

Sind Sekundärkälteanlagen effizient und kostengünstig?

Kühlen und Abtauen mit neuartigem Kälte- und Wärmeträger

Eine Teilbilanz der zurückliegenden Deutschen Kälte-Klima-Tagung 1998 in Würzburg (18.–20. November) und bekannte Erfahrungen einiger Supermarktkühlmöbel installierender deutscher Unternehmen vermittelten bei vielen Tagungsteilnehmern den Eindruck: Indirekte Kühlung mit Kälte-träger rechnet sich nicht, da energetisch weniger effizient. Ist das so? KK hat sich in Schweden umgeschaut, wo eine derartige Technologie bei Supermärkten gegenwärtig Stand der Einrichtungstechnik ist.

Umweltpolitische Zwänge

Ökologisch gesehen gibt es in den skandinavischen Ländern beim Ausstieg aus FCKW und H-FCKW grundsätzlich keine andere Beurteilungslage als hier in Deutschland. Nur, daß die Ausstiegsszenarien in der Nutzung von R 22 als Kältemittel noch progressiver geregelt werden als durch die Europäische Union, aber auch im Vergleich zu Deutschland. Während ein Verbot für R 22 zur Verwendung als Kältemittel in neuen Erzeugnissen ab dem 1. 1. 2000 gilt, bleibt die Nut-



Eiskalt hat sich Kjell Svensson schon frühzeitig auf die schwedische Umweltgesetzgebung eingestellt und seit 1989 indirekte Tiefkühl-systeme erstellt. Sein offizielles Auto-Nummernschild am Volvo bestätigt diese Entwicklung

zung von R 22 in Altanlagen und für Zwecke der Nachfüllung im Reparaturfall bisher ohne gesetzliche Einschränkung weiterhin möglich. Bis die neue EU-Verordnung in Kraft tritt. Diese sieht dann – wenn an ihr zwischenzeitlich nicht wieder gebastelt wird, weil das abgewählte Europäische Parlament es versäumt hat, die VO zu billigen – einen Ausstieg von R 22 in neuen Kälteanlagen ab dem 1. 1. 2001 (bzw. 2003 für bestimmte stationäre Klimaanlage-/Wärmepumpen) und bei der Nutzung als „Frischware“ in Altanlagen per 1. 1. 2008 (?) vor.

Ganz anders der umweltpolitische background in **Schweden**: Seit dem 1. 1. 1998 darf **R 22** in neuen Erzeugnissen nicht mehr verwendet werden, **ab 1. 1. 2002 auch nicht mehr bei der Versorgung von Altanlagen!** Europäisch gese-

hen wird sich Schweden weiterhin massiv dafür einsetzen, daß das offizielle H-FCKW-Ausstiegsszenario beschleunigt wird.

Auch vor diesem umweltpolitischen Hintergrund ist der nachfolgende Report zu verstehen, wobei der Autor die Branche davor warnt (siehe Vorbemerkungen) anzunehmen, „schwedische Verhältnisse“ blieben in unseren Breitengraden ohne Bedeutung. Was passiert nun mit dem R 22-Ersatz in Schweden? Irrig ist die Annahme, daß in Schwedens Supermärkten nur noch Ammoniak-Kältemittelanwendungen mit Primär- und/oder Sekundärkreislaufsystemen zur Aufstellung gelangen. Das ist nicht wahr. Wahr ist vielmehr, daß in Schweden der Gebrauch von H-FKW-Kältemittel (z. B. R 134a, R 404A/R507, R 407C) mengenmäßig begrenzt ist. Wegen möglicher Belastungen des globalen Treibhausklimas ist die Verwendung von H-FKW-Kältemitteln wie folgt limitiert: Kältemittelfüllung maximal 20 kg H-FKW/Verdichter, maximal 200 kg im gesamten Supermarkt. Verbundanlagen = Verdichter. Demnach können Verbundanlagensysteme, wie sie hier in Deutschland in Supermärkten Stand der Technik sind, in Schweden *nicht* eingesetzt werden. Mit einer derartigen Vorschrift greift Schweden praktisch einer möglicherweise in diese Richtung weisenden Umsetzung des Kyoto-Protokolls voraus, woran die EU-Kommission derzeit arbeitet. **Bekanntlich wurden in Kyoto H-FKW in die Liste klimawirksamer Gase aufgenommen!** Das bedeutet: konsequente Füllmengenbegrenzung bei Kältemittel ist nicht nur in Schweden angesagt, sondern wird zu einem europäischen Thema.



Akkreditierung. Dem schwedischen Kälteanlagenbauerbetrieb Frigotech AB wird durch die Überwachungsbehörde SWEDAC nach Überprüfung die Berechtigung zur Betriebsführung im Umgang mit Kältemitteln bescheinigt



Sachkunde. Mikael Lögdberg, beschäftigt bei der Frigotech AB in Stockholm, ist zum Arbeiten an Kälte- und Wärmepumpenanlagen bis zu einem Maximal-Kältemittel-Füllgewicht von 200 kg (je System) berechtigt

Aspen Temper®

Aspen Temper ist ein glykolfreier Kälte- und Wärmeträger, eine schwach gelbliche Flüssigkeit, der auf einer Wasserlösung mit Kaliumacetat und Kaliumformiat aufgebaut und keine Amine, Nitrate oder Phosphate enthält. Je nach temperaturbezogener Einsatzgrenze liegt die Zusammensetzung der Salze zwischen 20–80 %. Aspen Temper ist frei von Glykol, unbegrenzt in Wasser löslich, nicht toxisch, chemisch stabil (reagiert nicht mit anderen Materialien), lebensmitteltauglich und ökologisch leicht abbaubar (> 90 % nach 7 Tagen). Laut Sicherheitsdatenblatt können die Bestandteile von Temper in den biologischen Kreislauf aufgenommen werden ohne Akkumulation in pflanzlichen oder lebenden Mikroorganismen. Die Wassergefährdungskategorie beträgt daher 1. Wenn man den Kälteflüssigkeit mit 50 Prozent Wasser verdünnt, ist es zulässig, ihn über den regulären Abfluß wegzuspülen.

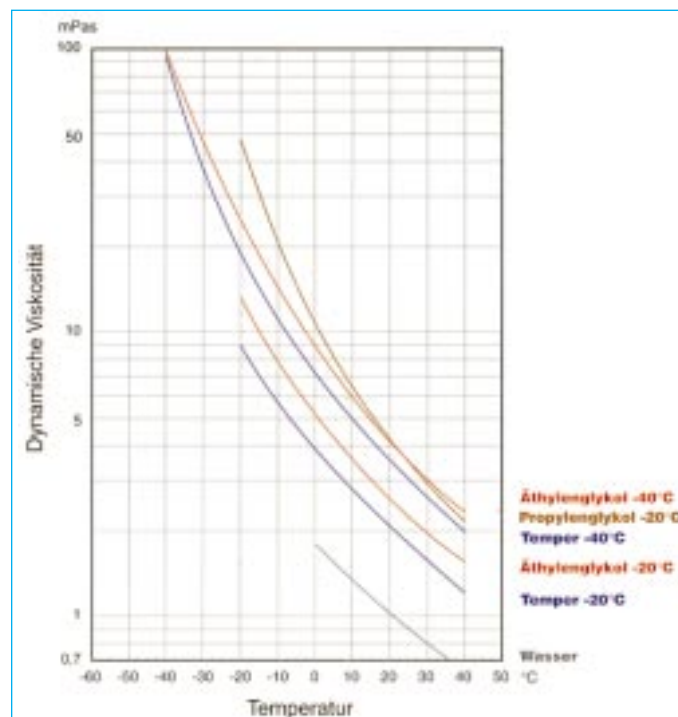
Hergestellt wird Temper seit etwa 4 Jahren von dem schwedischen Unternehmen Aspen Petroleum AB, das in Göteborg beheimatet ist. Dieses Unternehmen wurde erst 1988 durch Roland Elmäng gegründet, einem Öl- und Motorenkundler, der seine beruflichen Erfahrungen bei der Förderung von Nordseeöl und in der Automobilfabrik Volvo sammeln konnte. Folgerichtig war dann Gründungszweck seines Unternehmens die Entwicklung, Produktion und Vermarktung von petro- und chemotechnischen Produkten mit einem Minimum an negativen Auswirkungen auf

Mensch und Umwelt. Besondere, und sogar weltweite Beachtung fand Aspen Petroleum mit seinen Maßnahmen zur Veredelung von Benzin und Öl, deren Einsatz zum Beispiel in Motorsägen (Zusammenarbeit mit dem weltgrößten Hersteller), Rasenmäher, Erdfräsen, Schneeräumgeräten und sonstigen 4-Takt- und 2-Taktmotoren von hohem Betriebsvorteil ist. Über sehr gute Eigenschaften verfügt Aspen Temper bei einer Verwendung in der Kältetechnik, weil dieser Wärmeträger über

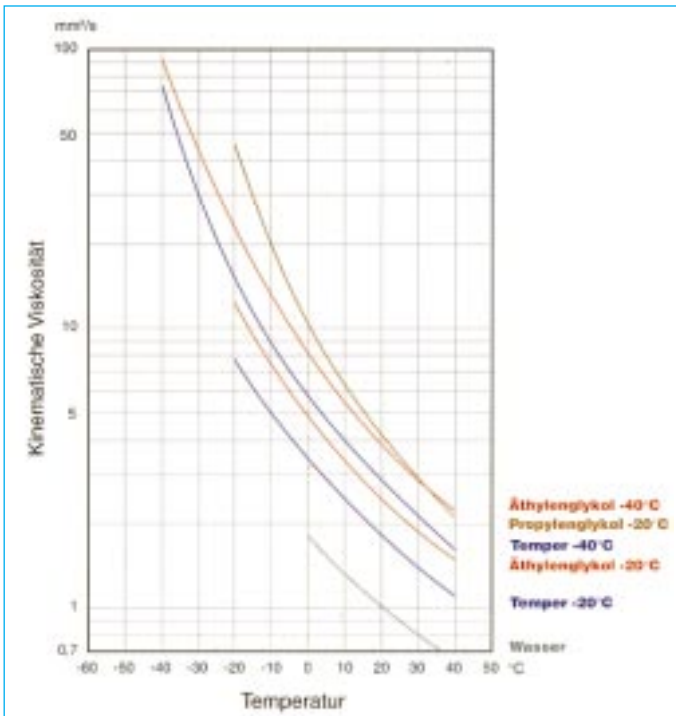
- eine niedrige Viskosität,
- eine niedrige Gefrierpunkttemperatur (Gefrierpunkt < -57 °C nach ASTM D 1177) und
- einen neuartigen Korrosionsinhibitor verfügt.

Aspen Temper gibt es in drei Varianten, das heißt, mit drei verschiedenen Gefrierpunkten und ist damit für die Verwendung in typischen Temperaturschwerpunkten der Kältetechnik (-20 °C, -40 °C und -55 °C) vorgesehen. Beim Erreichen des Gefrierpunktes wird Temper körnig, ohne dabei eine deutliche Volumensteigerung zu zeigen. Es entsteht also keine Sprengwirkung. Zur allgemeinen Nutzung auch in bestehenden kältetechnischen Zweikreisystemen ist zu erwähnen, daß nach Entleerung vorhandener glykolphaltiger Wärmeträgersysteme Temper ohne große Maßnahmen diese ersetzen kann.

Eine niedrige Viskosität des Kälteflüssigkeit beeinflusst auch die Energiebilanz einer Kälteanlage, in der in einem zweiten Kreislauf (man spricht vom indirekten Kälte-/Wärmeträger) eingesetzt werden.



Gegenüberstellung der dynamischen Viskosität verschiedener Kälteflüssigkeiten (Werkbild Aspen Temper)



Gegenüberstellung der kinematischen Viskosität verschiedener Kälteflüssigkeiten (Werkbild Aspen Temper)

Wie die hier abgebildeten Diagramme ausweisen, verfügt Temper über eine vergleichsweise zu Äthyl- und Propylenglykolen geringere Viskosität.

Man muß hier die dynamische Viskosität und die kinematische Viskosität gesondert betrachten und bewerten. Die Viskosität einer Flüssigkeit ist temperaturabhängig und ist das Maß für ihren Strömungswiderstand. Sie hängt von der inneren Reibung der Flüssigkeit in einem Pumpen-Rohrleitungsnetz ab. Eine zu niedrige Viskosität ist in Kühl- und Heizanlagen jedoch aus strömungstechnischer Sicht nicht immer von Vorteil, so benötigt man dort eine mäßig hohe Viskosität, um die gewünschte Zirkulation im Rohrnetz bei relativ geringer Pumpenleistung zu erreichen. Günstiger verhält es sich um die kinematische Viskosität, die die Bewegung eines Festkörpers durch eine Flüssigkeit beschreibt. Ist diese günstig, also relativ gering, so wird weniger Energie für die Pumpenförderung benötigt (siehe hierzu beide abgebildeten Diagramme).

Dem Korrosionsschutz widmete Aspen eine besondere Beachtung durch die Entwicklung hierfür geeigneter Inhibitoren, die einer Materialschädigung bei Wärmeträger-führenden Systemen entgegenwirken sollen/müssen. Bekannt ist hier eine rohrinnere Schutzfilmbildung, die durch die spezielle Zugabe von hierzu geeigneten Inhibitoren gefördert wird, allerdings auch eine gewisse Isolierfunktion bewirkt, die die Wärmeleitfähigkeit der Flüssigkeit etwas beeinträchtigt.

Aspen Temper hat eine andere Methode entwickelt, die vor allem der Bildung einer Elektrolyse entgegenwirkt. Bei den Temper-Korrosionsinhibitoren (>1,5%) handelt es sich um eine Mischung verschiedener Zutaten auf Kohlenwasserstoffbasis, für deren Zusammensetzung Aspen Petroleum ein Patent besitzt. Diese bewirken eine im Bedarfsfall nur zeitweilig auftretende Schutzfunktion. Das bedeutet, daß eine als Vorstufe zu einer möglichen Korrosion auftretende positive Ladung des Metalls durch das Einwirken negativer oder neutraler Moleküle einen Ionentransport bewirkt, bis eine Neutralisierung des an einer Stelle gefährdeten Metalls eingetreten ist. Dann werden die Temper-Inhibitoren einfach fortgespült, ohne sich gleich einem Schutzfilm festsetzen zu müssen. Aspen Temper-Inhibitoren bewirken einen Korrosionsschutz, der nach ASTM 1384-87 die Einhaltung eines Grenzwertes bei Messing von $0,45 \text{ g/m}^2$ und bei Kupfer von $0,32 \text{ g/m}^2$ bestimmt.

Was noch erwähnt werden sollte, ist die vom Hersteller empfohlene Vorsichtsmaßnahme, Aspen Temper regelmäßig zu kontrollieren auf

- Dichte der Flüssigkeit und dadurch Frostschutz der Flüssigkeit und
- Gehalt des Korrosionsschutzes. Dieses sollte regelmäßig geschehen und entsprechend gezogene Proben können dem Hersteller zwecks Analyse eingesandt werden und geben anschließend die gewünschte Auskunft.

Höhere Effizienz bei Kälteanlagen mit Sekundärkreisläufen

Man kann davon ausgehen, daß in Schweden wohl die ausgeprägtesten Erfahrungen im Einsatz von indirekten Kühl- und Tiefkühlensystemen im Bereich der Gewerbekälte vorliegen. Die Firma Frigotech AB in Stockholm, ein Kälteanlagenbauerbetrieb mit 25 Mitarbeitern, ist ein Unternehmen, das bereits seit 1986 indirekte Kälteflüssigkeitssysteme für unterschiedliche Anwendungen erstellt. Einen besonderen Schwerpunkt bilden hierbei inzwischen Supermärkte. Wichtige Voraussetzung ist hier die Verfügbarkeit eines Kälteflüssigkeitsträgers, dem seitens der Genehmigungsbehörde einerseits eine nicht vorhandene Toxizität, andererseits aber auch eine relative Lebensmitteltauglichkeit bescheinigt wird. Die Lebensmitteltauglichkeit bezieht sich auf die Verwendung in geschlossenen Kälteflüssigkeitssystemen. Bei Aspen Temper ist dies der Fall.

Die Lebensmittelenbedenklichkeit einerseits und eine möglichst niedrige Viskosität des ausgewählten Kälteflüssigkeitsträgers andererseits, die Einfluß auf die Auslegung der Rohrdimensionen und die für den Systemkreislauf benötigte Pumpenenergie nimmt, trugen dazu bei, daß sich Kjell Svensson, geschäftsführender Gesellschafter der Kältefirma Frigotech in Stockholm, dazu entschloß, 1996 in Zusammenarbeit mit dem schwedischen Hersteller von Supermarktkühlmöbeln, dem Unternehmen WICA, sowohl für Zwecke der Kühlung als auch für die Tiefkühlung indirekte Kühl- und Abtausysteme mit Aspen Temper als Kälte- und Wärmeträger in einem Supermarkt einzusetzen. Gelegenheit hierfür bot ein SB-Markt der Lebensmittelkette Hemköp in Sköndal, der seinerzeit von 1200 m^2 auf 1700 m^2 Verkaufsfläche erweitert wurde. Mitentscheidend für die Installation von Kälteflüssigkeitssystemen waren für die Unternehmensleitung Hemköp die Aspekte Umweltfreundlichkeit und Energieersparnis. Der erstgenannte Aspekt bezog sich auf die drastische Reduzierung der Kältemittelfüllung, die gegenüber den zunächst geplanten Direktexpansionssystemen statt 120 kg R 404A nur noch 22 kg betrug (die Füllmenge 1973 betrug noch

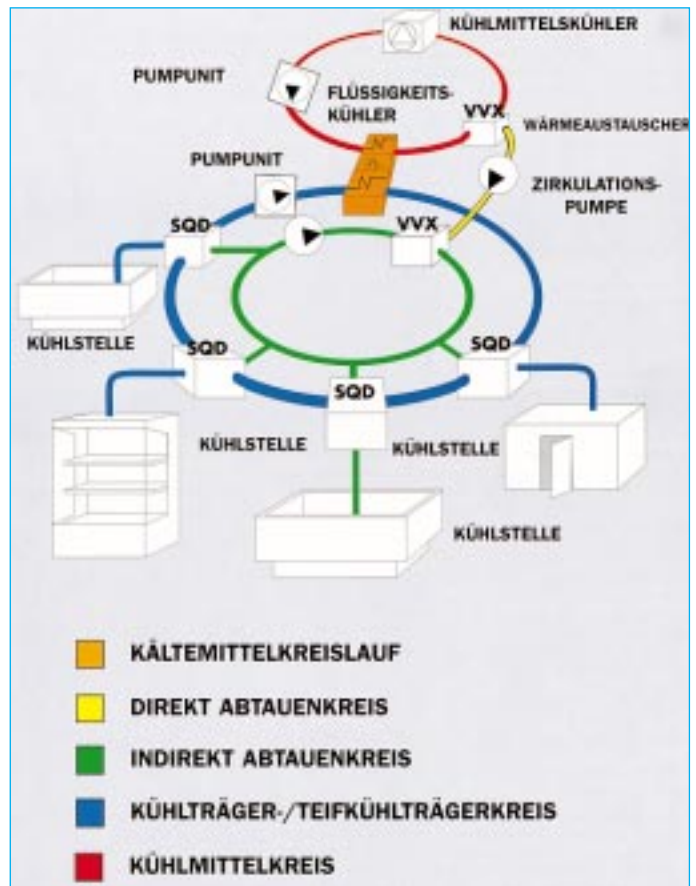
553 kg FCKW!). Dies in Relation gewertet zu installierten 75 lfm Kühlregale und -Truhen, 27 lfm Tiefkühlinseln, 7 Kühlräume, 1 Tiefkühlraum, Maschinenraum, Zerlege- und Aufbereitungsraum. Die installierte Kälteleistung beträgt 82 kW (12 kg R 404A, $t_o -12\text{ }^\circ\text{C}$, $t_c +38\text{ }^\circ\text{C}$) für den Pluskältekreislauf und 26 kW (10 kg R 404A, $t_o 32\text{ }^\circ\text{C}$, $t_c +38\text{ }^\circ\text{C}$) für die Tiefkühlkreisläufe.

Der zweitgenannte Aspekt, die Energieersparnis, betrifft die Auswahl der Kälte-trägersysteme aber auch die damals revolutionierende Abtaung mit Warmsole. Für den Pluskältekreislauf wurde Temper (-)20 eingesetzt und für die Tiefkühlung Temper (-)40. Für die Abführung der Kondensationswärme diente Temper 20, das wiederum über einen Wärmetauscher für den Abtausolekreislauf genutzt wird. Die gute spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgers Aspen Temper trägt dazu bei, daß schon bei der in Sköndal im Jahr 1996 durchgeführten Supermarkt-Erstinstallation sehr günstige Kälte-trägertemperaturen erzielt wurden. Im Bereich der Kühlräume und Kühlmöbel lagen die Hin- und Rücklauf-temperaturen mit Temper 20 bei $-6\text{ }^\circ\text{C}/-3\text{ }^\circ\text{C}$, bei Tiefkühlmöbeln und Tiefkühlraum mit Temper 40 bei $-25\text{ }^\circ\text{C}/-28\text{ }^\circ\text{C}$. Die Energieersparnis im Anwendungsfall „Hemköp in Sköndal“ bezieht Kjell Svensson von Frigotech auf gut 200 000 kWh/Jahr im Vergleich mit einem Direktexpansionssystem für die gleiche Verbraucher-konfiguration. Was es noch zu beweisen gilt, denn in Deutschland liegen derartig günstige Energieverbrauchswerte nicht vor. Im Gegenteil, siehe DKV-Vortrag 1998 in Würzburg. Möglicherweise erhält Kjell Svensson während der Deutschen Kälte-Klima-Tagung 1999 in Berlin Gelegenheit,



Das i-Tüpfelchen für die Warmsoleabtaung, die S-Q-D-Baugruppe für eine produktschonende und energiesparende Tiefkühl-Abtausystemtechnik

Fließbild System-darstellung Kälte-träger-Kreisläufe unter Nutzung des S-Q-D-Abtausystems



Von Frigotech vorgefertigte Systembaugruppe mit Pumpenstation, Expansionsgefäß, Füllpumpe etc. und Steuerschrank

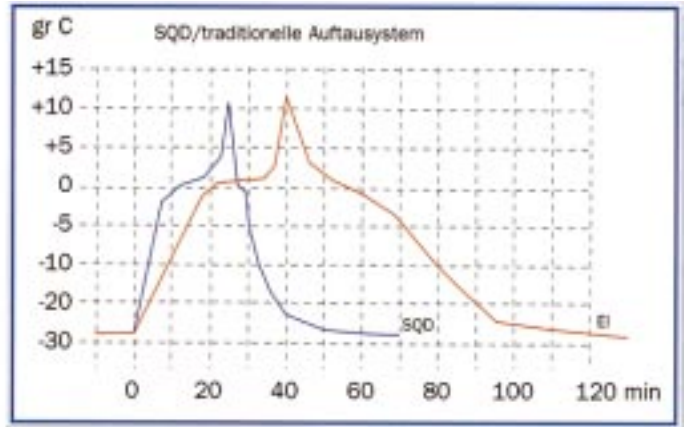
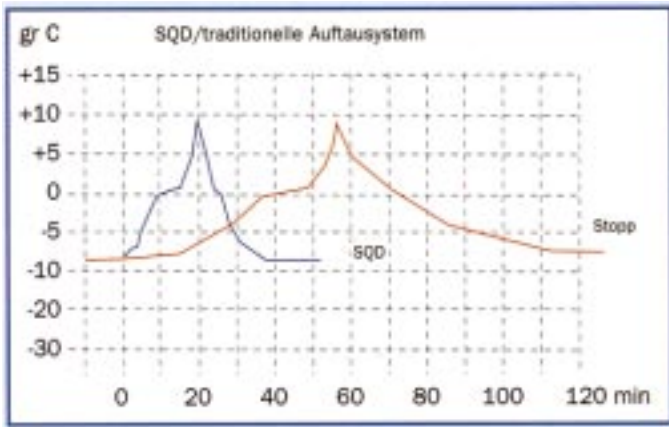
seine auf wiederholte Erfahrungen beruhende Aussage näher zu belegen.

Die günstigen Energiewerte könnten in der von Kjell Svensson selbst entwickelten Systemtechnik liegen. Hierzu zählen Flüssigkeitskühler mit Verdichter, Plattenwärmetauscher und Steuerschrank als vorgefertigte Baugruppe sowie eine ebenso vorgefertigte und komplett dimensionierte Pumpenstation einschließlich Pumpen, Expansionsgefäß, Füllpumpe, Wirkdurchmesser, Schmutzfilter, Absperrhähne, alles eingebaut und schaumstoffisoliert in einem Maschinenrahmen mit den Grundabmessungen $800 \times 1400\text{ mm}$.

Das i-Tüpfelchen der Systemtechnik ist das sogenannte „S-Q-D Soft & Quick Defrost System“, das Kjell Svensson und

seine Mitarbeiter entwickelt haben und wofür auch eine Patenterteilung erfolgte. S-Q-D ist eine anschlussfertige Abtaugruppe, bestehend aus magnetgesteuerten 3-Wegeventilen, Absperrhähnen und Gebern, die in einem schaumisolierten Gehäuse untergebracht sind. S-Q-D nutzt bereits verbrauchte Energie, indem Warmsole aus dem Kühlmittelkreislauf nach dem Rückkühler für Zwecke einer indirekten Abtaung zu den jeweiligen Kühlstellen über die S-Q-D-Steuerung zugeführt wird (siehe Systemdarstellung).





Temperaturvergleich einer Abtauperiode mit einem SQD-System und einer konventionellen elektrischen Abtaumethodik. Das linke Bild bezieht sich auf den Plus- und das rechte Bild auf den Tiefemperaturbereich (Werkbild Frigotech, Stockholm)

Die Vorteile liegen vor allem im Bereich der Abtauung von Tiefkühlwärmetauschern auf der Hand: gleichmäßige Erwärmung bei einer Temper 40-Wärmeträger-Durchflußtemperatur von ca. + 30 °C. Dadurch Verkürzung der Abtauzeit um etwa die Hälfte im Vergleich zu einer konventionellen elektrischen Heizabtauung und keinerlei Beeinträchtigung der Waren-temperatur sowie Ausschluß einer Bereifung an Tiefkühlverpackungen oder Luftausblasgittern. In der Regel ist nur ein einmaliger Abtauzyklus pro Tag bei Supermarkttiefkühlleinrichtungen notwendig. Auch hier sind die wärmeübertragenden Eigenschaften des Wärme- und Kälte-trägers Temper 20 gegenüber vergleichsweise verwendbarer Glykole um einiges überlegen. Frigotech-Geschäftsführer Kjell Svensson beschreibt die Reduzierung des Energieverbrauchs bei der Nutzung von Temper gegenüber einem vergleichbaren Glykolsystem um bis zu 15 %. Insgesamt muß man das Soft & Quick Defrostsystm SQD von Frigotech (es wird auch über eine Wiederverkaufsschiene an jeden interessierten Kältefachbetrieb vertrieben) als eine Systemlösung bezeichnen. Denn sie besteht nicht nur aus der Verwendung der SQD-Abtaugruppe mit weiteren Montageeinheiten, sondern erst die aufeinander abgestimmte Funktion mit Wärmeübertragerfläche, richtige Rohrdimensionierung und Pumpenauswahl erbringt die Wirkung einer energiesparenden Abtau- und Systemtechnik.

Aktuelle Anwendungen in Lebensmittelmärkten und Fleischverarbeitung

Anfang Juni bestand für KK Gelegenheit, sich im Bereich der Städte Stockholm und Uppsala einen Eindruck von der praktischen Funktion der Frigotech/Aspen Temper-Systemtechnik in drei Supermärkten und einem großen fleischverarbeitenden Betrieb, die mit Sekundärkälteanlagen ausgestattet sind, zu verschaffen. Zunächst wurde 30 Kilometer südlich von Stockholm das von der Europäischen Uni-

on als städtebaulich besonders mustergütig ausgezeichnete neue Einkaufszentrum in Farsta besucht, in dem drei miteinander im Wettbewerb stehende Lebensmittelketten Lebensmittelmärkte mit unterschiedlicher Verkaufsphilosophie betreiben.

ICA Supermarket

Hier handelt es sich um einen Lebensmittelmarkt, der von der größten Lebensmittelkette in Schweden betrieben wird. Neu für Deutschland: der Lebensmittelmarkt ist täglich (also auch sonntags) von 9 bis 21 Uhr geöffnet. Die Verkaufsfläche be-



ICA Supermarket im Einkaufszentrum Farsta, 30 km südlich von Stockholm. Täglich von 9 bis 21 Uhr geöffnet. Nur Selbstbedienung auf der 2000 m² großen Verkaufsfläche





Effiziente Warmsoleabtauung der Tiefkühltruhen mit Temper 20. Keine Reifbildung an den Packungen. Energiesparende Nachtdeckung mit Rollos



Für die Tiefkühlkreisläufe wurden zwei Baugruppen der von Frigotech vorgefertigten Flüssigkeitskühler mit Alfa Laval Plattenwärmeübertragern und „blauen“ Bitzer semihermetischen Verdichtern aufgestellt. Bei einer Gesamtkälteleistung von ca. 30 kW ($t_o -37^\circ\text{C}$, t_c ca. $+40^\circ\text{C}$) werden nur jeweils 5 kg Kältemittel R 404A benötigt, um die Tiefkühlsole Temperatur 40 von -28°C (Kühlstellenrücklauf) auf -31°C (Kühlstellenvorlauf) abzukühlen!

Für die Kühlkreisläufe verwendete Frigotech eine vom französischen Hersteller CIAT vorgefertigte Schrankbaugruppe mit Plattenwärmetauschern und zwei Danfoss/Maneurop Performance Scrollverdichtern. Für den Primärkreislauf wird als Kältemittel R 407C (!!) genutzt. Die Gesamtkälteleistung beträgt ca. 90 kW ($t_o -12^\circ\text{C}$, $t_c +40^\circ\text{C}$), die benötigte Kältemittelmenge nur 11 kg! Für den Kühlmittelkreislauf kommt Temper 20 zum Einsatz, die Vorlauftemperatur liegt bei -8°C , die Rücklauftemperatur bei -5°C .



Ein Blick in den Maschinenraum im ICA-Markt. Links die vorgefertigten Flüssigkeitskühler für den Tiefkühlbereich, rechts eine der Pumpenstationen für den Kälte- und Wärmeträgerkreislauf. Im mittleren Bild demonstriert Anlagenbauer Kjell Svensson (rechts) eine gute Zusammenarbeit mit den Repräsentanten von Aspen Temper, Martin Starzmann (Mitte) und Jan Hellsten (links)

trägt 2000 m², Kühl- und Tiefkühlkost wird nur in Form der Selbstbedienung offeriert. Kein Frischwarensortiment.

In diesem Markt wurden für den Betrieb der WICA Kühl- und Tiefkühlmöbel sowie der Kühl- und Tiefkühlräume Sekundärkälteanlagen eingesetzt, die in Form

von Frigotech vorgefertigter Systemeinheiten in einem durch einen Ventilatorluftkühler temperierten Maschinenraum aufgestellt sind. Zur Versorgung von ca. 25 lfm Tiefkühltruhen sowie eines Tiefkühlraums werden in zwei Systemkreisläufen 2000 Liter Aspen Temper 40 benötigt, für ca. 45 lfm Kühlregale sowie zwei Kühlräume kommen 1500 Liter Aspen Temper 20 zur Verwendung. Im Axial-Rückkühler-Kreislauf zirkulieren weitere 1000 Liter Aspen Temper 20.

Alle Kühl- und Tiefkühlstellen werden während des Abtauzyklusses mit Warmsole Temper 40 nach dem SQD-Abtausystem versorgt. Für die Kühl- und Wärmeträger-Kreisläufe wurden vorgefertigte Pumpstationen mit am Maschinengestell montierten elektrischen Steuerungskästen genutzt.



Stille Kühlung ohne Ventilatoreinsatz in den Pluskühlräumen, anstelle eines Thermostates wird die Kälteableitung durch einen Temperatursensor gesteuert



den Molkereiprodukteumsatz um bis zu 20 % zu steigern. Das hat die Hemköp-Lebensmittelkette in einer Verkaufsana-lyse genau ermittelt.

KF (Konsum)

Der Konsum betreibt in Schweden die zweitgrößte Lebensmittelmarkt-Filialket- te. Im Farsta Center ist der Konsum mit etwa 1500 m² Verkaufsfläche direkt ge- genüber dem Hemköp-Markt plaziert. Die Besonderheit und Verkaufsphilosophie dort: Für die Warenpräsentation wird die gesamte Höhe des Verkaufsraumes bis hin zur niedrig abgehängten Zwischendecke genutzt. Dadurch bietet in erster Linie das optisch stark ansprechende Warensorti- ment einen erhöhten Kaufanreiz, dagegen treten Kühleinrichtungen (Fabrikat WICA) eher in den Hintergrund. Die Besonderheit an den Kühleinrichtungen ist hierbei, daß jede Kühl- und Tiefkühlinsel im Unterbau über einen separaten Maschinensatz ver- fügt. Erhöhte Wärmeabgabe? Keineswegs.

Hemköp-Supermarkt

Nur wenige Schritte vom ICA-Markt im Farsta Center entfernt trifft man auf den Hemköp-Lebensmittelmarkt, der ebenfalls über eine Verkaufsfläche von ca. 2000 m² verfügt. Hier kommen 4000 Liter Temper 20 für den Pluskälte- und Rückkühler- kreislauf und 2000 Liter Temper 40 für den Tiefkühlkreislauf als Kälte-träger zum Ein- satz. Also auch hier Verwendung eines kompletten Sekundärkälteanlagen- und Abtausystems.

Eine Besonderheit in diesem Markt. Auf einer Fläche von ca. 70 m² ist für die Verkaufslagerung von Molkereiprodukten in Kühlregalen ein vom Markt abgetrenn- ter Frischdienstraum mit automatischen Glasschiebetüren plaziert. Hier dient die Luftschleier-Abstrahlung der großzügig bemessenen Kühlregale zur Temperierung dieser Verkaufsabteilung. Der kundige Be- trachter sucht vergeblich einen im Dek- kenbereich installierten Luftkühler. Die Temperaturabstrahlung der Kühlregale reicht für die Temperierung des Verkaufs- raumes absolut aus.

Der Nebeneffekt: Einerseits wird we- gen der gegenüber dem übrigen Markt niedrigeren Umgebungstemperatur weni- ger Energieaufwand zur Versorgung der Kühlregale benötigt, andererseits dient die vergrößerte Einzelproduktausstellung in- folge großzügiger Kühlregallänge dazu,



Eine Besonderheit des Hemköp-Marktes in Farsta. Molkerei- produkte-Verkaufs- raum durch Glas- schiebetüren von der Hauptverkaufsfläche abgetrennt

Eine großzügige Prä- sentation von Einzel- produkten steigert den Umsatz um bis zu 20 Prozent. Die Kälteabstrahlung der Kühlregale reicht aus, um diesen Verkaufs- raum ohne zusätz- lichen Energieaufwand zu temperieren





Konsum extra im Farsta Einkaufscenter. Eigenwillige Warenpräsentation

Systemlänge von ca. 2,40 m 300 g Kältemittel R 404A ausreichen, um die Wärme von 20 Liter Temper 20 Kälte-trägerkreislauf über das Kaltwassersystem abzuführen.



Viel Flexibilität bei Kühl- und Tiefkühlinseln. Eingebaute R 404A-Maschinensätze mit Temper 20/Temper 40 Kälte-trägerkreislauf ermöglichen eine rasche Aufstellungsveränderung. Aus und in die Zwischendecke führt ein durch Bleche senkrecht verblendeter Kaltwasserkreislauf zu einem im oberen Gebäudebereich aufgestellten Chiller

Die Kältemittelkondensation des Maschinensatzes für den Primärkreislauf erfolgt durch einen Kaltwasserkreislauf. Der kommt von oben (!) aus dem Zwischendeckenbereich und wird durch eine Kanalsäule optisch kaschiert. Im oberen Gebäudeteil steht für die Gesamtversorgung aller Kühlstellen ein Kaltwassersatz.

Die Wasseraustrittstemperatur beträgt dann +2 °C, die Rücklauftemperatur ca. +7 °C. Als Wärmetauschermedium zur Kühlung der Verkaufsmöbel dient schließlich entweder Aspen Temper 20 oder Temper 40. Dies bedeutet zum Beispiel, daß in einer Käse-Umluftverkaufsinsel mit einer

Sachen gibt's, die gibt's nicht, möchte man salopp als Deutscher sagen. Warum aber die Kaltwasserzuführung aus dem Zwischendeckenbereich? Einigermaßen plausibel die Antwort. Diese Installations-technik dient nach Ansicht des Konsums dazu, alle Kühl- und Tiefkühlinseln im Lebensmittelmarkt flexibel zu installieren. Das bedeutet, daß weniger Kosten im Vergleich zur Leitungsführung „unter Boden“ entstehen, wenn eine neue Markt- oder Verkaufsphilosophie eine Umgestaltung der Verkaufseinrichtungen gebietet. Man könnte daraus lernen.

Scan Farmek-Swedish Meats

Schwedens größter Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetrieb, mit etwa 400 Beschäftigten in Uppsala, wurde 1959 errichtet und wird überwiegend von Betrieben der schwedischen Landwirtschaft mit Viehzüchtung getragen. Wöchentlich werden dort 5000 Schweine und täglich 120 Rinder geschlachtet, zu unterschiedlichen Fleisch- und Wurstprodukten verarbeitet und in Versandkartons zur Zwischenlagerung in einem hochmodernen und vollautomatischen Hochregallager versandbereit gehalten.

Zunächst wurden 1959 Direktexpansionskälteanlagen mit dem Kältemittel NH₃ installiert, dann erfolgte in den 70er und 80er Jahren ein Ausbau mit den Kältemitteln R 12/R 22/R 502 für die unterschiedlichen Kühl- und Tiefkühlanwendungen, ehe man 1991 im Verlauf der schwedischen Umweltgesetzgebung wieder eine Umstellung auf das umweltfreundliche Kältemittel NH₃ vornahm. Dies erforderte aus Sicherheits- und lebensmitteltechnischen Gründen eine Installation von Sekundärkältesystemen, die zunächst mit Propylenglykol als Kälte-träger betrieben wurden. Nach der Entwicklung von Aspen Temper und dessen Marktreife im Jahr 1995 erfolgte jetzt Zug um Zug die Umstellung. Die Propylenglykol-kreisläufe wurden entleert, gespült und dann ohne weitere Systemveränderungen entweder mit Temper 20 oder Temper 40 befüllt. Die Gesamtkälteleistung aller installierten NH₃-Kälteanlagen (Fabrikate Sabroe und Gram, Hubkolben- und Schraubenverdichter) beträgt ca. 1611 kW für die Plustemperatur-Kühlräume, ca. 324 kW für die Tiefkühlräume und ca. 283 kW für Wär-



Schlachten und Fleischverarbeitung bei Scan Farmek-Swedish Meats in Uppsala. Seit 1991 Kühlen und Tiefkühlen mit Sekundär-Ammoniak-Kälteanlagen. Insgesamt mehr als 2 MW Kälteleistung, erzeugt durch Hubkolben- und Schraubenverdichter. Seit 1998 ist Aspen Temper 20 und Temper 40 der für Scan ideale Kälte-träger. Die Außenaufnahme zeigt hierfür die Transport- und Lagerbehälter



mepumpenkreisläufe. Die gesamte NH_3 -Kältemittel-Füllmenge beträgt (nur) 9000 kg. Auch diese Anwendung vermittelte einen Eindruck über die Vielseitigkeit einer energetisch ausgereiften Kälte-trägersystemtechnik in Sekundär-Kälte- und Kühlkreisläufen. Auf weitere Einzelheiten muß in diesem Überblick-Report verzichtet werden.

Versuch eines Ausblicks

Es ist nicht die Absicht, über die in diesem Beitrag enthaltenen Ausführungen den möglichen Vorzügen einer Sekundär-kälteanlagen-Systemtechnik das Wort zu reden. Die vorhergehenden Zeilen sollen vielmehr dazu beitragen, den gegenwärtig in Deutschland bestehenden Negativeindruck über die energetische Ineffizienz von indirekten Kühl- und Tiefkühl-systemen im Supermarktbereich zu überdenken oder auch neu zu überprüfen. Ohne die eingangs gemachten Betrachtungen zu umweltpolitischen Zwängen oder gewünschten Vorgaben noch einmal zu wie-

derholen, sei dennoch angemerkt, daß eine weitere energetische Optimierung von Direktexpansionssystemen (natürlich schreitet die weiter voran) das Problem einer zukünftigen Füllmengenbeschränkung für FKW-Kältemittel in Verbundkälteanlagen möglicherweise nicht löst. Alles dies bleibt abzuwarten und hängt von umweltpolitischen „Harmonisierungsfragen“ innerhalb der Europäischen Union ab. Dieser Ansicht ist

P. W.