



Nachhaltig und zukunftssicher temperieren

Michael Sauer

Peter Huber Kältemaschinenbau AG

Im Alltag finden Kohlenwasserstoff-Gase vielfach Verwendung, unter anderem in Küchenherden, als umweltfreundliches Autogas oder in den Propangasflaschen von Campingwagen und Grill. Auch in der Temperiertechnik erleben natürliche Kohlenwasserstoffe ein Comeback als klimaschonende Kältemittel – jedoch nicht ohne die Skepsis der Anwender. Warum Vorbehalte gegen Kohlenwasserstoff-Kältemittel in Temperiergeräten unbegründet sind, zeigt die Peter Huber Kältemaschinenbau AG aus Offenburg.

Kohlenwasserstoffe – gut für das Klima und investitionssicher

Die Entscheidung für ein Kältemittel in einem Temperiergerät ist oftmals komplex und ein Kompromiss zwischen verschiedenen Faktoren. Je nach Anwendung müssen chemische, thermodynamische, fluiddynamische und physikalische Eigenschaften berücksichtigt werden. Darüber hinaus wird der Umwelteinfluss zunehmend relevanter – und das nicht erst seit Inkrafttreten der EU F-Gase Verordnung. Eine ausgezeichnete Energieeffizienz bei gleichzeitig bekannter Umweltverträglichkeit bieten natürliche Kältemittel. Die Peter Huber Kältemaschinenbau AG setzt seit vielen Jahren auf Kohlenwasserstoffe in ihren Kältemaschinen und zählt damit zu den Wegbereitern für umweltverträgliche Temperiertechnik.

In der Vergangenheit wurden in der Kälteindustrie vor allem FKW-Kältemittel wie R134a, R507A und R404A eingesetzt. Diese Kältemittel sind nicht brennbar und weisen gute thermodynamische Eigenschaften im Tieftemperaturbereich bis ca. -50°C auf. Für diese synthetisch hergestellten fluorierten Gase (F-Gase) wird die Umweltverträglich-



Abb. 1: Der Phase Down definiert die Höchstmengen (in Prozent) für das Inverkehrbringen von teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFKW) in den Jahren 2015 bis 2030. (Quelle: Umweltbundesamt)

lichkeit anhand des Ozonabbaupotentials ODP (Ozone Depletion Potential) und des Erderwärmungspotentials GWP (Global Warming Potential) bestimmt.

EU F-Gase Verordnung

Während das Montreal-Protokoll von 1987 die Gase mit Ozonabbaupotential einschränkte, bezieht sich die aktuelle EU F-Gase Verordnung (EU NR. 517/2014) auf die Gase mit Erderwärmungspotential. Die F-Gase Verordnung hat das Ziel, bis zum Jahr 2030 die Höchstmenge der jährlich in Verkehr gebrachten Kältemittelmengen auf 21% zu reduzieren. Um dieses Ziel zu erreichen, wird die Höchstmenge seit 2016 in einem Phase Down-Prozess schrittweise reduziert (Abbildung 1). Parallel zum Phase Down werden für verschiedene Anwendungen zusätzliche GWP Obergrenzen festgelegt. Temperiergeräte werden als ortsfeste Kälteanlagen eingestuft und dürfen seit dem 1. Januar 2020 einen GWP von maximal 2500 auf-

weisen. Ausgenommen hiervon sind Geräte mit einer Arbeitstemperatur unterhalb von -50°C.

Alternative Kältemittel

Bereits in den frühen 70er Jahren sammelte Unternehmensgründer Peter Huber erste Erfahrungen mit natürlichen Kältemitteln. In den Folgejahren wurden zahlreiche Seriengeräte mit Propan R290 und Propen R1270 entwickelt und international auf den Markt gebracht. Diese Kältemittel besitzen kein Ozonabbaupotential und nur ein geringes Treibhauspotential (GWP = 2-3). Doch trotz aller Pionierarbeit stehen manche Anwender den natürlichen Kältemitteln noch immer skeptisch gegenüber. Hauptgrund hierfür sind Sicherheitsbedenken aufgrund der Entflammbarkeit. Dass diese Bedenken unbegründet sind, belegen die tausendfach verkauften und unfallfreien Laborgeräte von Huber. Die kompakten Umwälzkühler wie der Minichiller in Abbildung 2,

Prozessthermostate (Petite Fleur, Abbildung 3, oder Tango) und Kältethermostate (KISS, Ministat, etc.) werden seit vielen Jahren serienmäßig mit Propan R290 oder Propen R1270 ausgestattet. Die Kältemittelfüllmengen bei diesen Modellen liegen unter 150 g, weshalb in der Regel keine Sicherheitsmaßnahmen erforderlich sind. Auch größere Temperiersysteme, wie z.B. der Unistat 610 mit einer Füllmenge von 2,2 kg, sind auf Kundenwunsch mit natürlichem Kältemittel erhältlich. Hierbei sind jedoch betreiberseitige Maßnahmen zur Einhaltung der Sicherheitsvorschriften notwendig. Je nach Aufstellungsort und Verwendungszweck muss u.a. eine geeignete Belüftung gewährleistet sein und ein Gaswarnsensor installiert werden.

Eine echte Alternative zu natürlichen Kältemitteln gibt es nicht. Es sind derzeit keine nicht brennbaren und nicht giftigen synthetischen Kältemittel mit vergleichbaren physikalischen Eigenschaften bekannt. Das gilt auch für die neue Gruppe der HFO Kältemittel (Hydrofluorolefine) wie z.B. R1234yf. Diese Kältemittel weisen zwar ein geringes Erderwärmungspotential auf, sind jedoch ebenfalls brennbar. Die Klassifizierung im Sicherheitsdatenblatt macht folglich keine Unterschiede, d.h. die Risikobetrachtung muss für brennbare synthetische Kältemittel in gleichem Umfang erfolgen, wie für brennbare natürliche Kältemittel. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Kälteindustrie zunehmend brennbare Kältemittel einsetzt, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Der Nachteil der Brennbarkeit ist dadurch nicht weiter den natürlichen Kältemitteln vorbehalten, sondern betrifft genauso Kältemaschinen mit synthetischen Kältemitteln.

Gegen synthetische HFO Kältemittel spricht zudem das Zersetzungsprodukt Trifluoressigsäure (TFA). In verschiedenen Studien, die den Eintrag von Trifluoressigsäure aus dem atmosphärischen Abbau von R1234yf untersuchten, wurde eine Erhöhung der TFA-Konzentration in der Umwelt nachgewiesen. TFA ist als stark wassergefährdend einge-



Abb. 2: Die beliebten Minichiller werden seit vielen Jahren mit dem natürlichen Kältemittel Propan R290 ausgeliefert.



Abb. 3: Bei kompakten Laborgeräten, wie dem Petite Fleur, sind natürliche Kältemittel längst Standard. Aufgrund der geringen Füllmenge sind keine Sicherheitsmaßnahmen von Seiten des Betreibers erforderlich.

stuft und schwer abbaubar. Obwohl der Einsatz von R1234yf das Treibhauspotential vermindert, ist in der Gesamtbetrachtung eine zusätzliche Umweltbelastung zu befürchten. Hinter der Zukunft von HFO Kältemitteln steht deshalb ein Fragezeichen.

Die Verfügbarkeit kann bei synthetischen Kältemitteln zum Problem werden.

Bei der Anschaffung eines Temperiergerätes ist es daher durchaus angebracht, die langfristige Investitionssicherheit zu prüfen. Dabei kann die Ver-

fügbarkeit von synthetischen Kältemitteln zum Problem werden. Die Marktturbulenzen in jüngster Zeit haben gezeigt, dass Preise über Nacht explodieren können und im ungünstigsten Fall ein Kältemittel gänzlich vom Markt genommen wird. Ob sich die Gesetzeslage in den nächsten Jahren weiter verschärft, ggf. über die heute bekannten Beschränkungen hinaus, kann niemand vorhersagen. Es sollte deshalb genau geprüft werden, ob die Kälteanlage auch in 5, 10 oder 15 Jahren noch betrieben und gewartet werden darf. Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln sind diesbezüglich auf der sicheren Seite.

Kältemittel R290 im Praxiseinsatz

In der Praxis zeigen natürliche Kältemittel gegenüber ihren synthetischen Derivaten erhebliche Vorteile. Das Kältemittel R290 weist sehr gute thermodynamische Eigenschaften auf. Vorteile sind u.a. geringe Druckverluste in Rohrleitungen und Wärmetauschern, der niedrige Energiebedarf bei der Verdichtung, die geringere Menge an benötigtem Kältemittel und eine gute Materialverträglichkeit. Das Betriebsverhalten ist sogar deutlich besser als das von R507A, R404A und dem Ersatzkältemittel R449A. Die Entsorgung von R290 gestaltet sich ebenfalls einfacher als bei synthetischen Stoffen. Da es sich bei Propan um einen natürlichen Stoff handelt, kann dieser kontrolliert in die Atmosphäre entlassen werden.

Die Fallstudie eines Petite Fleur Prozessthermostaten an einem 2-Liter Glasreaktor zeigt die Leistung eines Gerätes mit dem natürlichen Kältemittel R290. Der Umwälzthermostat erreicht eine Kälteleistung von 0,48 kW und deckt einen Temperaturbereich von -40 bis +200°C ab. In der Fallstudie wurden ein Abkühl- und Aufheizvorgang dokumentiert. Die Fallstudie zeigt, dass der kleine Petite Fleur den Mantel innerhalb von 70 Minuten von +100°C auf -20°C abkühlt. Die Grafik in Abbildung 4 belegt die Präzision und Stabilität des Kühlvorgangs.

Der nächste Schritt: CO₂ als Kältemittel

Mit der Vorstellung der neuen Unichiller CO₂-Modellreihe im vergangenen Jahr hat Huber den nächsten Schritt bei der Entwicklung von umweltverträglichen Temperierlösungen vollzogen. Die neuen Umwälzkühler arbeiten mit CO₂ (Kohlendioxid, auch R744) als Kältemittel. Das farblose, unter Druck verflüssigte Gas besitzt kein Ozonabbaupotential und hat mit einem GWP = 1 ein vernachlässigbares Treibhauspotential. Ein Nachteil sind die hohen Betriebsdrücke. Die Komponentenpreise sind folglich derzeit noch höher als für herkömmliche Kälteanlagen. Der Marktanteil von CO₂-Kälteanlagen wächst jedoch seit Jahren rapide, wodurch die Komponentenverfügbarkeit steigt und die Preise sinken. Die thermodynamischen Vorzüge von CO₂ sowie die gute Verfügbarkeit und Sicherheit sprechen für sich und ermöglichen eine zukunftssichere Planung.

Fazit

Natürlichen Kältemitteln gehört die Zukunft. Ganz gleich was im Labor temperiert bzw. gekühlt werden muss – von der Destillationsapparatur über das Analysegerät bis hin zum Forschungsreaktor – mit natürlichen Kältemitteln wird zu einer positiven Umweltbilanz beigetragen. Einschränkungen bei der Leistungsfähigkeit gibt es nicht und auch die Sicherheitsbedenken sind bei fachgerechtem Betrieb unbegründet. Bei der Auswahl eines Temperiergerätes sollten Anwender bedenken, dass das Gerät viele Jahre im Einsatz sein wird. In dieser Zeit hat das Kältemittel wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch. Eine auf Nachhaltigkeit ausgelegte Wahl des Kältemittels macht spätere, aufwendige Umrüstungen überflüssig und schützt vor zusätzlichen Investitionen aufgrund neuer Verordnungen und Gesetze.

Aktionsprogramm „Umwelt Plus“

Bereits in den 70er Jahren entwickelte Peter Huber die ersten Kältemaschinen mit natürlichen Kältemitteln. 1982 wurde das Aktionsprogramm „Umwelt Plus“ ins Leben gerufen, welches sämtliche Belange im Bereich Umweltschutz

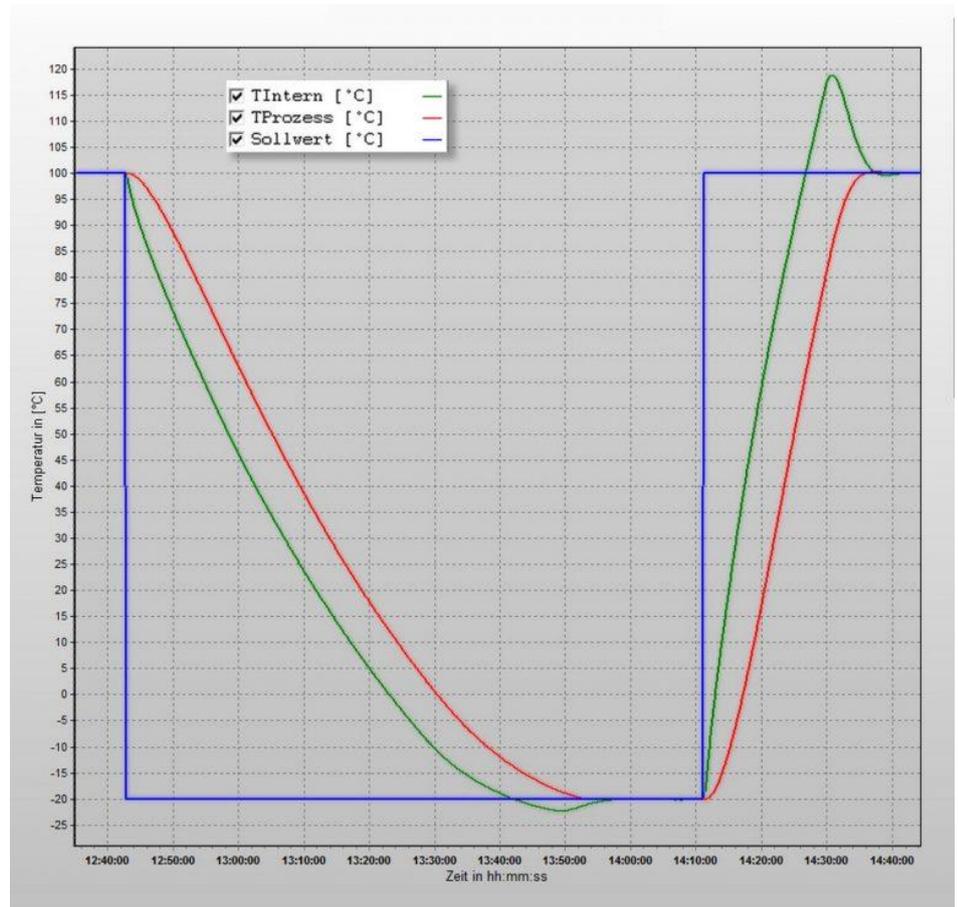


Abb. 4: Die Fallstudie eines Petite Fleur Prozessumwärlers an einem 2-Liter-Glasreaktor zeigt, dass es keine Leistungseinschränkungen für Geräte mit natürlichen Kältemitteln gibt.

umfasst und schon früh die Weiterentwicklung ressourcenschonender Temperiertechnik forcierte. Bereits 1993 konnten Huber-Kunden mit FCKW-freien Temperiergeräten arbeiten, viele Jahre vor dem gesetzlich festgelegten Ausstiegstermin. Nach und nach wurden die Standardmodelle auf natürliche Kältemittel umgestellt. Heute ist nahezu das gesamte Laborgerätesortiment serienmäßig mit natürlichen Kältemitteln ausgerüstet. 2018 wurden über 90% aller verkauften Temperiergeräte mit natürlichen Kältemitteln ausgeliefert. Selbst größere Anlagen sind optional mit natürlichen Kältemitteln erhältlich.

Tab. 1: Treibhauspotential (GWP Global Warming Potential) von gängigen synthetischen und natürlichen Kältemitteln im Vergleich.

Kältemittel	GWP kg CO ₂ /kg
<i>Synthetische Kältemittel</i>	
R404A	3922
R507	3850
R410A	2088
R407C	1700
R134A	1370
<i>Natürliche Kältemittel</i>	
R290 (Propan)	3
R1270 (Propen)	2
R717 (Ammoniak)	1
R744 (CO ₂)	1