung von Propan ist unproblematisch und kostengünstig. Das Kältemittel R290 weist noch weitere technische Eigenschaften auf, wie hier in Tabelle 1 dargestellt.

Einsatzgebiet	Plus- und Minusbereich
Siedepunkt	-42 °C
Kälteöl	Ester- oder modifizierte PAG-Öle
ODP	0
HGWP	< 0,01
Zusammensetzung	C ₃ H ₈

Tabelle 1

zum Autor

Dipl. Masch.-Ing.
FH Erwin Ochsner,
Fachjournalist
Kälte Klima
Lüftung Heizung,
Wald (bei Zürich)



Sicherheitstechnische Ausführungen

Aufgrund der Explosivität der Kohlenwasserstoff-Kältemittel in Verbindung mit Luft müssen die Anlagen bestimmte Anforderungen erfüllen, um einen sicheren Betrieb ohne Gefahr für die Umgebung zu ermöglichen.

Brennbare Kältemittel wie Propan mit einer unteren Explosionsgrenze tiefer als 3,5 Vol. % gehören gemäß Definition in der Norm SN 253 120 zur Gruppe 3. Propan weist nachfolgende Werte auf, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Untere Explosionsgrenze	Obere Explosionsgrenze	Zündtemperatur
1,7 Vol. %	10,9 Vol. %	476 °C

Tabelle 2

Explosionen benötigen neben einem explosiven Gas/Luftgemisch auch eine Zündquelle wie z. B.

- offenes Feuer oder heiße Oberflächen;
- Funken, erzeugt durch Unterbrechung von elektrischen Kontakten;
- Entladung von statischer Elektrizität bei hohen Potenzialen;
- Funken bei punktueller Umsetzung von mechanischer Energie, z. B. Reibfunken beim Feuerzeug, Schlägen mit Hammer oder Steinen.

Mit brennbaren Kältemitteln ist Abwägen der Risiken und die Einhaltung der Sicherheit ein absolutes Muss sein. Es ist deshalb unbedingt notwendig, die maßgeblichen Normen und Vorschriften einzuhalten sowie die notwendigen Bewilligungen einzuholen.

Alle im explosionsgeschützten Bereich installierten Geräte und Installationen müssen den Vorschriften entsprechen.

Anlagebauarten

Bei der Berücksichtigung aller Vorschriften gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten, die Kälteerzeugung aufzustellen. Erstere ist eine gemauerte Kältezentrale ausgeführt nach EX2 T3. Weil Propan schwerer ist als Luft, ist die Schwelle bei der Eingangstür so hoch zu mauern, dass allfällig ausgetretenes Kältemittel nicht in Nebenräume abströmen kann. Mittels einer Fortluftanlage muss ausgetretenes Propan unverzüglich im Bereich des Fußbodens ab-

Gehäuse mit eingebauter Kälteanlage. Gut sichtbar die Wannenbildung durch die erhöht angeordneten Revisionstüren. Sämtliche Anschlüsse für Strom, Wasser und Fortluft befinden sich oben am Gehäuse



Fotos: Läng

gesaugt werden. Da der explosionsgeschützte Kältemaschinenraum immer auch ein Brandabschnitt ist, muss im Fortluftkanal eine Brandschutzklappe eingebaut sein, oder der Fortluftkanal muss entsprechend brandschutzisoliert werden und ist

in die Brandabschnittsbildung mit einzubinden. Mittels einer Druckdifferenzmessung wird in der Kältezentrale immer ein leichter Unterdruck gegenüber den Nebenräumen gehalten. Da, wie im Abschnitt Sicherheitsvorkehrungen noch zu lesen

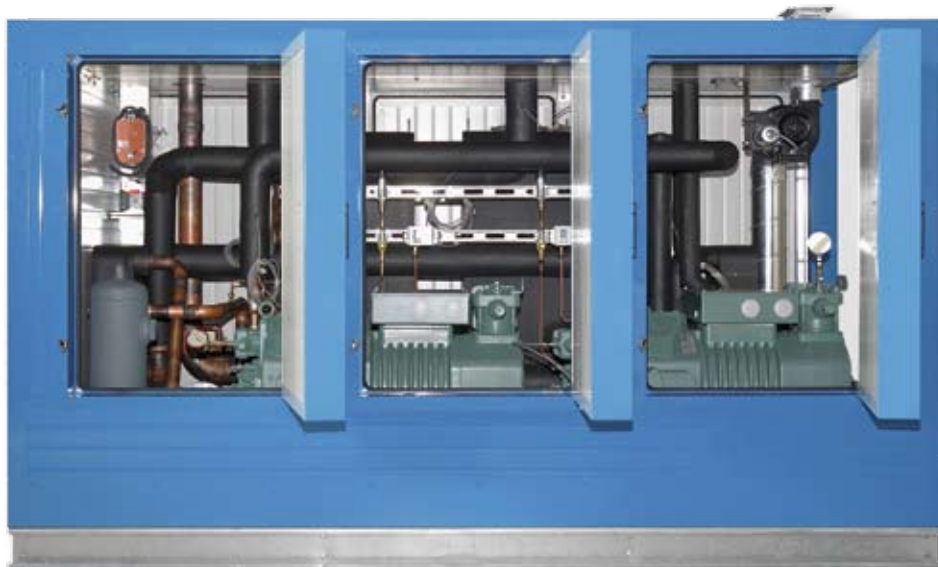
sein wird, bei Propanaustritt je nach Konzentration mit zwei Luftmengen gefahren wird, empfiehlt sich der Einbau eines Ventilators mit Drehzahlregelung.

Eine weitere Möglichkeit, die öfters genutzt wird, ist der Einbau der Kälteanlage in ein Containment. Solche Gehäuse, die der Brandschutznorm EI 60 entsprechen, dienen zugleich als Schallabsorber und lassen sich ohne besondere Vorkehrungen in einer Klimazentrale platzieren. Bedingung ist, wie bei der gemauerten Kältezentrale, die Installation einer mechanischen Fortluftanlage mit Brandschutzklappe, weil das Containment ein eigener Brandabschnitt ist. Auch in diese Gehäuse ist eine Druckdifferenzregelung einzubauen, um einen Unterdruck gegenüber dem Raum zu halten.

Über die Luftwechselraten bestehen zurzeit keine Vorschriften. Bei den ausgeführten Anlagen wurden die Fortluftanlagen für den Kältemaschinenraum auf einen 10-fachen Luftwechsel ausgelegt und bei der Entlüftung des Containment auf einen 30-fachen Luftwechsel. Die Fortluftkanäle wurden gemäß EI 30 gedämmt. Simulationsberechnungen ergaben, dass der Fortluftaustritt ungefähr 5–10 Meter über dem Boden angeordnet werden soll (je nach örtlicher Situation). Bei Windstille sollte in der Umgebung der Ausblasöffnung kein zündfähiges Propan mehr nachweisbar sein.

Sicherheitsvorkehrungen

Das Containment und die Kältezentrale sowie der Zugangsraum sind je mit Gasfühlern auszurüsten. Diese dedektieren den 20%- und den 40%-Alarm. Durch Auswertung im Mikroprozessor werden die Kälteanlagen ausgeschaltet, die Brandschutzklappe geöffnet und der Fortluftventilator eingeschaltet. Jeder Alarmstufe ist eine



Frontalansicht auf das Gehäuse mit geöffneten Revisionstüren, die den Blick freigeben auf Verdichter und Apparate



Blick durch die seitliche Revisionstür, gut sichtbar der Fortluftventilator mit dem zum Boden reichenden Ansaugrohr

entsprechende Luftmenge zugeordnet. Zusätzlich erfolgt die Weiterleitung an die Brandmeldeanlage. Beim 20%-Alarm wird die Feuerwehr und der Betreiber der Kältemaschine informiert und beim 40%-Alarm die Feuerwehr aufgeboten. Diese entscheidet, ob eine teilweise oder vollständige Gebäuderäumung vorzunehmen ist.

Mittels Warnleuchten oder Blitzlicht erfolgt die Warnung in der Kältezentrale und im Zugang zur Kältezentrale.

Bis zur Entwarnung darf die Kältezentrale nur mit Atemschutzgeräten betreten werden. An der Kälteanlage dürfen nur speziell ausgebildete Fachleute arbeiten.

Über das Vorgehen beim Auftreten einer Alarmsituation ist eine Richtlinie über das richtige Handeln zu verfassen, die mit der Feuerwehr und dem zuständigen Kältefachbetrieb koordiniert werden muss. Es empfiehlt sich, das Vorgehen bei Feuerwehrübungen ab und zu einzubinden.

Schlusswort

Wie die Ausführungen darstellen, lassen sich Kälteanlagen mit Propan, bei Berücksichtigung der entsprechenden Vorschriften, installieren und betreiben. Bei der Leistungsgröße sind jedoch noch Grenzen gesetzt, weil das maximale Kältemittel-Füllgewicht 25 kg nicht überschreiten darf. Bei einer Verdampfungstemperatur von + 2 °C und einer Verflüssigungstemperatur von 45 °C, wie im Klimabereich üblich, ist deshalb die maximale Kälteleistung auf 320 kW begrenzt. Durch Aufteilung größerer Leistungen auf mehrere Einheiten, die in separaten Containments oder Räumen aufgestellt sind, lassen sich auch größere Anlagen verwirklichen.

Sehr hilfreich wäre die Erstellung einer neuen oder die Erweiterung einer bestehenden EKAS-Richtlinie als Orientierungshilfe für Bauherren, Behörden und Planer. Zurzeit bestehen erhebliche Unsicherheiten, wann welche Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen sind und die Bewilligungspraxis ist von Kanton zu Kanton unterschiedlich. ■

Beteiligte Firmen:

Anlageplanung und Beratung:
Martin Hermann u. Partner, Basel

Hersteller Kälteanlage:
Kapag AG, Zumikon

Hersteller Containment:
RC Klima, Buchs AG