

## Kältemittel mit niedrigem Treibhauspotenzial: Sanhua stellt sich der Herausforderung

Verfasser: Federico Bisco

### Einführung:

Ein paar Jahre früher als erwartet wurde 2018 zu einem kritischen Jahr für die gesamte Branche der Kälte- und Klimatechnik. EU-Verordnung 517/2014 sieht ab 2015 eine schrittweise Verringerung (Phase-Down) in der Verwendung von FKW-Kältemitteln bei Herstellern von Kälteanlagen vor. Diese gesetzlich vorgeschriebene Reduzierung muss im laufenden Jahr 37% betragen, und bis 2020 muss eine weitere starke Absenkung auf 45% erreicht sein. Allerdings lässt sich zurzeit eine dramatische Beschleunigung dieses Prozesses feststellen, was sich zum großen Teil aus der schwierigen Beschaffung der gebräuchlichen FKW-Kältemittel und des sich daraus ergebenden plötzlichen starken Preisanstiegs erklärt, der dem bekannten Gesetz von Angebot und Nachfrage folgt. Diese Situation wird direkt gesteuert von den multinationalen Kältemittelherstellern, die eine politisch motivierte Handelsstrategie betreiben, die den Einsatz vieler erprobter Kältemittel wie R410a, R134a und R404a behindern. Dadurch wurde die gesamte Branche zur Erforschung und Einführung alternativer Kältemittel gezwungen.

### Alternative Kältemittel mit niedrigem Treibhauspotenzial:

Leider ist das Segment der Kältemittel der Zukunft noch nicht klar definiert; neben eher traditionellen, in der Natur vorkommenden Gasen (Kohlenwasserstoffe und R744) sind neue synthetische Kältemittel oder Gemische auf den Markt gekommen, die alle den Vorteil haben, mit einem niedrigen Treibhauspotenzial – wenigstens für ein paar Jahre – die Vorgaben der Europäischen F-Gas-Verordnung einzuhalten. Allerdings ziehen alle Lösungsansätze nicht unwesentliche Nachteile oder Probleme nach sich, die sorgfältig abgewogen werden müssen, besonders im Hinblick auf die jeweilige Anwendung.

GWP-Faktor	Alternativen für R134a	Alternativen für R404a & R22	Alternativen für R410a
	PS ca.: 24 bar	PS ca.: 35 bar	PS ca.: 46 bar
< 4000		R404a (A1; 2) – GWP=3922	
< 2500		R22 (A1; 2) – GWP=1810 R407a (A1; 2) – GWP=2107 R407c (A1; 2) – GWP=1774 R407f (A1; 2) – GWP=1825	R410a (A1; 2) – GWP=2088
< 1500	R134a (A1; 2) – GWP=1430	R452a (A1; 2) – GWP=2140 R448a (A1; 2) – GWP=1270 R449a (A1; 2) – GWP=1280	
< 700	R513a (A1; 2) – GWP=631 R450a (A1; 2) – GWP=605	R454a (A2L; 1) – GWP=238	R32 (A2L; 1) – GWP=675 R452b (A2L; 1) – GWP=676
< 150	R1234ze (A2L; 2) – GWP=7 R1234yf (A2L; 1) – GWP=4 R1270 (A3; 1) – GWP=2 R600a (A3; 1) – GWP=3	R454c (A2L; 1) – GWP=146 R290 (A3; 1) – GWP=3 R744 (A1; 2) – GWP=1 [PS > 60 bar]	

Tabelle 1

Für eine klarere Übersicht der aktuellen Situation und möglicher zukünftiger Anwendungsmöglichkeiten lassen sich die Kältemittel in drei Kategorien einteilen, die sich teilweise spezifischen Anwendungen zuordnen lassen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die drei Kategorien synthetischer Kältemittel, aufsteigend geordnet nach Betriebsdruck (PS).

#### **Typische Alternativkältemittel zu R134a**

Neben seiner Verwendung als Kältemittel par excellence in der Automobilindustrie wird R134a auch häufig in großen Kühlaggregaten und Wärmepumpen verwendet, die mit Schraubenverdichtern oder Zentrifugalkompressoren ausgestattet sind. Als Ersatz für dieses Kältemittel wird heute nach einhelliger Meinung eine Gruppe von Hydro-Fluor-Olefinen (HFO) mit der Bezeichnung R1234 angesehen. Gegenwärtig gibt es zwei Typen dieses Kältemittels: R1234yf und R1234ze. Ersteres wird bereits sehr häufig in der Automobilindustrie eingesetzt. Es ist zwar in Kategorie A2L (schwach brennbar) eingestuft, hat aber eine ähnliche Wärmekapazität wie R134a und ermöglicht dadurch eine schnelle Einführung, ohne die Größe der Anlagenkomponenten erhöhen zu müssen. R1234ze besitzt geringe Brennbarkeit und fällt in dieselbe Kategorie A2L wie R1234yf, wird aber laut Druckgeräte-Richtlinie (2014/68/EU) den Fluids der Gruppe 2 zugeordnet. Dieses Fluid hat jedoch nicht denselben Erfolg wie die „yf“-Variante, da sich die Kühlkapazität durch die niedrigere Dampfdichte um etwa 20% verringert, wenn es als direkter Ersatz („Drop-In“) in einem R134a-System verwendet wird. Die Tabelle nennt andere mögliche Fluids als Alternativen zu den HFOs der R1234-Reihe, die jedoch andere Nachteile haben: die Kältemittelgemische R513a und R450a haben ein halb so großes Treibhauspotenzial wie R134a und stellen kein Brandrisiko dar, sind aber nur eine temporäre Lösung und können sich daher auf dem Markt nicht wirklich durchsetzen. Im Gegensatz dazu sind Kohlenwasserstoffe (R600a und R1270) hoch entzündlich, und manche gewerblichen Anwendungen sind auf eine Füllmenge von 150 g begrenzt, was ihre Verwendbarkeit in vielen Anwendungen oder in Geräten mit höherer Leistung deutlich einschränkt. In Anbetracht der Aspekte, die beim Einsatz von Ersatz-Fluids für R134a zu bedenken sind, hat Sanhua bereits vor einigen Jahren ein Verfahren implementiert, das die chemische Verträglichkeit mit den HFO-Stoffen und den wichtigsten daraus hergestellten Gemischen verifiziert. Insbesondere im Hinblick auf die Kältemittel der R1234-Serie kann Sanhua schon jetzt ein komplettes Sortiment mechanischer und elektromechanischer Ventile anbieten, die die volle chemische Beständigkeit gegenüber diesen Kältemitteln und den zugehörigen Ölen gewährleisten. Daneben hat das Unternehmen auch ein wichtiges Projekt zur Zertifizierung der wichtigsten elektromechanischen Komponenten für den Einsatz mit Kohlenwasserstoffen und mit Kältemitteln abgeschlossen, die als schwach brennbar (A2L) eingestuft sind, wozu auch R1234yf gehört: die 4-Wege-Umkehrventile (SHF-Serie), die Magnetventile (MDF-, HDF- und FDF-Serie) und die elektronischen Expansionsventile (DPF-Serie) können unsere Kunden nun in Geräten und Anlagen der neuen Generation einsetzen.

#### **Typische Alternativkältemittel zu R404a**

Im Bereich der Kältetechnik war R404a in Italien und Europa zweifellos das erfolgreichste Kältemittel der letzten zehn Jahre, während Gemische der R407-Produktreihe weniger erfolgreich waren. Ersteres hat allerdings einen GWP-Wert von fast 4000 und ist daher der größte noch im Umlauf befindliche Umweltfeind. Den Stoff zu ersetzen, ist nicht einfach, aber es gibt im Wesentlichen zwei mögliche Ansätze: der erste verwendet natürliche Flüssiggase, in erster Linie Propan (R290), während der zweite die Einführung neuer Gemische vorsieht, deren GWP-Wert zwar niedriger ist als der von R404a, aber immer noch um 2000 liegt. Propan ist ein Kohlenwasserstoff mit hervorragenden physikalischen Eigenschaften; in Kühlsystemen kann leicht eine Effizienz erreicht werden, die Systemen nahekammt, in denen R22 verwendet wird. Allerdings bleibt das Problem der Brennbarkeit (Kat. A3) und der deswegen nach IEC 60335-2-89 auferlegten konsequenten Beschränkung auf 150 g je Kreislauf in gewerblichen Anwendungen bestehen. Diese Füllmenge begrenzt die Kühlleistung pro

Kreislauf mit gegenwärtigen Technologien auf etwa 1,5 bis 2 kW und schränkt die Anwendung auf kleine modulare Einheiten ein, die in Supermärkten oder kleinen gewerblichen Unternehmen eingesetzt werden. Sanhua ist ein wichtiger Partner für natürliche Kältemittel, insbesondere Propan, und bietet seit einigen Jahren ein großes Sortiment zertifizierter Komponenten für den Einsatz mit entflammaren Kältemitteln an (Ventile bis NW/DN 25). Zudem ist **Sanhua das einzige Unternehmen weltweit, dass die Integrierung dieser Produkte mit Microchannel-Wärmetauschern (MCHE) ermöglicht**, die es in Verdampfer- und Kondensator-Versionen gibt. Das ist die perfekte Lösung für Anwendungen, wo das innere Volumen und damit die Füllmenge des Kältemittels geringgehalten werden muss. Das sorgfältige Design des Kältemittelkreislaufs hat in Kombination mit der MCHE-Technologie die Reduzierung des inneren Volumens auf 70% ermöglicht. Dank dieser Entwicklung ist es einigen Herstellern gelungen, Prototypen zu bauen, die trotz der Begrenzung auf 150 g Kühlleistungen von über 2 kW erreichen.

Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass der Einsatz von Propan in Anwendungen mit größerer Kapazität erst möglich sein wird, wenn drastische Änderungen an Norm IEC 60335-2-89 vorgenommen werden und, wie vor Kurzem von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) vorgeschlagen, die Begrenzung von Füllmengen von 150 g auf 500 g angehoben wird. Im Bereich der gewerblichen Kältetechnik wurden einige Gemische eingeführt, deren GWP-Wert nur etwa halb so hoch ist wie der von R404f. Hierzu gehören die Gemische R407a und R407f, die allerdings vielfach nur als kurzfristige Übergangskältemittel angesehen werden und sich dank anderer Gemische wie R452a, das in Italien sehr erfolgreich ist, und R448a/R449a, die im übrigen Europa bevorzugt werden, bereits in der Auslaufphase befinden. Diese Gemische sind nicht brennbar, und das ist vermutlich der Faktor, der sie für die meisten Betreiber von Kältetechnik interessant macht. Mit einem GWP-Wert von über 150 werden sie allerdings schon jetzt als Übergangskältemittel eingestuft und es bleibt abzuwarten, welche Kältemittel sich in der näheren Zukunft in der Branche durchsetzen werden. Unter Insidern wird bereits über eine neue Gruppe von R454-Gemischen diskutiert, die allerdings in die Kategorie A2L fallen und daher teilweise dieselben Bedenken auslösen wie Propan. Während der Unsicherheit dieser Übergangsphase unterstützen wir bei Sanhua unsere Kunden dadurch, dass unser gesamtes Produkt-Sortiment für die Verwendung mit diesen neuen Kältemitteln freigegeben ist. Wir sind auch stolz darauf, dass unser **gesamtes Sortiment thermostatischer Ventile (Serien RFKH, RFGB und RFGD)** vor kurzem mit neuen Versionen aktualisiert wurde, die speziell auf die Verwendung mit den oben genannten Gemischen ausgelegt sind. Neben mechanischen Thermostaten bietet Sanhua **eine breite Palette von elektronischen Expansionsventilen (Serien DPF und VPF)** an, die nicht nur **eine höhere Energieeffizienz sicherstellen**, sondern zudem eine größere Flexibilität im Einsatz erlauben. Wenn die Ventile der DPF-Serie mit dem neuen Reglern (SEC) [Abbildung 1] verwendet werden, ist es möglich – durch Änderung eines einzigen Antriebsparameters – das Kältemittel Ihres Systems aus einer umfangreichen Sammlung vorinstallierter Regelungen auszuwählen. Damit ist es nicht mehr nötig, einen Vorrat von auf ein spezifisches Kältemittel ausgelegten Expansionsventilen zu lagern, da dasselbe Einzelprodukt leicht in Systeme eingebaut werden kann, die mit verschiedenen Kältemitteln arbeiten.



Abbildung 1

In der Lebensmittelbranche wird zunehmend Kohlendioxid (R744) eingesetzt, zumindest in höheren Breitengraden, in denen die Anlagen ein höheres Effizienzniveau erreichen können. Das Hauptproblem bei CO<sub>2</sub> ist die Anlageneffizienz, da es – aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften (kritischer Punkt bei 33°C) – eine Leistungszahl von kaum mehr als 2 erreicht, selbst in stark optimierten und komplexen Systemen.

In Ländern mit warmem Klima und dort, wo die Elektrizitätsgewinnung noch mit der Verbrennung von fossilen Brennstoffen einhergeht, verstärkt sich das Problem. Einerseits ist der GWP-Wert potenziell niedriger, dem steht jedoch ein hoher Verbrauch elektrischer Energie gegenüber, mit den für seine Produktion verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Das ist der Fall in Italien, wo sich Anlagen, in denen R744 eingesetzt wird, nur sehr langsam ausbreiten, im Gegensatz zum Rest Europas, wo diese transkritischen Systeme eine wichtige Triebkraft der Branche sind. Sanhua ist ein Marktführer in der Klimatechnik. Wir sind erst seit einigen Jahren in der Kältetechnik aktiv und gehen hier mit derselben Professionalität und Aufmerksamkeit für Details zu Werk, für die wir im Bereich der Klimatechnik bekannt sind. In Bezug auf CO<sub>2</sub> kann Sanhua bereits ein **komplettes Sortiment von Kugelventilen für subkritische Anwendungen (CBV-Serie bis zu 60 bar) und transkritische Anwendungen (CBVT-Serie)** anbieten [Abbildung 2]. Hier hat das Unternehmen ein innovatives Produkt im Angebot: ein **vollständig aus AISI304-Edelstahl hergestelltes Ventil** mit einem Ventilgehäuse aus Edelstahlguss, der **maximale Festigkeit selbst bei einem Betriebsdruck von deutlich über 100 bar** garantiert. Ein Sanhua-Patent macht es zudem möglich, Anschlüsse mit Bimetall-Anschlussstutzen herzustellen, deren Innenseite aus 99%igem Kupfer besteht, was das Löten der Verbindung mit K65-Kupfer erleichtert, aus dem üblicherweise die Rohrleitungen von R744-Anlagen bestehen.



Abbildung 2

### Typische Alternativkältemittel zu R410a

Einer der Bereiche, in denen die durch die Kältemittelrevolution hervorgerufenen Schwierigkeiten am stärksten zu Tage treten, ist die Klimatechnik. Seit Jahren war R410a das Kältemittel der Wahl in der Branche, seit Januar 2017 ist es jedoch – vielleicht mehr als andere Produkte – stark von Inflation betroffen: der Preis hat sich mehr als verdreifacht. Zusätzlich zu dem bereits erwähnten Phänomen von Quoten, die die Verfügbarkeit in Europa begrenzen, wurden einige chinesische Betriebe geschlossen, die das Fluid R125 herstellen, das einen Bestandteil von etwa 50 % von R410a ausmacht. In Klimaanlageanlagen niedriger und mittlerer Leistung wird, vermutlich auf Druck von einigen Großkonzerne im asiatischen Markt, tendenziell R32 verwendet, ein seit langem bekanntes Fluid, vermutlich weil es ebenfalls ein Bestandteil von R410a ist. Zwar hat dieses Kältemittel einen mäßigen GWP-Wert, es ist jedoch auch schwach brennbar (A2L), gehört zur Kategorie 1 nach der Druckgeräte-Richtlinie und erfordert einen Nenndruck von mindestens 46 bar. Dazu kommt, dass unter typischen nominalen Betriebsbedingungen für Klimaanlageanlagen die Druckgastemperatur am Verdichter recht hoch ist und 150° C erreichen kann. Das bedeutet, dass dieses Kältemittel überwiegend in Kältemaschinen (Kühlaggregaten) zum Einsatz kommt und zahlreiche kritische Probleme für die Hersteller sämtlicher Komponenten aufwirft, seien es Verdichter oder Ventile. Die Kombination von einem Betriebsdruck (PS) von über 40 bar mit einem Fluid der Gruppe 1 erfordert eine Zertifizierung aller Ventile mit NW/DN>25 in Kategorie II, eine Maßnahme, deren Implementierung weder schnell noch einfach ist. Sanhua kann bereits jetzt die chemische Beständigkeit der gesamten Produktpalette für den Einsatz dieses Kältemittels bestätigen und ist gegenwärtig in Kontakt mit den Zertifizierungsstellen, um bald die Zulassung nach der Druckgeräterichtlinie auch für größere Komponenten von NW/DN>25 zu erhalten. Gleichzeitig setzt sich das Unternehmen auch für eine Zulassung unserer Produkte für die Verwendung mit R452b ein, das sich als Lösung für Wärmepumpen mittlerer und hoher Leistung abzeichnet.

### Schlussfolgerung:

Der Markt für Kälte- und Klimatechnik steht vor einschneidenden Umwälzungen: neue Umweltvorschriften und gewerblicher sowie wirtschaftlicher Druck durch Kältemittel-Hersteller beschleunigen den Einsatz von neuen Kältemitteln oder -gemischen mit niedrigem GWP-Wert als direktem Ersatz („Drop-In“) bisheriger Stoffe. Mit Ausnahme der Übergangskältemittel geht der Trend sämtlicher Bereiche der „Kältebranche“ hin zu natürlichen oder synthetischen Kältemitteln, die brennbar oder schwach brennbar sind. Das zwingt alle Betreiber der Branche dazu, das Design ihrer Maschinen und die Wahl der Komponenten radikal zu revidieren, da diese selbst im Fall von Lecks oder Unfällen maximale Beständigkeit und Sicherheit bieten müssen. Ebenso müssen auch die Vorschriften aktualisiert werden, um neue Sicherheitsstandards zu definieren, die die Verwendung solcher Kältemittel in größeren Mengen ermöglichen. Sanhua sieht in diesen Veränderungen wichtige Chancen für unser Unternehmen, sich als strategischer Partner der Branche zu positionieren

und durch beachtliche Investitionen in die Forschung hervorragende Produkte und modernste Technologien zu entwickeln.

