

IR Consensus, Dezember 2004, Gut Sanberg (DK)

Danfoss, Gastgeber einer globalen Industriekälte-Konferenz

60 Experten aus der ganzen Welt trafen sich Anfang Dezember 2004 in Dänemark, um über die Zukunft der industriellen Kältetechnik zu diskutieren. Danfoss Industrial Refrigeration organisierte die Veranstaltung und war gleichzeitig auch einladender Gastgeber. Die Konferenz wurde als Experten-Workshop durchgeführt und trug den Namen „IR Consensus 2004“.

Ziel der Konferenz – der ersten ihrer Art überhaupt – war es, Trends und Anforderungen zu identifizieren, die zukünftig an die Kälte-Branche gestellt werden. Unter den Teilnehmern befanden sich führende Experten und Forscher auf diesem Gebiet sowie das britische Parlamentsmitglied und frühere Umweltminister John Gummer, der neben dem weltbekannten Umweltschützer Bjørn Lomborg (bekannt durch sein Buch „The Skeptical Environmentalist“) zu den Hauptrednern gehörte.

„Hauptgrund für das Abhalten von IR Consensus 2004 ist, hiermit nachdrücklich zu unterstreichen, dass Danfoss auch global marktführend ist,“ erklärte Palle Kruse, Präsident von Danfoss Industrial Refrigeration



Danfoss CEO Jørgen M. Clausen eröffnete Anfang Dezember 2004 auf Gut Sanberg (DK) die zum ersten Mal im Bereich der Industriekälte durch Danfoss in Dänemark durchgeführte globale Kälte-Konferenz „IR Consensus 2004“

ation in Dänemark, „wir diskutieren die Zukunft und auch die Teilnehmer erhalten hierbei wichtige Informationen. Dadurch können wir die Produkte, die unsere Kunden verlangen, frühzeitig entwickeln und rechtzeitig liefern.“

Zusätzlich zu den Vorträgen der beiden Hauptredner wurden sieben mit Workshops kombinierte Präsentationen durchgeführt. In den Workshops diskutierten die Teilnehmer Trends, die in ad-hoc-Niederschriften zusammengefasst wurden und dann in die Plenarveranstaltung einfließen. Antworten und Prognosen hieraus zu bestimmten Fragestellungen werden hier nachfolgend auszugsweise veröffentlicht.

Workshop Nr. 1, geleitet von Andy Pearson (Star Refrigeration Scotland),

behandelte das Thema „**Kältemittel und ihre Zukunft in Bereichen der Industrie-Kältetechnik**“ und es gab hierzu die generelle Fragestellung „Welche Kältemittel werden signifikant die Zukunft der industriellen Kälteanwendung bestimmen?“

In der KK sollen einige bedeutsame Aussagen aus dem internationalen Teilnehmerspektrum Erwähnung finden, die sowohl die Kältemittel Ammoniak/NH₃, CO₂, aber auch die HFKW-Kältemittel betreffen.

Die Experten aus dem Bereich der industriellen Kältetechnik sind der Überzeugung, dass Ammoniak wegen seiner energieeffizienten Nutzung auch noch im Jahr 2010 ein bestimmendes Kältemittel sein wird. Hierbei werden jedoch geringere Füllmengen als bisher und der Einsatz von Kälteträgern für indirekte Anwendungen förderlich sein. Hierzu ist besonders zu beachten:

- Die Forderung nach emissionsdichten Systemen lässt sich durch Ammoniak-Technologien nachweislich sehr gut lösen.

- Ammoniak-Kältesysteme lassen sich auch im Mitteltemperaturbereichen in Kombination mit CO₂-Systemen noch vielseitiger gestalten.
- Die Bewusstseinsbildung über die Toxizität von Ammoniak lässt sich durch verstärkte Vorkehrungen zur Unfallvermeidung und Installationssicherheit positiv beeinflussen.
- Außerhalb Europas liegt die Angst vor Panik infolge Ammoniak-Emissionen aus Kälteanlagen vor allem in dem nicht ausreichend verfügbaren Installations- und Wartungspersonals begründet.
- Ein verstärkter Blick auf die Möglichkeit der Optimierung bestehender Anlagen ist einer kompletten Neuinstallation vorzuziehen.
- NH₃ besitzt eine gute Chance, noch mehr als bisher in der Kältetechnik verwendet zu werden, wenn die Anlageneffizienz verbessert und auch auf leistungsgeringere Kälteanwendungen ausgedehnt wird. Hierbei wird der Trocknerexpansion eine zukünftig stärkere Beachtung zukommen müssen.

Es ging in diesem Workshop Nr. 1 aber auch um die künftige Nutzung von Kohlendioxid/CO₂ als Kältemittel. Hierzu vertraten die Workshopteilnehmer folgende Meinungen:

- CO₂ kann in Kaskadensystemen auch in kritischen und/oder transkritischen Kälteanwendungen eine Alternative zu den fluorierten Kohlenwasserstoffen als Kältemittel darstellen, sollte aber nicht das Kältemittel Ammoniak ersetzen.
- Höhere Anforderungen an die Qualität kältetechnischer Anwendungen kann für die Nutzung von CO₂ förderlich sein. Hierzu zählen z.B. zeitlich schnellere Gefrierprozesse.
- Eine Möglichkeit für die Akzeptanzverbesserung von CO₂ in der Kältetechnik könnte darin liegen, Kältemittelgemische auf Kohlendioxidbasis zu entwickeln, um damit den Trippelpunkt zu reduzieren.

- Die Akzeptanz von CO₂ als Kältemittel lässt sich bei Anlagenbetreibern durch eine nachweisliche Verbesserung von Sicherheitstechnologien erhöhen.
- CO₂ wird einen bestimmenden Anteil in der Tiefkältetechnik nehmen.
- Der Vorteil der CO₂-Kältemittel-Nutzung ist im Tiefkältebereich > -45°C unübersehbar.
- Die Nutzung einer CO₂-Technologie ergibt sich auf Fisch-Trawlern dort, wo die Nutzung von Ammoniak als Kältemittel nicht gestattet ist.
- Einstufige CO₂-Kälteanwendungen werden dann verstärkt möglich sein, sobald die Kälteindustrie hierfür die notwendigen Komponenten vorhält.
- NH₃ und CO₂ geben grundsätzlich auf die Kältemittelproblematik eine Antwort und stellen alternative Anwendungsmöglichkeiten zu bisherigen R22-Kältetechnologien dar.

Weitere Anmerkungen zur alternativen Kältemittelnutzung

- Eine Wiedereinführung von teilhalogenierten FCKW im Bereich der industriellen Kältetechnik ist weltweit auszuschließen.
- Kohlenwasserstoffe werden in kleineren Kältemittelanwendungen zukünftig eine partielle Nutzung als Kältemittel erfahren, sonst aber nur in großen Prozesskälteanlagen, vor allem in der Chemischen Industrie.
- Kaltwassersätze kommen für bestimmte Anwendungen in Frage, Ice slurry wird vermehrt als Kälte Träger genutzt.
- **Das ölfreie Turbocor-Verdichter-Prinzip – z.B. bei Quantum-Flüssigkeitskühlern – könnte noch ganz andere Anwendungsbereiche erschließen, jedoch nicht mit NH₃!**
- Auch Wasser wird seine Chance als ein alternatives Kältemittel erhalten.
- Die herstellende Industrie wird sehr differenziert mit der Kohlenwasserstoff-Kältemittelnutzung umgehen, da das Produkthaftungsrisiko im Anwenderbereich für die Industrie bestehen bleibt.
- Fluorierte Kohlenwasserstoffe sind aus dem Kältemittelanwender-Markt vorläufig nicht wegzudenken, ihre Nutzung ist aber einzuschränken.
- Der globale Markt selbst wird bestimmen, welches Kältemittel jeweils in Abhängigkeit von den Anlagen-Gesamtkosten eingesetzt wird.

Wie kann man nun die Verwendung natürlicher Kältemittel für eine verstärkte Nutzung beeinflussen?

Generell sind klare Vorgaben notwendig, um in eine bestimmte Richtung gehen zu können; so die Expertenmeinung. Um Ammoniak weiterhin als das industrielle Kältemittel zu erhalten, bedarf es eines Wandels im bisherigen emotionalen Wahrnehmungsvermögen, hierzu sind eindeutige Informationswege zu bestimmen. Von der äußeren Betrachtungsweise her sind hierfür Umweltbestimmungen/-Auflagen, auch Steuern, hilfreich.

Die Industrie hat sich grundsätzlich für eine die Kältemittelnutzung bestimmende Richtung zu entscheiden. Wie das geht, hat die Automobilindustrie vor allem in Deutschland exemplarisch vorgemacht.

Der wesentliche Punkt bei der Entscheidungsfindung wird dabei die Gesetzgebung sein. Kältetechnisches Ziel sollte sein, vorausschauend zu handeln, damit könnte man auch die gesetzlichen Grundlagen beeinflussen.

Allerdings müssen sich die Fakten durch die wirtschaftliche Machbarkeit bestimmen lassen.

Die Kälteindustrie selbst müsste von sich aus einen Dialog mit der Chemischen Industrie starten, um die Entwicklung neuer, anwendungstauglicher Kältemittel zu initiieren.

Aus technologischer Anwendungssicht ist es notwendig, Komponenten zu entwickeln, die der jeweils benötigten Drucklage gerecht werden. Die Energieeffizienz wird in der Zukunft einen bedeutsamen Faktor darstellen, der auch dazu dient, neue Technologien – wie zum Beispiel die magnetische Kühlung – für kältetechnische Anwendungen zu ermöglichen. Hierzu wären hilfreich:

- Kooperationen der Hersteller auf dem Gebiet von Forschung und Entwicklung.
- Eine einheitliche Gesetzgebung – und nicht von Land zu Land unterschiedlich –, die europäische Druckgeräterichtlinie – die PED – sei hierfür ein gutes Beispiel.
- Es sollten weltweit Anreize für die Nutzung natürlicher Kältemittel geschaffen werden.
- Einführung von Steuern, die im Zusammenhang mit dem Energie-Verbrauch bei Anlagen stehen.

- Die (Kälte-Klima) Industrie sollte sich ihrerseits bemühen, mehr Einfluss auf eine koordinierte Gesetzgebung zu nehmen.
- Eine „richtige“ Gesetzgebung würde eine Anschlag-Funktion für die Verwendung natürlicher Kältemittel darstellen.
- Eine Reduzierung der HFKW-Kältemittel-Nutzung wäre in jedem Fall möglich.
- Für die Startphase der natürlichen Kältemittelnutzung bedarf es jedoch hierfür notwendiger großer Kapazitäten.
- Insgesamt wäre die Erarbeitung eines Energieeffizienz-Konzepts eine wichtige Maßnahme für die Zukunft.



Bjørn Lomborg (l.), Umweltschützer und weltbekannter Buchautor, Vagn Helberg (m.), President Danfoss A/S Refrigeration and Air Conditioning, und der ehemalige britische Umweltminister John Gummer (r.)

Wie wird sich nun die weitere HFKW-Kältemittelnutzung auf die Zukunft der industriellen Kältetechnik auswirken?

Hierzu einige Antworten, Anmerkungen und während des Workshops vorgetragene Wünsche:

- Die Verwendung brennbarer/entflammbarer Kältemittel ist gewünscht, jedoch nur in kleineren fabrikgefertigten Systemen.
- Die Leckageraten in ganz einfachen Kältesystemen betragen bis zu 40%, wenn man die Anlagendichtheit technisch verbessern würde, dann verliert auch die Diskussion über die klimarelevanten Auswirkungen an Bedeutung.
- **Die Beurteilung einer Anlage sollte in ganzheitlicher Betrachtung erfolgen. Das bedeutet, man darf nicht nur die Kosten der Neuinvestition bewerten, auch die Betriebs-, Wartungs- und Reparaturkosten sind über einen angenommenen Funktionszeitraum der Kälteanlage hinzuzurechnen. Dies erst ermöglicht eine komplexe Anlagenbewertung einschließlich der Kältemittel-Preis- und Steuerentwicklung.**

- Die Anlagensituation in der Verwendung von HFKW-Kältemitteln ist in der Welt sehr unterschiedlich, die klimarelevanten Diskussionen über deren Nutzung werden hauptsächlich in Europa geführt.

Workshop Nr. 2 unter der Leitung von Anders Kokholm (Tuborg Brauerei) und Lars Grønbaek (Danfoss Solution)

Die Themenstellung lautete „**Analyse des Energieverbrauchs in Brauereien**“. Hierzu wurden durch die Workshopteilnehmer Vorschläge und Anmerkungen vorgetragen, die den Einfluss der Energiepreise auf die Art der Ammoniak-Kältekonzepte zum Gegenstand hatten, es wurde aber auch einiges Kritisches zur betriebswirtschaftlichen Auslegung der jeweiligen Investition geäußert. Darunter:

- Die Energiepreise sind generell zu niedrig.
 - Betriebswirtschaftliche Kalkulationen bestimmen das Geschäft. Das „payback“ soll in weniger als 2 Jahren abgeschlossen sein.
 - Es ist herauszufinden, wer bereit ist, alternative Investitionen zu bezahlen.
 - Es werden kalkulatorische Programme und Werkzeuge zur Umsetzung benötigt.
 - Es werden kalkulatorische Geschäftsplanungen benötigt zur Ermittlung der Kosten auf Grundlage eines „lifecycles“.
 - Die Einstiegskosten zur Veränderung sind die wichtigsten.
 - Mangelndes Kostenbewusstsein und Kostenkontrolle.
 - Mangelndes Wissen im Erkennen einer ganzheitlichen Betrachtung einschließlich der Nutzung von Hilfsenergien.
- Es wurde aber auch gefragt „Ist der Käufer einer Brauerei-Kälteanlage bereit, einen „Premium-Preis“ für eine Anlagentechnologie zu bezahlen, die weniger Energie verbraucht, oder zählen für ihn zunächst mehr niedrige Anschaffungskosten? Hierzu wurde geantwortet und angemerkt:
- **Das größere Interesse auf Käuferseite scheint auf eine niedrige Investitionssumme ausgerichtet zu sein, man mache sich immer noch zu wenig Gedanken, wie man die Folgekosten in die Investition von Anfang an mit einbezieht.**
 - Käufer und Betreiber von Kälteanlagen verfügen noch immer über zu wenig Verständnis, die Gesamtkos-

ten einer Kälteanlage über deren gesamten Betriebszeitraum richtig einzuschätzen und beim Kaufentscheid mit zu berücksichtigen.

- Es ist wichtig nachzuweisen, woraus sich die Energieeinsparkosten real ableiten lassen.
- Die Glaubwürdigkeit als Geschäftsgrundlage ist für Käufer und Ausrüster gleichermaßen von Nutzen.

Workshop Nr. 3, unter der Leitung von Bo Stubkier (York Dänemark),

behandelte das Thema „**Das optimale Ammoniak Anlagensystem, gibt es hierzu schon Trends?**“

Hierzu wurde seitens der Kälteexperten ausgesagt: Es bestehe in Europa, Nord- und Lateinamerika ein klarer Trend zur Füllmengenreduzierung bei Ammoniak-Kälteanlagen. Forciert durch entsprechende Regelungen und Richtlinien; hiervon ausgeschlossen die USA-Regierung. Die Gründe für diese Trends sind:

- Die Anlagenleistung ist der zentrale Gesichtspunkt, hierunter gliedern sich Anlagenrüstung, Energieeffizienz, Lösungsmöglichkeiten mit Sekundärkreisläufen, aber auch Technologie-Kombinationen mit den Kältemitteln NH₃ und CO₂ liegen in Europa, Nord- und Lateinamerika im Trend.
- Trends zur Minimierung von Ammoniak-Füllmengen sind umweltrelevant bei der Entwicklung neuer Systeme im Bewusstsein von Konstrukteuren.
- Eine verstärkte Zunahme von Anlagenschaltungen mit Frequenzumrichterbetrieb, um die Betriebsbedingungen einer Anlage zu optimieren.
- Planer und Ingenieurbüros sind „Einflussgeber“ bei Kaufentscheidungen, vorausgesetzt, man kann/konnte sie von den Vorzügen der Ammoniak-Technologie überzeugen. 10 bis 20% der Entscheidungen betreffen die Klimatechnik sowie die gewerbliche Kälte.
- Bessere Vorschläge zur Optimierung des Anlagen-Designs lassen den Käufer-Nutzen verständlich machen.
- Eine verstärkte Nutzung von Ammoniak-Kältetechnologien müsse sich auf Fakten aufbauen; dies steigere die allgemeine Wahrnehmung von den Vorteilen des Kältemittels Ammoniak.
- Sicherheitsbelange zum Betrieb von Ammoniak-Kälteanlagen müssten verstärkt beachtet und befolgt werden, hier

ließen sich zum Beispiel bestimmte Maßnahmen in den Wartungsbetrieb einbeziehen.

- Sei der Sicherheitsfaktor hoch, dann lasse sich die Überwachungskonzentration auf der Betreiberseite reduzieren, richtige Maßnahmen wirken sich hierbei dann auch vorteilhaft auf die Konditionen von Versicherern aus.

Eine weitere gestellte Frage lautete: „**Wird es sich bei einem optimierten Ammoniak-System im Jahr 2004 um ein gleiches noch im Jahr 2015 handeln?**“ Hierzu wurde geantwortet:

- Maßnahmen zu reduziertem Kältemittel-Füllvolumen, wie dies heute schon Stand der Technik ist, werden sich in den kommenden 10 Jahren nicht verändern, das gleiche betrifft Tieftemperatur (-40°C) – Anlagensysteme mit CO₂/NH₃-Kaskaden oder im mittleren Temperaturbereich (-10°C) mit Kaskaden aus NH₃, Glykol und Wasser.
- Eine Bedrohung neuer Anwendungstechnologien stellen Niedrigpreis-Erstkaufentscheidungen jetzt und auch in der Zukunft nach wie vor dar.
- Die Nachfrage nach stabilen Betriebskosten, die auch die Vermeidung von Energiespitzen beinhalten, wird steigen.
- Neue Anlagen werden weiter optimiert werden.
- Auch Altanlagen werden partiell verbessert.
- Es bestehe eine absolute Notwendigkeit in der Zukunft darin, das Zusammenwirken von Erst- und Sekundärkreisläufen in ihren Funktionsabläufen noch mehr aufeinander abzustimmen.
- Mehr steckeranschlussfertige Anlagensysteme werden in den kommenden 5 bis 10 Jahren auf den Markt kommen.
- Eine höhere Personal-Aus- und Fortbildung sei auf allen Ebenen notwendig: bei Lieferanten, Anlagenbauern und Betreibern.



Diskussion in den Gruppen in einem von insgesamt 7 Workshops während der globalen Industriekälte-Konferenz bei Danfoss

Workshop Nr. 4, geleitet von Mats Strömblad (Alfa Laval, Schweden),

beschäftigte sich mit der Themenstellung **„Platten-Wärmeübertrager und Trocken-Expansion in Ammoniak-Kältesystemen“**. Hierzu gab es die Einschätzung: Direktexpansion kommt ganz allgemein wegen der Probleme des Verdichterschutzes und im Ölmanagement nicht allzu oft zur Anwendung. Unabhängig davon wird die Trockenexpansion in Japan schon weit verbreitet eingesetzt bei berippten Rohren und mit mischbaren Ölen. Die Verwendung überfluteter Platten-Wärmeübertrager würde jedoch attraktiver durch

- die Einführung geschweißter Konstruktionen statt der gelöteter Ausführung;
- laufende Verbesserungen hätten frühere Entwicklungsprobleme überholt.

Niemand aus der Teilnehmergruppe an diesem Workshop war jedoch bereit, Lösungsmodelle zu verkaufen. Dennoch besteht die Hoffnung auf zukünftig größere Akzeptanz der Trockenexpansion, obwohl es bisher zu

wenige Innovationen seitens der Wärmeübertrager-Industrie gegeben hat. Es gäbe auch keine Erfahrungsberichte über die Direktexpansion, niemand sei bereit, DX einzusetzen, solange diese Technologie nicht ausreichend erprobt sei. Es besteht schon Interesse an flachen Platten-Wärmeübertragern, jedoch nicht in der Kombination mit der Direktexpansion, die als störanfällig beurteilt wird. Es bestehen Probleme mit

- dem Öl-Management,
- zu schnellen Reaktionen und wegen zu viel Kältemittel im System,
- Unterschieden im Lastprofil,
- geringer Überhitzungskontrolle und damit Gefährdung des Verdichters,
- DX kann nicht in einem bestehenden System Verwendung finden,
- einem Mangel an Kenntnissen über die Direktverdampfung und
- der Unterschied der Kältemittelfüllmenge zwischen Direktexpansions- und überfluteten Systemen.

Bei zu geringen Füllmengen werde es Schwierigkeiten bei den System-Reparaturen geben, so dass eine Füllmengenüberprüfung nach jeder Reparatur erforderlich werde.

Es gab aber auch die Frage zu beantworten **„Würde ein Ammoniak System mit Platten-Wärmeübertragern, geringer Füllmenge und Direktexpansion in anderen Systemen wie z. B. in der Gewerbekälte und Raumklimatechnik eher angenommen werden?“** Hierzu die Meinung einiger Workshop-Teilnehmer:

Eine Semi-Direktexpansion oder Direktexpansion mit Vorrichtung zur Flüssigkeitsabscheidung werde in Gewerbekälteanwendungen schon eingesetzt, auch in Flüssigkeitskühler mit geringer Kältemittel-Füllmenge. In Japan würden Direktexpansionsysteme vom Markt angenommen. Aber der

Gewerbekälte-Sektor zeige sich sehr ängstlich im Umgang mit Ammoniak, mögliche Anwendungsbereiche seien aber Supermärkte mit indirekter Kühlung und kleinere Flüssigkeitskühler. Dennoch werde der Anteil an NH_3 -Direktexpansionssystemen in 5 Jahren immer noch weniger als 1% betragen.

Workshop Nr. 5, geleitet von Thomas Eisel (ILK Dresden),

ging auf das Thema **„Kältemittel R 723“** ein. Vornehmlich war die Frage **„Ist daran zu glauben, dass R 723 (60 % NH_3 und 40 % Dimethylether(DME) ein signifi-**

kantes Kältemittel in der Industriekälte wird?“ zu beantworten. Man vertrat im Workshop hierzu folgende Meinungen:

- R 723 werde kein signifikantes Kältemittel in Anwendungen der Industriekälte darstellen.
- Die Differenz zu NH_3 sei zu gering.
- Als Minimum müsse zunächst die Anerkennung, die Klassifizierung durch ASHRAE erreicht werden.
- R 723 könnte aber eine Option für kleinere Systeme darstellen.

Um dies zu forcieren, müsste hierzu auch die Frage **„Könnte R 723 in Kupferrohr-Kältekreisläufen Verwendung finden, so lange deren Feuchtigkeitsgehalt sehr gering ausfällt?“** beantwortet werden. Hierzu als generelle Einschätzung:

- Nicht in der Industriekälte, R 723 stelle aber eine interessante Alternative dar, weil hier der Betrieb mit Mineralöl möglich ist.
- R 723 öffne das Auge zur Nutzung neuer Möglichkeiten und sei eine positive Entwicklung.
- R 723 dürfte gut zu verwenden sein in hermetischen Systemen, vor allem, wenn sie steckeranschlussfertig vom Hersteller geliefert werden.

Für welche Anwendungen bringt R 723 nun Vorteile im Vergleich mit NH_3 , HFKW- oder H-FCKW-Kältemitteln? Hierzu wurden folgende Meinungen geäußert:

- Keine Vorteile bei Anwendungen in der Industriekälte.
- Stellt möglicherweise einen Ersatz für HFKW-Systeme dar, wenn die Anwendungs-Technologie ähnlich ist.
- In den USA könnte hier ein Markt für kleinere R 723-Systeme entstehen, aber derzeit gäbe es hierfür noch keine größeren Gelegenheiten.
- NH_3 -Nutzer dürften für R 723 nicht die richtige Adresse sein.

Workshop Nr 6, geleitet von Yoshikawa (Mycom Japan),

befasste sich mit dem Thema **„Transkritische CO_2 -Kältemittel-Anwendung“** und der Fragestellung **„Welche Veränderungen werden benötigt, um CO_2 attraktiver für die Industriekälte zu machen?“**

Dazu gab es folgende Antworten und Einschätzungen:

1. Schritt: Die Entwicklung von Verdichtern ist gefragt, die zuverlässig sind. Dies werde bald eintreten.
2. Schritt: Neue Entwicklungen im Bereich der Gaskühler seien hierbei hilfreich.

3. Schritt: Druckbegrenzende Sicherheits-Ventile für 100 bar müssen entwickelt werden. Sie sind in der Chemischen Industrie bereits verfügbar, aber sie seien für andere Anwendungen zu aufwendig konstruiert. Insgesamt werden preislich niedrige, zuverlässige und verfügbare Komponenten benötigt.

- Die Attraktivität in der CO₂-Verwendung bestehe bei Wärmepumpen in der Brauchwassernutzung, aber nicht in der direkten Kälteanwendung.
- Der Wärmepumpenmarkt sei begrenzt durch niedrige Energiepreise.
- Eine Kühlen-Heizen-Kombination ist eine Erfordernis, um die Attraktivität zu sichern.
- Die verfügbare Anwendungs-Erfahrung ist noch viel zu gering.
- In Schweden gibt es 3 transkritische CO₂-Systeme, die in Supermärkten wegen niedriger Einführungskosten in Betrieb sind. In Dänemark wird eine derartige Entwicklung auch unterstützt im Zusammenhang mit einer pro natürliche Kältemittel-Legislative.
- Japanische Energiekonzerne fördern Wärmepumpen-Initiativen finanziell; das sei es, was CO₂-Applikationen interessant werden lasse.
- Es bestehe jedoch noch kein realer Drive in Richtung transkritischer CO₂-Kältemittelanwendung.

Wie sieht es nun 2, 5 oder 10 Jahren später aus? Hierauf wurde von den Workshopteilnehmern geantwortet:

- Dies sei abhängig von den Energiekosten. Derzeit gäbe es als Beispiel hierzu jedoch keine besondere Wärmepumpen-Förderung.
- Die CO₂-Anwendungs-Entwicklung sei im Zusammenhang mit einem möglichen Verbot von HFKW-Kältemitteln zu sehen.

- Die Effizienz der CO₂-Kältemittelanwendung sei zu erhöhen gegenüber den HFKWs.
- Transkritische CO₂-Anwendungen werden zunächst im Bereich der Gewerbekälte verfügbar werden, ehe eventuell eine Entwicklung in Richtung Industriekälte einsetzen wird.
- CO₂ werde als Kältemittel dort Verwendung finden in Systemen mit maximal 150 kW Kälteleistung, wo es der Betreiber der Kälteanlage nicht wage, Ammoniak einzusetzen.
- CO₂ werde Verwendung finden in sehr kleinen gewerblichen Kälteanwendungen, wie z. B. in Flaschenkühlern.

- CO₂ Wärmepumpen für den kombinierten Kühlen-Heizen-Betrieb werde es dort geben, wo diese Temperaturen gleichzeitig angefordert werden.
- Die Akzeptanz-Situation könne sich verändern, wenn von Seiten der Regierungen eine neue Umwelt-Gesetzgebung erfolge.

Welche Entwicklungsschritte sind nun erforderlich, damit eine transkritische CO₂-Kältemittelanwendung innerhalb der Industriekälte erfolgen kann? Hier wurde die Meinung vertreten:

- Die Energiekosten müssten steigen.
- Die Entwicklung von hocheffizienten Gaskühlern sei erforderlich.
- Es bedürfe der Economizer-Systeme zur Effizienz-Steigerung.
- Die Entwicklung von kältetechnischen Ventil-Komponenten für CO₂-Systeme sei erforderlich für Heißgastemperatur-Drücke von 52 bar und in transkritischen Anwendungen von 100 bar.
- Leckagen stellen ein generelles Problem dar, werden aber ein Kardinalproblem sein bei CO₂-Anwendungen, wo eine Forderung nach Null-Leckage erfüllt werden muss.
- Kenntnisse und Wissen über einen CO₂-Betrieb müssen im Service-Bereich erst noch vermittelt werden.
- Generell werde der Markt nur zu einer begrenzten „Premium-Zahlung“ für neue Technologien bereit sein, wenn diese nicht höher als 10% ausfalle. Auch neue Technologien müssen ökonomisch attraktiv sein.

Mit Workshop Nr. 7, geleitet von Thomas Burger (Hermetic Deutschland),

wurde die globale Industriekälte-Konferenz mit der Behandlung des Themas

keitskühler und Raumklimatetechnik für CO₂-Pumpen eine gute Gelegenheit bieten wird, diese hierfür zu verwenden. Denn auch die Verwendung von CO₂ als Sekundär-Kältemittel werde wachsen.

Resümee

Auf der Industriekälte-Konferenz Anfang Dezember bei Danfoss in Dänemark war man sich darin einig, dass die Industrie global in der Pflicht stehe, sich in Diskussionen über die Zukunft einzubringen, und dass es wichtig sei, an vorderster Stelle die Entwicklung zu beeinflussen, bevor es der Gesetzgeber tut.

„Diese Veranstaltung war ein großer Erfolg, und wir untersuchen, ob etwas Ähnliches in unseren anderen Geschäftsfeldern möglich ist,“ merkte schließlich Vagn Helberg, Präsident Danfoss Refrigeration & Air Conditioning, in seiner persönlichen Verabschiedung der Konferenz-Teilnehmer noch an. *H. G. M./P. W.*

„Effektive Pumpen in Kältesystemen“ abgeschlossen. Hierbei wurden die Fragen **„Wie können Pumpen aktiv auf die Regelung von Industriekältesystemen Einfluss nehmen“** und **„Ist eine optimierte Kältemittelpumpe des Baujahrs 2004 mit einer Ausführung des Jahres 2015 vergleichbar?“** erörtert.

Deutlich wurde abschließend die Frage **„Wie wird der Trend zu indirekter Kühlung beurteilt? Beeinflusst CO₂ usw. zukünftige Anforderungen bei Pumpensysteme?“** mit einem klaren „Ja“ beantwortet. Hierzu auch die Einschätzung, dass der Markt für Flüssig-