



Wohl die weiteste Anreise unter den mehr als 160 Teilnehmern aus 25 Ländern absolvierte wohl Prof. Pan Qiusheng, Vizepräsident und Generalsekretär der Chinese Association of Refrigeration CAR, Peking

Sicherheitskältemittel ein (Zitat: „Das ist der Grund, warum wir Kohlenwasserstoffe fluorieren“) und Ammoniak-Experte Anders Lindborg versuchte, „natürliche“ Vorbehalte gegen die Toxizität von Ammoniak zu relativieren (Zitat: „Leider wissen die Menschen zu wenig über Ammoniak. NH_3 kann man mit der Nase schon bei kleinsten Leckagemengen wahrnehmen, deshalb ist nicht die Toxizität gefährlich, sondern der Panikeffekt bei plötzlichem Austreten dieses Stoffes in die Atmosphäre“). Verbleibt Professor Steimle zu erwähnen, der sich alle Mühe gab, die Berechtigung aller gegenwärtig verfügbaren Kältemittel je nach Eignung in der jeweiligen Anwendung in den Vordergrund der ökologischen und energetischen Bewertung zu stellen.

Dennoch, der gewünschte Dialog kam nur verhalten zustande. Das mag einmal daran liegen, daß das fachliche Plenum wohl selbst keine andere Meinung vertrat als die in den jeweiligen Referaten vorgetragene, andererseits ist es auch recht schwierig, eine mehrsprachige Diskussion unter Zuhilfenahme von Simultanübersetzern zu führen, die ja ihrerseits keine Kältefachleute darstellen.

So unternahm auch der Autor dieses Berichts etwa fünfmal den Versuch, mit eigenen Wortmeldungen und Anmerkungen eine Diskussion zu fördern. Ohne Widerspruch blieben hierbei folgende Anmerkungen:

- Es gibt in Deutschland nicht mehr als ca. 10 handwerklich strukturierte Kälteanlagenbauer, die Erfahrungen im Umgang mit Ammoniak als Kältemittel besitzen.
- Bemühungen der handwerklichen Kälte-Fachschulen, den Kälteanlagenbauer über Sonder-Seminare an die NH_3 -Technologie heranzuführen, blieben nach einmaliger Ausrichtung ohne Teilnehmerinteresse.
- H-FKW-Kältemittel bleiben mindestens mittelfristig nicht nur innerhalb der gewerblichen Kältetechnik unersetzlich, sondern auch in der Klimatechnik, die eine immer größere Verbreitung auch in Deutschland findet. Denn es ist unvorstellbar, daß in VRF-Multisplit-Klimasystemen über alle Stockwerke eines Gebäudes verzweigt Kohlenwasserstoffe statt Sicherheitskältemittel zirkulieren.

Das ist doch so richtig? – Und mit dieser Intervention pro H-FKWs auch in der Zukunft schließt diesen Bericht ab P. W.

Beilagenhinweis

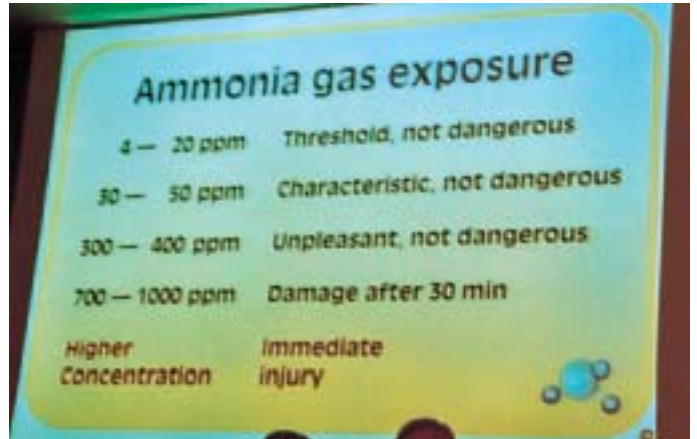
Dieser Ausgabe liegt eine Beilage des Alfons W. Gentner Verlages, Stuttgart, bei. Wir bitten unsere Leser um freundliche Beachtung.

Optimale Kältemittelauswahl – Podiumsdiskussion

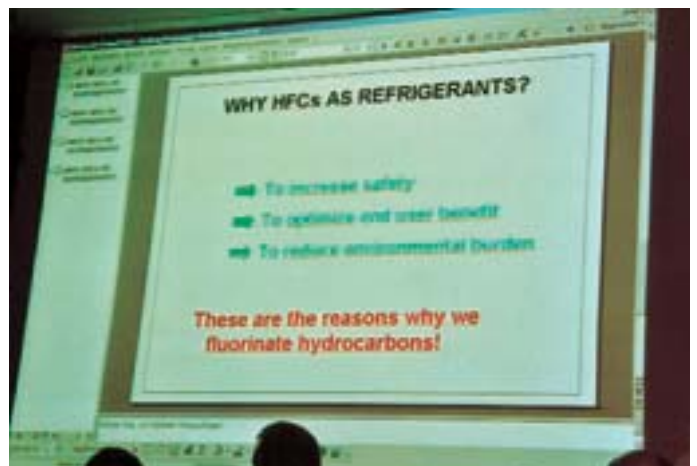
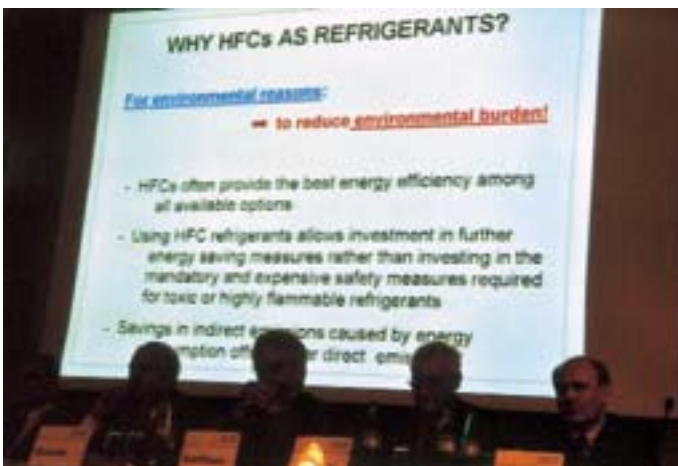
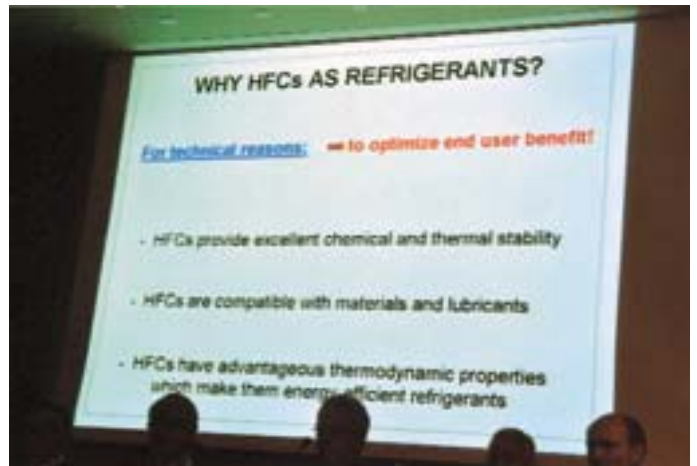
Nach einer Veranstaltungspause wurde nun der Versuch unternommen, in einem Dialog zwischen ausgewählten Experten und dem Tagungs-Plenum einen Dialog in Gang zu setzen. Dieser war allerdings vornehmlich auf die Expertenrunde auf

dem Podium beschränkt. Dort hatten unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Fritz Steimle Dr. Jürgen Zöller, Vertriebsleiter Technische Gase TEGA Würzburg, Ewald Preisegger, Umweltfragen Fluorprodukte bei Solvay, und Anders Lindborg, Ammonia Partnership Viken/Schweden, zusätzlich zu den Vortragsreferenten Platz genommen.

Um den Dialog in Gang zu setzen, gaben diese Experten noch einmal ein gesondertes Statement ab. Dr. Jürgen Zöller sprach über den Markt von Kohlenwasserstoffen für Anwendungen der Kälte, der sich im Bereich der Gewerbekälte allerdings rückläufig darstellt. Ewald Preisegger setzte sich naturgemäß für die nachhaltige Bedeutung der H-FKW als



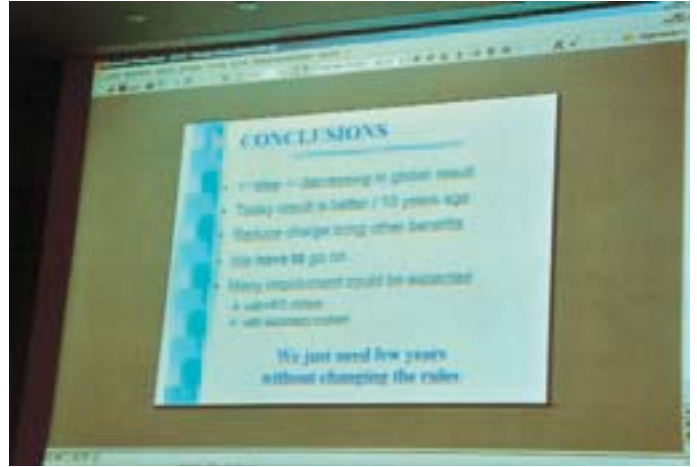
Eine Expertenrunde gab Statements zu den unterschiedlichen Kältemittel-Einsätzen ab. Anders Lindborg bewertete die Panik-Gefahr viel höher als die eigentliche Toxizität des Stoffes



Gute Argumente für den weiteren Einsatz von H-FKW als Sicherheits-Kältemittel in der Zukunft



Didier Perales (CIAT, Frankreich) sprach über Kaltwassersätze mit H-FKWs als Kältemittel und mögliche Optimierungen



pansionssystemen für mittlere Temperaturanwendungen dar.

In weiteren Vorträgen berichteten Dr. Michael Neumann aus dem Haus Bosch-Siemens-Hausgeräte über den „Einsatz von Kohlenwasserstoffen in Hausgeräten – Kühlschränken“, inzwischen allgemeiner Stand der Technik, Didier Perales von CIAT Frankreich über den „Einsatz von H-FKWs in Klimaanlage-Kaltwassersätzen“ sowie Erik Korfitsen, York Refrigeration Dänemark, über den „Einsatz von Ammoniak in Industriekälte-Großanlagen“.

Auf eine Detailwiedergabe der Vortragsinhalte muß hier verzichtet werden, doch sprechen die Themenstellungen bzw. die Themeninhalte für sich selbst. Wichtig erscheinen jedoch an dieser Stelle die Schlußfolgerungen, die Didier Perales (CIAT) zur weiteren Nutzung von H-FKWs als Kältemittel zieht:

- Als erster Schritt müssen die globalen Treibhausbelastungen zurückgeführt werden.
- Es kann der Nachweis erbracht werden, daß heutige H-FKW-Technologien wesentlich besser ausfallen als noch 10 Jahre zuvor.

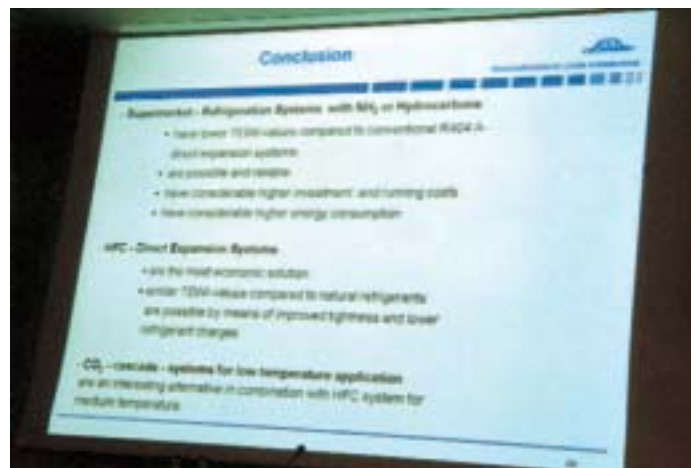
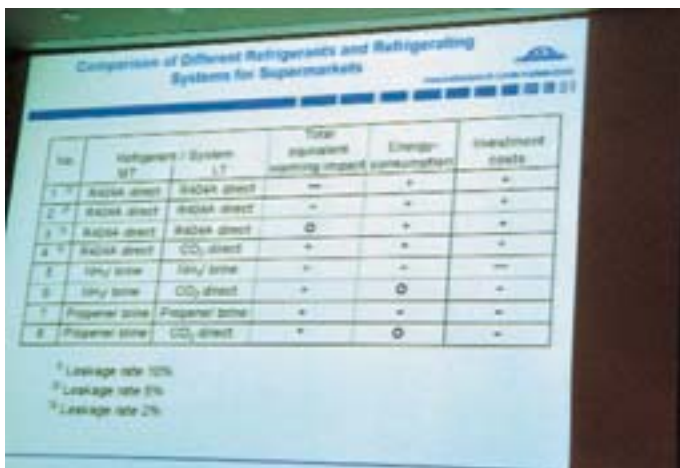
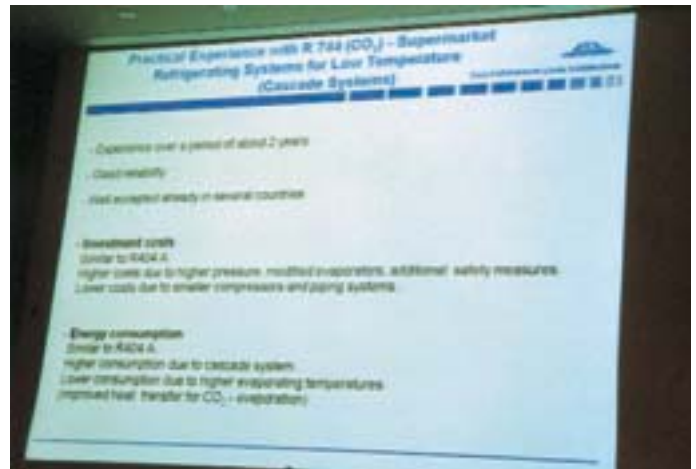
- Kältemittelfüllmengenbeschränkungen erbringen Nutzen an anderer Stelle.
- Wir müssen vorausschauen und heutige Technologien weiter voranbringen.
- Viele Verbesserungen sind noch zu erwarten durch Einsatz von H-FKW-Flüssigkeitskühlern, aber auch mit Sekundärkreislaufsystemen.

Erik Korfitsen von York Refrigeration Dänemark erinnerte in seinem Vortrag auch daran, daß CO₂ als Kältemittel schon mehr

als 100 Jahre zuvor in Industriekälteanlagen Verwendung fand. Hierzu zeigte er auch einen CO₂-Kompressor mit der Seriennummer „2“, der bereits im Jahr 1897 hergestellt wurde und mit einer Kälteleistung von 13 000 kcal/h von 1897 bis 1940 in einer dänischen Molkerei kältetechnische Verwendung fand. Als optimale Zukunftstechnologie bezeichnete Korfitsen die Nutzung von CO₂/NH₃-Kaskaden für Zwecke der Industriekälte.



Erik Korfitsen (York Refrigeration Dänemark) sprach über Industriekälteanwendungen mit dem Kältemittel NH₃ und CO₂



Erfahrungen mit CO₂-Tiefemperatur-Kaskaden in Supermärkten, vergleichende Bewertung unterschiedlicher Kältemitteltechnologien in Supermärkten und abschließende Schlussfolgerungen enthalten die hier abgebildeten Folien aus dem Vortrag von Siegfried Haaf aus dem Hause Linde

turbereichen Lösungen mit organischen Salzen. Eine durchschnittliche Anlagenbewertung (Erfahrungszeitraum 6 Jahre) ergab im Vergleich mit R 404A-Direktexpansionssystemen folgende Ergebnisse:

- Die Investkosten lagen 15 % bis 25 % höher als bei R 404A-Direktverdampfungssystemen,
- der Energiemehrverbrauch betrug 5 % bis 20 % im entsprechenden Technologievergleich.

Supermarkt-Kälteanlagen mit dem Kältemittel R 744 (CO₂-Kaskaden-System)

Seit dem Jahr 2000 wurden in den Ländern Luxemburg, Schweiz und Dänemark **10 Supermarkt-Tiefkühlkreisläufe** mit dem Kältemittel **R 744** (CO₂-Kaskaden-Systeme) erstellt. Eine durchschnittliche Anlagenbewertung (Erfahrungszeitraum 2 Jahre) ergab im Vergleich mit R 404A-Direktexpansionssystemen folgende Ergebnisse:

- Die Investkosten liegen nahezu gleich wie bei R 404A-Direktexpansionssystemen, Mehraufwendungen für die besondere CO₂-Technologie konnten durch

Kostenreduzierungen infolge erheblicher Verkleinerung von Verdichtern und Rohrleitungen fast ausgeglichen werden.

- Ein Energiemehrverbrauch gegenüber R 404A-Direktexpansionssystemen trat nicht auf, da der Kaskadenbetrieb durch die höhere Verdampfungstemperatur kompensiert wird.

Schließlich nahm Siegfried Haaf eine insgesamt vergleichende Wertung hinsichtlich TEWI-Belastung auf Grund unterschiedlicher Kältemittel und deren Einsatz in Direktverdampfungs- oder Sekundärsystemen sowie hinsichtlich Energieverbrauch und Investkosten vor und kam dann zu folgenden Schlussbewertungen und daraus resultierenden Empfehlungen:

Supermarkt-Kältesysteme mit NH₃ oder Kohlenwasserstoffen als Kältemittel

- Diese haben geringere TEWI-Werte im Vergleich mit konventionellen R 404A-Direktexpansionssystemen.

- Derartige Installationen sind möglich und in ihrer Betriebsfunktion zuverlässig.
- Sie erfordern beträchtliche Mehrinvestitions-, aber auch Betriebs-/Unterhaltungskosten.
- Sie verursachen einen erheblichen Energieverbrauch.

Supermarkt-Kältesysteme mit H-FKW-Direktexpansionssystemen

- Derartige Technologien stellen die wirtschaftlichste Lösung dar.
- Die TEWI-Werte sind mit denen natürlicher Kältemittel-Sekundärsysteme vergleichbar.
- Diese Technologie ist auch ökologisch vertretbar, wenn sie über eine nachgewiesene Leckdichtheit verfügen und kleinere Kältemittelfüllungen zur Optimierung beitragen.

Supermarkt-CO₂-Kaskaden für Tiefkühlanwendungen

- Derartige Technologien stellen eine durchaus interessante Alternative, aber in Kombination mit H-FKW-Direktex-

Zur Sicherheitseinstufung von Kältemitteln unter Beachtung derer Treibhauspotentiale stellte Hermann Renz folgende Ergebnis-Bewertungen heraus:

Reduzierung der direkten Emissionen bei Einsatz von H-FKW-Kältemitteln durch

- kleinere Füllmengen,
- ständige Weiterentwicklung der Technologien,
- Zurückführung direkter Emissionen durch ständiges Kältemittel-Monitoring mit überwachungspflichtigen Logbuch-Eintragungen sowie durch kontinuierliche Wartungsvorkehrungen und dokumentierte Kältemittelrückführung bei Reparatur und Außerbetriebnahme,
- Einführung von sekundären Kreislaufsystemen dort, wo wirtschaftlich machbar.

Hohe Sicherheitsanforderungen wegen Entflammbarkeit von KWs als Kältemittel lassen sich relativieren durch

- Begrenzung der Anwendungen bezüglich kleinerer Kältemittelfüllmengen,
- Einführung von Sekundärkreislaufsystemen und/oder
- explosionsgeschützte Anlagen-Designs.

Der Einsatz von NH₃ als Kältemittel erfordert Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich der Toxizität durch

- ein spezielles Anlagen-Design,
- Überwachungssysteme und
- Festschreibung von sekundären Kältekreisläufen überall dort, wo Publikums-Aufenthalte-/Zugänge gegeben sind.

Die Verwendung von CO₂ als Kältemittel erfordert die Berücksichtigung von Sicherheitsmaßnahmen weil

- die Geruchlosigkeit von Kohlendioxid bei höherer Luft-Konzentration in für Menschen zugänglichen Aufenthaltsräumen ein gesundheitliches Gefahrenpotential darstellt und damit

- hierfür geeignete Überwachungs- und Warnsysteme erforderlich macht.

Zum Abschluß seiner Ausführungen nahm Hermann Renz schließlich eine TEWI-Bewertung vor, aus der klar hervorging, wie gering sich gegenwärtige und zukünftige Kältemittlemissionsraten (direkter GWP) im Verhältnis zum Primärstromenergieaufwand (indirekter GWP) auf den Gesamtreibhauseffekt bei Einsatz von Kälte-Klima-Technologien auswirken.

Einen weiteren Schlüsselvortrag hielt Siegfried Haaf über das Thema „**Gewerbliche Kälteanlage – Supermarkt**“, wobei hier Alternativbetrachtungen über den Einsatz von „natürlichen“ Kältemitteln in Supermärkten im Raum standen. Vorteilhaft war hierbei, daß die Firma Linde mit ihrem Geschäftsbereich Linde-Kältetechnik, für den Siegfried Haaf als Leiter Entwicklung Kältesysteme sprach, schon über langjährige Erfahrungen mit derartigen Kältemittel-Anwendungen verfügt. Einen ausführlichen Erfahrungsbericht enthält die September-Ausgabe der KK (Seiten 32–39) mit dem Titel „Supermarktkälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln“ (Autoren Siegfried Haaf und Bernd Heinbokel) so daß es in diesem Report über das ASERCOM-Symposium ausreichend ist, noch einmal die in Nürnberg vorgetragenen Ergebnisse aus praktischer Erfahrung wie folgt zusammenzufassen:

Supermarkt-Kälteanlagen mit dem Kältemittel Ammoniak (R 717)

Seit dem Jahr 1994 wurden in den Ländern Deutschland, Schweiz und Italien **60 Supermarktkälteanlagen mit dem Kältemittel NH₃** erstellt. Als Kälte-träger für den Sekundärkreislauf dienen Glykol/Wassergemische oder Lösungen mit organischen Salzen im Hoch- und Mitteltemperaturbereich, im Tiefkühlbereich Lösungen mit organischen Salzen oder auch CO₂ als Kälte-träger. Eine durchschnittliche Anlagen-

bewertung (Erfahrungszeitraum 8 Jahre) ergab im Vergleich mit H-FKW-Kältemittel-Direktexpansionssystemen folgende Ergebnisse:

- Die Investkosten lagen 20 % bis 35 % höher als bei R 404A-Direktverdampfungssystemen,
- der Energiemehrverbrauch betrug 10 % bis 20 % im entsprechenden Technologievergleich.

Supermarkt-Kälteanlagen mit dem Kältemittel Propen (R 1270)

Seit dem Jahr 1996 wurden in den Ländern Deutschland, Schweiz, Italien und England **17 Supermarkt-Kälteanlagen** mit dem Kältemittel **R 1270 (Propen)** erstellt. Als Kälte-träger dienen in allen Tempera-



Einen bedeutsamen Vortrag über unterschiedliche Kältemittelanwendungen in Supermärkten hielt Siegfried Haaf aus dem Erfahrungsschatz von Linde. Hierzu die Wiedergabe von zwei Folien mit unterschiedlichen Treibhausbelastungen durch R 404A infolge Leckage sowie Maßnahmen zur Füllmengen-Rückführung und Minimierung möglicher Leckagen

Influence of Refrigerant Charge and Leakage Rate on Global Warming Impact of R 404 A - Direct Expansion Systems for Supermarkets

Refrigerant charge kg	100	200	300	400
Direct global warming (CO ₂ eq)	10	20	30	40
Total global warming (CO ₂ eq)	110	130	150	170
Direct global warming (CO ₂ eq)	10	20	30	40
Total global warming (CO ₂ eq)	110	130	150	170
Direct global warming (CO ₂ eq)	10	20	30	40
Total global warming (CO ₂ eq)	110	130	150	170

- Measures for Reduction of Refrigerant Charge and Leakage**
- Reduction of Refrigerant Charge**
- Evaporators with high efficient tubes
 - Condensers with high efficient tubes
 - No refrigerant overfilling of the total circuit
- Reduction of Refrigerant Leakage**
- Reduction of vibrations
 - Use of resistant materials and designs
 - Reduction of number of joints
 - No flared fittings, use of soldered or welded joints
 - Improved leakage tests during production of components
 - Improved leakage tests on site before commissioning
 - Regular servicing during total service time
 - Safe disposal of refrigerants when decommissioning systems

Von dieser allgemeinen Ausgangslage her betrachtet, stellte Renz sodann einen Effizienzvergleich hinsichtlich der relati-



Eine Übersicht zum Einsatz unterschiedlicher Kältemittel in Hubkolben- und Schraubenverdichtern vermittelte Hermann Renz, Mitglied der Geschäftsleitung von Bitzer, sehr eindrucksvoll

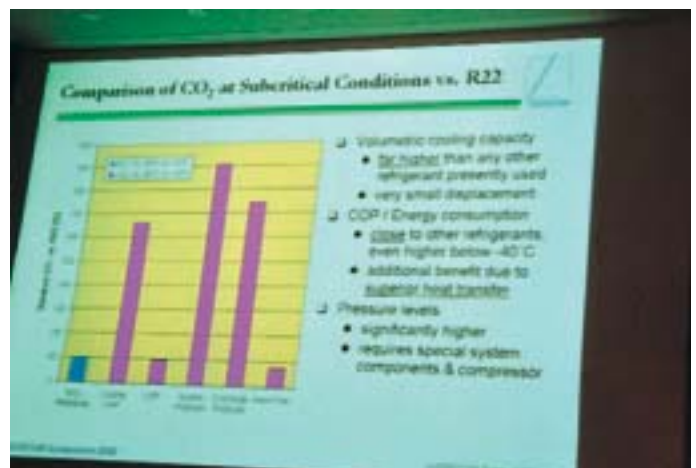
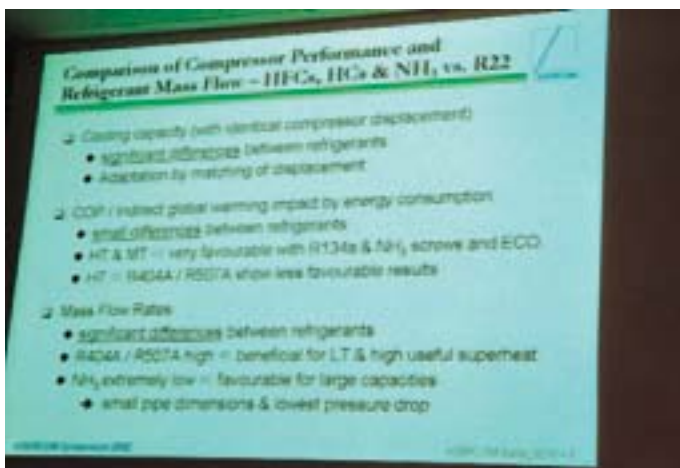
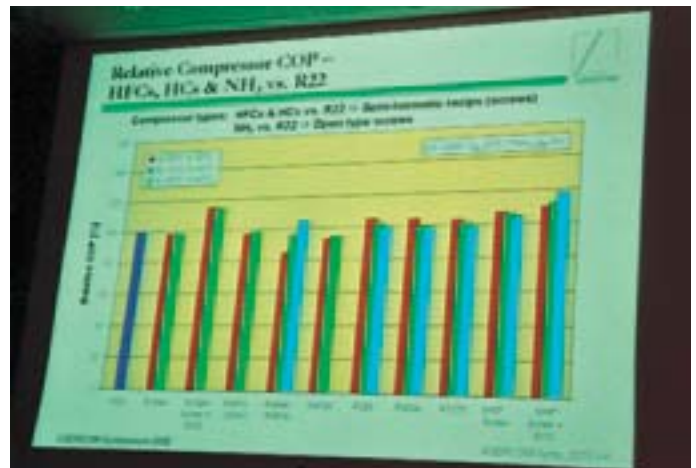
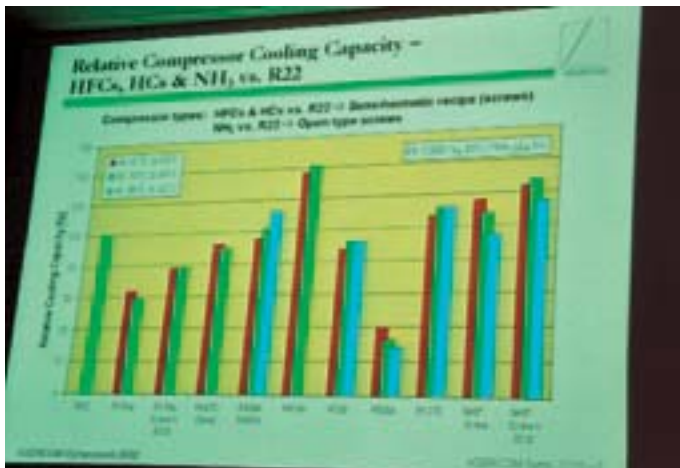
ven Kälteleistung bei semihermetischen Hubkolbenverdichtern (auch Schrauben) und offenen Schraubenverdichtern her, wobei R 22 mit dem Wert 100 % als Vergleichsbasis in Anlehnung an EN 12 900 diente. Er machte die Ergebnisse in der hier abgelichteten Folie transparent. Ziemlich klar, daß hier im Prozentvergleich R 410A mit 140 %, aber auch NH₃-Schraubenverdichter mit Economizer mit 125 % am vorteilhaftesten abschnitten.

Mit gleicher Bezugsgrundlage (R 22 = 100 %) wurde sodann von Renz der relative Verdichter COP bei unterschiedlicher Kältemittelnutzung bewertet. Auch hier trifft die abgelichtete Folie eine ziemlich eindeutige Aussage: Kältemittelanwendungen mit R 134a, R 407C, R 404A (teilweise) und R 410A erreichen nicht den Vergleichs-COP von R 22, aber dies ist der Fachwelt ja auch bekannt. Interessant wird es bei dem Vergleich des relativen Kältemittelmassenstroms (Folie leider nicht abgelichtet), hier zeigen sich bei den natürlichen Kältemitteln R 290, R 600a, R 1270 nur Vergleichswerte von max. 60 %, NH₃ hat mit max. 18 % den schlechtesten Massenfluß.

Somit läßt sich zusammenfassen:

- Die Verdichter-Kälteleistung ist bei der jeweiligen Kältemittelnutzung signifikant unterschiedlich.
- Der COP-Vergleich im Verhältnis zur indirekten GWP-Belastung hinsichtlich des Energieverbrauchs ergibt nur kleine Unterschiede in der Kältemittelnutzung.
- Der Kältemittel-Massenstrom ist bei der Kältemittelnutzung signifikant unterschiedlich.

Um die Vergleiche zu R 22 abzuschließen, ist zu erwähnen, daß der subkritische Einsatz von CO₂ als Kältemittel eine weit höhere volumetrische Kälteleistung erzielt als jedes andere gegenwärtig verwendete Kältemittel. Gleichzeitig liegt das Verhältnis COP/Energieverbrauch ähnlich wie bei den anderen Kältemitteln, allerdings erzielt CO₂ bessere Ergebnisse bei der Wärmeübertragung. Allerdings sind die Drucklagen bemerkenswert höher und damit ist klar, daß der Einsatz von CO₂ als Kältemittel spezielle neue Komponenten für den Kältemittelkreislauf erfordert.



Leistungsvergleiche alternativer Kältemittel im Bezug auf R 22 vermitteln diese Folien

Umweltschutz – Effizienz – Wirtschaftlichkeit

ASERCOM-Symposium 2002

„Die in Europa sehr emotional geführte Diskussion zum Einsatz von Kältemitteln geht weiter, und hier stehen seitens der ökologisch orientierten Parteien und Organisationen im Blickpunkt der Kritik insbesondere die HFKWs mit ihrem Treibhauspotential, andere Kreise sehen bei Verwendung von Kohlenwasserstoffen und Ammoniak ein erhöhtes Sicherheitsrisiko. Aus Sicht der ASERCOM gibt es kein ideales Kältemittel für alle Einsatzbereiche, sondern eine anwendungsspezifische Auswahl muß getroffen werden.“

Diese Aussage ist der Einleitung des Tagungsbands zum Symposium „Umweltschutz – Effizienz – Wirtschaftlichkeit“

entnommen, zu dem ASERCOM (Association of European Compressor and Controls Manufacturers) als Veranstalter zum Auftakt der IKK, aber auch aus Anlaß seines 10jährigen Bestehens für den 15. Oktober nach Nürnberg in das Messezentrum Nürnberg eingeladen hatte. Aufgabe des ASERCOM-Symposiums 2002 sollte es sein, die im Vorspann angesprochene Debatte wieder auf den Boden einer pragmatischen, technisch fundierten Diskussion zu stellen, wobei alle relevanten Aspekte, wie Umweltschutz – energetische Effizienz – Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Kälte- und Klimaanlageanlagen, in Schlüsselvorträgen zu behandeln waren; aber auch Fragen zur Dichtheit der Systeme und deren regelmäßige Wartung bedürfen einer Klärung.

Hierzu wurde die ASERCOM-Veranstaltung zweigeteilt; im ersten Teil des Symposiums sollte durch kompetente Referenten die technischen Vor- und Nachteile der zur Zeit eingesetzten Kältemittel sowie die jeweilige Marktakzeptanz beleuchtet werden, der zweite Teil des Symposiums sollte dann den Veranstaltungsteilnehmern Gelegenheit geben, mit den Referenten

sowie Vertretern der Kältemittelhersteller die gegenwärtig neu aufkommende Kältemittel-(Anwendungs)Problematik zu diskutieren. 146 Teilnehmer aus 25 Ländern unserer Welt führte die ausgedruckte Anmelde-liste auf, tatsächlich haben aber weit mehr als diese am Symposium teilgenommen, denn der Saal „Brüssel“ war schließlich voll besetzt. Für eine gute Verständigung untereinander und miteinander war gesorgt, so gab es eine Simultanübersetzung für die Sprachen deutsch, englisch und französisch.

Optimale Kältemittelauswahl – Fallbeispiele

Eine erste „Übersicht über die gegenwärtige verwendeten Kältemittel“ gab Hermann Renz, Mitglied der Geschäftsleitung von Bitzer, für den Bereich der stationären Kältetechnik (Haushaltskälte, Gewerbliche Kälte, Industriekälte, Klimakälte und Wärmepumpen) und benannte die hierbei in den jeweiligen Kälteanwendungen prädestinierten Kältemittel seitens Hersteller, Anwender und Betreiber.



Mit mehr als 178 Teilnehmern war das ASERCOM-Symposium 2002 am 15. Oktober hervorragend besetzt, Präsident Winkler hatte mit der diesjährigen Themenfindung sicherlich auch ins Schwarze getroffen