

Transkritisch kühlen – aber auch transkritisch tiefkühlen

CO₂ bei CC GROWA in Bern

Die Schweizer machen's vor, wie's geht

Die Goetz AG in Interlaken konnte ihre Innovationsfreudigkeit im Umgang mit „natürlichen“ Anlagenlösungen (1994 weltweit erste Flüssigeisanlage im Supermarkt, 2003 eine der ersten CO₂-Kaskaden-Tiefkühlanlagen in der Schweiz) jetzt toppen: In Bern entstand die erste überkritische 2-stufige Tiefkühlanlage, nach Planung durch das neutrale Ingenieurbüro Frigo-Consulting AG, Bern.



Im November 2006 wurde der modernste Cash & Carry-Markt von CC GROWA in Bern eröffnet. Die Innovation: Transkritische Kühl- und Tiefkühlanlagen mit dem Kältemittel CO₂

Goetz AG, Interlaken

Der 1873 im Berner Oberland gegründete und auch heute mittelständisch geprägte Kälte-Klima-Fachbetrieb mit inzwischen etwa 105 Mitarbeitern (einschließlich der Tochter Unifroid AG in Cugy/Lausanne) befindet sich nach wie vor im Familienbesitz und ist Mitbegründer der seit 1966 bestehenden Kältering AG, einer Aktiengesellschaft schweizerischer Kältefirmen, die nahezu flächendeckend in der Schweiz wirkt. Über beide Unternehmungen wurde recht ausführlich in den KK-Ausgaben 10/2006 und 11/2006 berichtet.

Schwerpunkte der dezentralen, aber von Interlaken aus gelenkten Geschäftstätigkeit bilden mehrere Bereiche der Gewerbekälte, Gemüse- und Obstlagerung, Industrie- und Prozesskälte, Lebensmittelproduktion und Verteillager sowie die dezentrale Kälte- und Klimatechnik. Im Bereich der Gewerbekälte stechen die Sparten Supermarkteinrichtungen und Convenience Shops, aber auch die Obstlagerung mit kontrollierter Atmosphäre innovativ hervor.

Frigo-Consulting AG, Bern

Bei der Frigo-Consulting AG handelt es sich um ein neutrales Ingenieurbüro für

Kälte- und Energietechnik, das dem Bauherrn als Kälteplaner für alle Belange, die Kälte und Energie betreffen, zur Seite steht. Das im Jahr 1987 gegründete Ingenieurbüro mit Hauptsitz in Bern verfügt über weitere Standorte in Dietikon (Zürich) und Crissier (Lausanne) und beschäftigt derzeit 15 Mitarbeiter

Als in der Schweiz sehr renommierter Kälteplaner setzt sich die Frigo-Consulting AG mit ihren Ingenieurspezialisten vorrangig für ein Einbinden der Kälteanlagen in das Gesamtenergiekonzept des jeweiligen Gebäudekomplexes ein. Dies sorgt für eine koordinierte Integration der Kälteanlagen in die Haustechnik.

Mit ihren Dienstleistungen konzentriert sich die Frigo-Consulting AG auf die Schwerpunkte

- Supermärkte, Detailhandel,
- Verteilzentralen, Lagerhäuser,
- Wärmerückgewinnung und
- Gastronomie.

Hierbei ist die jeweilige Entwicklung am Markt für das innovativ ausgerichtete Ingenieurbüro von größtem Interesse. Das hierzu notwendige Know-how ist immer praxisbezogen und führt somit in der Konstellation Planer – Bauherr – Anlagenbauer durchweg zum Erfolg. Technologische Referenzen sind die Einführung der Flo-Ice/Binäreistechnologie in der Schweiz

(1994) sowie einer der ersten Kaskaden-Tiefkühlanlagen mit CO₂ im Jahr 2003, Tiefkühlanlagen mit CO₂ als Kälte-träger im Jahre 2000 sowie die erste transkritische Tiefkühlanlage im Jahr 2006.

Kühlen und Tiefkühlen mit dem Kältemittel CO₂, Kohlendioxid (R 744)

Die hier vorgeschalteten kurzen Firmenbeschreibungen sollen als Hinweis für den Leser gelten, dass die beschriebene Technologiekompetenz mit der Verwendung von CO₂ als Kältemittel – zuvor aber auch in der Binärisanwendung – für Planer und ausführenden Kältefachbetrieb gleichermaßen gilt. Im Vordergrund steht hier das konsequente Ansteuern eines niedrigen Energieverbrauchs, gepaart mit möglichst geringen Kältemittlemissionen, was sich je nach Anwendungsgebiet mit dem Kältemittel CO₂ hervorragend realisieren lässt.

CC GROWA

Unter dieser Markenbezeichnung wurde von der **transGourmet Schweiz AG** nun auch in Bern-Bethlehem, Eymattstraße 21, am 7. November 2006 ein Cash & Carry-Markt mit einer bebauten Fläche von



Transkritische Tiefkühlanlage CO₂ mit 3 zwei-stufigen Dorin-Verdichtern in Verbundbauweise. Kälteleistung 50kW, t₀ = -33 °C (12 bar), Hochdruck 45–85 bar



Transkritische Pluskühlanlage CO₂ mit 4 ein-stufigen Dorin-Verdichtern in Verbundbauweise. Kälteleistung 90kW, t₀ = -10 °C (26 bar), Hochdruck 45–85 bar



Wärmeabgabe über Gaskühler, Fabrikat LU-VE Contardo, Ausführung 2-kreisig, Leistung 90kW



Ventilatorluftkühler, Fabrikat Küba, mit Luftverteilung über Schläuche, für den Pluskühlbereich

4811m² eröffnet, der in der dortigen Region als modernster Einkaufsmarkt gilt. Dieser Profi-Einkaufsmarkt für das Lebensmittelgewerbe, Gastronomie und Großverbraucher verfügt über eine Nettoverkaufsfläche von 3700m².

Darin integriert ist ein Cool Way, von den Marktbetreibern „Bijou“ bezeichnet, worunter auf 500m² Fläche ein begehrter Kühlbereich zu verstehen ist, in dem Kühl- und Frischprodukte angeboten werden, der weiterhin an eine mit insgesamt 84 Glasentnahmetüren versehene Tiefkühlfront angrenzt.

Kältetechnik für höchste Ansprüche

Zur Kühlung der Kühl- und Tiefkühlräume im neuen CC GROWA Einkaufsmarkt für Gewerbetreibende und Großverbraucher

in Bern wurden Kälteanlagen mit dem natürlichen Kältemittel CO₂ installiert. Damit der Umweltphilosophie des Bauherrn transGourmet Schweiz AG entsprechend, mit eigenen Innovationen einen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen zu leisten. Die zentralen Anlagen mit CO₂-Direktexpansion kühlen alle Räume im Bereich des Frischproduktmarktes und sind schon seit dem Sommer 2006 in Betrieb.

Für den Plus- und Minuskühlbereich wurden jeweils direkt wirkende und voneinander komplett getrennte transkritische Verbundanlagen installiert, also ohne Kaskadenschaltungen. Die Minuskühlanlage verfügt über zweistufige Verdichter und ist in der Schweiz die erste dieser Art.

Hierzu war es notwendig, dass teilweise neu entwickelte Komponenten zum Einsatz gelangten, bei der speziell entwickelten Hochdruckregelung konnte auch die Frigo-Consulting mitwirken.

Hierzu **Ernst Blatter**, Chef des Planungsbüros: „Die Kühlung mit CO₂ als Kältemittel bringt technische Herausforderungen mit sich, da die physikalischen Eigenschaften von CO₂ wesentlich anders sind als die der heute üblichen Kältemittel. Dies erfordert eine neue Anlagentechnik und neue Komponenten. Der Systemdruck erreicht im Sommer 85 bar! Als Vergleich: Der gleiche Druck würde entstehen, wenn das Gewicht von 10 erwachsenen Personen auf die Fläche einer Briefmarke übertragen würde. Ungewohnt ist auch, dass CO₂ bei Temperaturen über 31 °C nur noch gasförmig vorkommt, die Wärmeabgabe der Kälteanlagen erfolgt dann transkritisch.“

Die neue Technologie bedingte eine gute Zusammenarbeit zwischen Bauherr (transGourmet Schweiz AG), Planer (Frigo-Consulting AG) und Kälteanlagenbauer (Goetz AG) sowie die Bereitschaft aller beteiligten Personen, in diese Technologie und damit in eine nachhaltige Kältetechnik zu investieren.

Kältemittelseitig als zusätzlicher Nutzen gilt, dass Anlagen mit CO₂ von der Bewilligungspflicht gemäß Schweizer Bundesgesetz (ChemRRV) und von der Gefahr einer möglichen HFKW-Kältemittel-Besteuerung befreit sind.

Für den Einsatz von CO₂ spricht nach Ansicht der Planungsexperten von Frigo-Consulting auch die Prognose, dass sich der Energieverbrauch der Kälteanlagen hierdurch um mindestens 10% senken lässt. Denn (Zitat) „die Kälteanlagen eines gewerblichen Marktes ‚schlucken‘ schnell 50% des Gesamtverbrauchs an elektrischer Energie und belasten somit die Betriebskosten erheblich!“

Die Abwärme der Kälteanlagen, die gemäß gesetzlichen Vorgaben in der Schweiz genutzt werden **muss**, fällt auf einem höheren Temperaturniveau an. In der CC GROWA steht im Winter für die Heizung Warmwasser bei 50 °C anstelle der bisher üblichen 37 °C zur Verfügung.

| | |
|--|--------|
| Wärmerückgewinnung Pumpenwasser | |
| Leistung Pluskühlung: | 76kW |
| Leistung Tiefkühlung: | 31kW |
| PWW Eintritt: | +30 °C |
| PWW Austritt: | +50 °C |

Transkritische Tiefkühlanlage CO₂ für 600 m³ Tiefkühlraum

Die überkritische CO₂-Tiefkühlanlage wird mit drei zweistufigen Verdichtern des Fabrikates Dorin, Typ TCDH 359 B-D, Hubvolumen je 10,3 m³/h betrieben. Die Raumtemperatur liegt bei -24 °C. Anzahl der Ventilatorluftkühler = 5, Fabrikat Küba.

Technische Daten

| | |
|-----------------------------|---------------|
| Kälteleistung: | 50 kW |
| Füllmenge CO ₂ : | 150 kg |
| Verdampfungstemp./-druck: | -33 °C/12 bar |
| Hochdruck: | 45–85 bar |
| (maximal) | (120) bar |
| Mitteldruck: | 30 bar |
| (maximal) | (80) bar |
| Niederdruck: | 12 bar |
| (maximal) | (30) bar |

Die Abwärme der Kälteanlage wird in erster Priorität an das Pumpenwarmwasser abgegeben. Das PWW kann dank der physikalischen Eigenschaften von CO₂ auf ein höheres Temperaturniveau erwärmt werden als mit herkömmlichen Kältemit-

keln. Die restliche Abwärme wird an den Gaskühler abgegeben.

| | |
|-------------|-------------------------|
| Gaskühler: | Fabrikat LU-VE Contardo |
| Ausführung: | 2-kreisig |
| Leistung: | 90 kW |

Die Kühlstellen werden mittels Direktverdampfung betrieben. Sämtliche Komponenten der Kälteanlagen wurden speziell auf die höheren Betriebsdrücke ausgelegt.

Transkritische Pluskühlanlage CO₂ für 2700 m³ Kühlraumvolumen

Die überkritische CO₂-Pluskühlanlage wird mit vier einstufigen Verdichtern des Fabrikates Dorin, Typ TCS 362-D, Hubvolumen je 10,7 m³/h betrieben. Das Temperaturniveau in den Kühlräumen liegt bei ±0, +2, 12 °C. Anzahl der Ventilatorluftkühler = 9, Fabrikat Küba.

Technische Daten

| | |
|-----------------------------|---------------|
| Kälteleistung: | 90 kW |
| Füllmenge CO ₂ : | 250 kg |
| Verdampfungstemp./-druck: | -10 °C/26 bar |
| Hochdruck: | 45–85 bar |

| | |
|--------------|-----------|
| (maximal) | (120 bar) |
| Mitteldruck: | 42 bar |
| (maximal) | 80 bar |
| Niederdruck: | 26 bar |
| (maximal) | (50 bar) |

Die Abwärme der Kälteanlage wird in erster Priorität an das Pumpenwarmwasser abgegeben. Das PWW kann dank der physikalischen Eigenschaften von CO₂ auf ein höheres Temperaturniveau erwärmt werden als mit herkömmlichen Kältemitkeln. Die restliche Abwärme wird an den Gaskühler abgegeben.

| | |
|-------------|-------------------------|
| Gaskühler: | Fabrikat LU-VE Contardo |
| Ausführung: | 1-kreisig |
| Leistung: | 160 kW |

Analyse

Die ersten Betriebserfahrungen der überkritischen CO₂-Tiefkühlanlage sowie der CO₂-Pluskühlanlage weisen sehr positive Ergebnisse auf. Auf dem Weg zu einer möglichst ökologischen Kälteanlage war dieses Projekt bei der GROWA in Bern ein wichtiger Meilenstein. ■

Pkw-Klimatisierung: CO₂ ja oder nein, wie wird sich die Automobilindustrie entscheiden?

Nachdem sich die Chemische Industrie zu einem Schlusspunkt entschlossen hat und sich Honeywell's „Fluid H“ und Du Pont's „DP-1“ mit GWP-Werten <40 bereits seit Längerem in Erfolg versprechenden Feldtests bei Pkw-Klimaanlagen-Herstellern befinden und beide Chemiegiganten sich für ein gemeinsames strategisches Vorgehen zusammengetan haben, steigt die Erwartungshaltung, ob es die „Synthetischen“ doch noch schaffen, die Bedingungen der Europäischen Richtlinie 2006/40/EG vom 17. Mai 2006 „über Emissionen aus Klimaanlagen in Kraftfahrzeugen“ (Kältemittel mit GWP von <150) zu erfüllen. Womit eigentlich keiner mehr so ernsthaft gerechnet hat, das scheint jetzt möglicherweise darauf hinauszulaufen, die „neuen“ synthetischen Stoffmischungen (das könnte ein argumentatives Handicap sein, technologisch aber nicht) den vermeintlich schon feststehenden Kältemittel-Sieger CO₂ wieder von der Pkw-Gemeinschaftsplattform zu verdrängen.

Und, was auch zählt: Ist es denn vorstellbar, dass in Europa Kfz mit Klimaanlagen fahren, die CO₂ als Kältemittel verwenden,

und in der übrigen Welt die neuen FluorXYZ-Mischungen die bisherige Erfolgsstory bei der Pkw-Klimatisierung in Ablösung von R12 durch R134a ohne gravierende Systemänderungen fortsetzen? Nicht in den bisher in Europa dafür entwickelten Systemen, die sich viel zu sehr an die bestehenden R134a-Systeme anlehnen, so meint ein in der „stationären“ Kältebranche bekannter Entwickler gegenüber der KK:

„Das Grundproblem ist nicht das ‚böse‘ Kältemittel, sondern die bisherige Anlagentechnik. Hätten die armen, möglicherweise jetzt enttäuschten Zulieferer sich mehr als bisher um eine funktionell dichte sowie energetisch günstig regelbare Anlage gekümmert, dann könnten sie jetzt bei mindestens 50%iger Energieeinsparung ein System vorstellen, das technisch dicht ist. Somit wäre man dann in der Wahl des Kältemittels frei – auch CO₂ wäre ein Kandidat; eine solche Lösung ist zu finden bei Denso, allerdings bisher nur im japanischen Feldtest.“

Es gibt übrigens hervorragende Ansätze zur Energieeinsparung und Vermeidung von Leckagen, z. B. im Busbereich. Da

kann zum Teil der mittlere Energieverbrauch auf weniger als 1/3 gesenkt werden, ohne Nachteile für die Passagiere. Voraussetzung: ein separat angetriebener, drehzahlregelbarer Verdichter.

Mit anderen Worten: Wenn die Pkw-Industrie endlich aufhört, mit Scheuklappen durch die (Um)Welt zu rasen und geblendet nur auf CO₂ als Kältemittel zu schauen, dabei aber übersieht, dass ihre bisherigen Kältekreisläufe alle auf der bestehenden R134a-Technik beruhen und daher für CO₂ völlig ungeeignet sind (im Sinne Funktion/Zuverlässigkeit/Leckage), dann könnte es schon noch was werden!

Spätestens mit der Hybridtechnik ist die elektrische Lösung nahe liegend; im Übrigen wäre im Pkw-Bereich mit Gleichstrom – z. B. 24 Volt – auch einiges möglich, wenn man denn nur wollte! Ich sehe die Verantwortung für die nach meiner Einschätzung eingetretene Fehlentwicklung im europäischen Automobilbereich bei unserer Kälte(-Klima)-Branche und einigen dieser nahestehenden Forschungseinrichtungen. Hier fehlte meines Erachtens die für die Wissenschaft und Lehre zwingende Neutralität!

Verbleibt nun noch die Frage: „Ist eine Umkehr möglich?“ Eine Antwort hierauf kann aber nicht geben P. W.