

Deutsche Kälte-Klima-Tagung 2004

Vieles über Kältemittel und deren Anwendungen

Ein umfassendes Programm wird während jeder Tagung des DKV abgehandelt. So auch zwischen dem 17. und 19. November 2004 in Bremen: Exkursionen, Arbeitsgespräche, Vorstandssitzung, Mitgliederversammlung und natürlich die eigentliche Tagung. Rechnung wurde vor allem der Kältemitteldiskussion getragen, die im Kern der folgenden Berichterstattung steht.

Neben den Ehrungen, über die KK bereits aktuell in der Dezember-Ausgabe berichtete, gehört der Festvortrag zur guten Tradition jeder Tagungseröffnung. Und das Wissenschaft gleichermaßen unterhaltsam wie auch lehrreich sein kann, bewies Prof. Dr. Hauke Trinks. Er ist Experimentalphysiker und doziert an der TU Hamburg-Harburg. Was ihn mit den zahlreichen Zuhörern seines Vortrags verbindet, lässt sich mit 2 Worten beschreiben: Die Kälte! Die letzten Jahre seiner Arbeiten konzentrierten sich nämlich auf den Beweis, dass das Leben auf der Erde aus dem Eis kommt. In den Forschungsberichten zu seinen beiden Expeditionen lässt sich dies folgendermaßen zusammenfassen:

„Es wird die Hypothese aufgestellt, dass das erste Leben vor 4 Mrd. Jahren im Meereis auf der Uerde entstanden sein könnte. Zur Bekräftigung dieser Hypothese wurde eine ganzjährige Expedition in das Eis von Spitzbergen auf 80° nördlicher Breite durchgeführt. Dabei wurden viele experimentelle Ergebnisse über die Mikrostruktur und das dynamische Verhalten von Meereis sowie über die darin lebenden Mikroorganismen gewonnen. Meereis ist ein Gebilde, das einem lebenden Organismus sehr ähnlich ist.“ (Auf den Spuren des Lebens; Bericht zur Expedition in das Eis von Spitzbergen vom 17. Mai 1999 bis 14. September 2000).



Mit dem „Spitzbergen-Experiment“ wurde die Tagung 2004 eröffnet

„Mannigfaltige Umgebungen wurden bisher als Ort für die Entstehung des Lebens vorgeschlagen. Ausgehend von den Ergebnissen in der Arktis durchgeführte Experimente eines der Autoren sowie weiteren Hinweisen zu besonderen Eigenschaften des arktischen Meereis in der Literatur, schlagen wir vor, dass eine für den Ursprung des Lebens bislang weitgehend unbeachtete Umgebung, nämlich das Meerwassereis der Polkappen, ausgezeichnete Bedingungen für die Entwicklung der allerfrühestengenetischen Elemente geboten haben muss.“ (Eis und die Entstehung des Lebens; Bericht zur Expedition nach Nordaustland/Spitzbergen von Juli 2002 bis August 2003).

Die Berichte sind im Internet unter der Adresse www.tu-harburg.de/et1/trinks abrufbar. Außerdem hat Prof. Trinks seine Erlebnisse in zwei Sachbüchern zusammengestellt, die unter den Titeln „Leben im Eis“ und „Das Spitzbergen-Experiment“ veröffentlicht wurden.

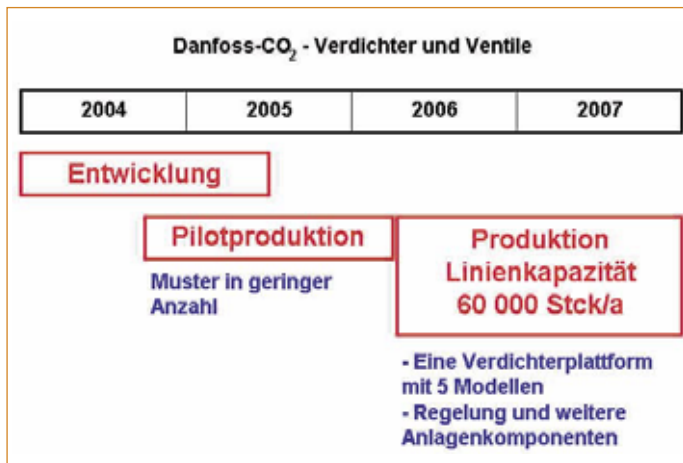
F-Gase in Europa Ein Dauerbrenner in der KK

Der nächste große Themenblock befasste sich mit der F-Gase-Entwicklung in Europa. Da die KK hierzu die bislang wohl exklusivste und umfangreichste Fachberichterstattung lieferte, soll an dieser Stelle auf das Internetarchiv unter www.diekaelte.de verwiesen werden. Die fachliche Kompetenz unterstreicht außerdem die weitere Tagungsberichterstattung sowie zwei exklusive Veröffentlichungen dieser Ausgabe:

- BMU-Leitbild zum F-Gase-Ausstieg mit klar definiertem Endpunkt! (Seite 12)
- Die F-Gase-Verordnung und ihre Umsetzung in Europa (Seite 16)

Die Tagung wartete im weiteren Verlauf in bekannter Weise mit vielen interessanten Fachvorträgen auf, in denen die Referenten teilweise Neuerungen aus ihrer Arbeit vorstellten, oder durch die ein Arbeitsschritt zu früheren Vortragsinhalten zu erfahren war. Exemplarisch sollen einige bemerkenswerte Vorträge mit dem

Die Zielstellungen beim Danfoss-CO₂-Verdichter sind auf eine wirtschaftliche Fertigung in großen Stückzahlen ausgerichtet



Schwerpunkt der CO₂-Anwendungen aus den AA.II.2 und AA.III zusammengefasst werden.

CO₂ – ein interessanter Stoff

Eine Fortsetzung früherer Präsentationen war die von Dr. Jürgen Süß über die weitere Entwicklungsarbeit am Danfoss-Verdichter für CO₂ in überkritischen Anwendungen. Das Aggregat ist auf einem Hermetikkonzept aufgebaut, durch seine verschraubbaren Komponenten in der Ausführung aber tatsächlich ein halbhermetischer Verdichter. Die Arbeiten konzentrierten sich auf die Verbesserung des Gütegrades, was durch die Verwendung von zwei Kolbenringen gelungen ist. Damit werden die Leckagen bei den großen Druckdifferenzen ausreichend gering gehalten. Das Pleuel mit Kugelgelenk gewährleistet immer einen glatten Lauf des Kolbens im Zylinder.

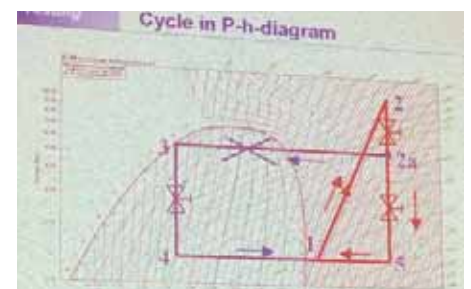
Die Entwicklungsarbeiten richten sich auf die Umsetzung der Ergebnisse in die Fertigung unter den Bedingungen, die bei Danfoss an die Fertigung von Hermetikverdichtern gestellt werden. Die zukünftigen

Anwendungsfelder liegen in der Getränke- kühlung, im Wärmepumpeneinsatz, in der Kleinkälte-Normalkühlung für gewerbliche Zwecke und auf weiteren Gebieten, die gegenwärtig mit Prototypverdichtern bedient werden. Es wird bei Danfoss eine Entwicklung hin zu größeren Leistungen geben und für 2005 ist eine Pilotproduktion geplant, die in eine Fertigungslinie von 60000 Verdichtern übergeführt werden soll. Neben den direkten Entwicklungsarbeiten am Verdichter wird auch die Entwicklung der Komponenten im Kältekreis, Expansionsventil, Magnetventil, Drucksensor u. a. parallel verfolgt.

Im anschließenden Vortrag von Klaus Lambers, den er gemeinsam mit Dr. Süß vorbereitete, ging es um die Fragen der Anwenderseite für den Einsatz in einer Tiefkühltruhe. Gegenüber dem traditionellen FKW-Prozess für solche Anwendungen sind Systemverbesserungen notwendig, um energetisch nicht schlechter abzuschneiden. Dazu gehört die Untersuchung des zweistufigen Prozesses mit Zwischenkühlung ebenso wie der Voorheesprozess, bei dem kurz vor dem Ende des Verdichtersaughubes über eine Bohrung in der Zylinderwand eine Auf-

ladung erfolgt. Zu den untersuchten Anlagenschaltungen gehören nach der Erkenntnis, dass eine Kältemittelspeicherung notwendig ist, die verschiedenen Speichervarianten, nämlich Speichern im Gaskühler, in der Mitteldruckflasche oder in einem Sammler nach dem Verdampfer. Ein beheizter Sammler nach dem Expansionsventil führt zu den geringsten Ölschwankungen. Eine bessere Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse wird noch angestrebt, da bei den geringen Masseströmen die Ölbelastung des CO₂ im Kreislauf zu Problemen führt.

Über CO₂-Verdichteruntersuchungen an der Purdue-Universität berichtete Beat Hubacher gemeinsam mit Stefan Bertsch und Prof. Dr. Eckhard Groll. Dabei ging es um die Untersuchungsmethodik mittels einer auf die CO₂-Bedingungen angepassten Lorentzen-Schleife (Heißgas-Bypass), die als Verdichterprüfstand mit wenig Investitionsaufwand schon lange und verbreitet zum Standard zählt. Es wurden vier Verdichter untersucht und vergleichsweise die Ergebnisse dargestellt. Die untersuchten Verdichter waren



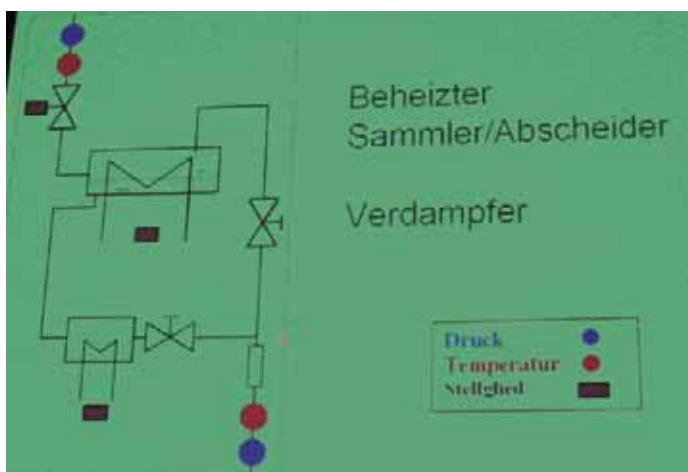
Schema des Prozesskreislaufs einer CO₂-Lorentzen-Schleife

- A: einstufiger Halbhermetikverdichter 8,3 kW Kälteleistung
- B: zweistufiger hermetischer Rotationsverdichter 2,4 kW
- C: zweistufiger Halbhermetikverdichter 10,5 kW
- D: einstufiger Halbhermetikverdichter 0,8 kW

Die Daten wurden bei der Auswertung durch ein Polynom zweiten Grades ausgeglichen, um geringe Messungenauigkeiten nicht einfließen zu lassen. Es wurden die für CO₂ typischen Ergebnisse erzielt und gezeigt, dass man zu genauen Messungen in der Lage ist.

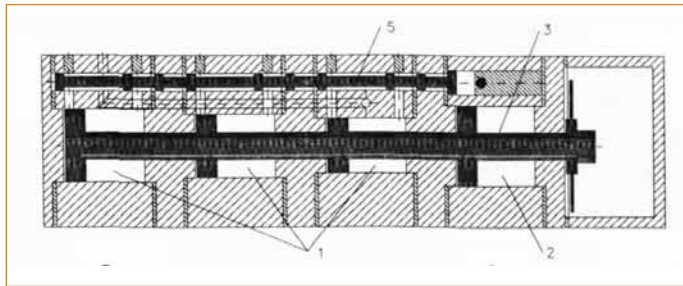
CO₂ wird immer mobiler

Der anschließende Vortrag zielte dagegen auf inhaltlichen Vergleich verschiedener Kältemittel im Kraftfahrzeug-Klimagerät. Dr. Armin Hafner berichtete über eine



Untersuchungsschema für den CO₂-Prozess

Der CO₂-Expander der TU Dresden mit dreistufiger Expansion und einstufiger Verdichtung



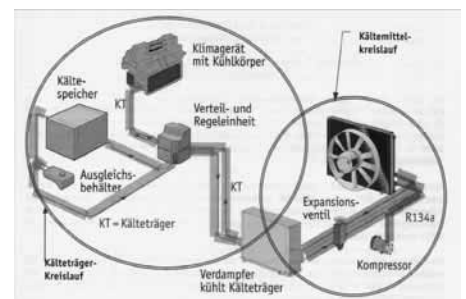
Analyse, die im SINTEF-Institut auf der Basis von bekannten Messungen und publizierten Daten erarbeitet worden ist. Unter dem Maßstab der LCCP (life cycle climate performance) wurden R134a, R152a und R744 (CO₂) verglichen. Dabei sind der Kraftstoffverbrauch unter normierten Fahrbetriebszuständen und die Umweltbelastung als Kriterien herausgearbeitet worden. Als Ergebnis konnte festgestellt werden, dass die an sich geringere Kälteleistungszahl von CO₂ kein Argument gegen CO₂ als Kältemittel für Kraftfahrzeugklimaanlagen sein kann. In moderaten Klimazonen ist der Kraftstoffmehrverbrauch von CO₂-klimatisierten Autos wesentlich geringer, als von verbesserten R134a-Systemen und in heißen Klimazonen wird Gleichheit erreicht.

Die LCCP-Werte von CO₂-Systemen sind deutlich günstiger als die von verbesserten R134a-Systemen. Das modernste R134a-System hatte gar einen um 3-5% höheren Kraftstoffverbrauch als das mit R152a betriebene gleiche System. Das R152a-System weist zudem wegen der geringeren CO₂-Äquivalente einen um bis zu 40% besseren LCCP-Wert als R134a auf. Damit konnte Dr. Hafner, auch unter Einbeziehung der günstigen CO₂-Ergebnisse in anderen Anwendungen, wie z.B. in Wärmepumpen und wegen der kompakteren Bauweise, dem CO₂ eine Zukunft als alternatives Kältemittel bestätigen.

Die Verwendung von CO₂ als Kältemittel bedeutet auch die Annäherung des thermodynamischen Rückstandes gegenüber den FKWs bezüglich des COP bzw des isentropen Gütegrades. Neben der Verwendung eines inneren Wärmeübertragers wird deshalb auch immer wieder die Nutzung der Expansionsarbeit zur Abdeckung eines Teiles der Verdichtungsarbeit angestrebt. Jörg Nickl von der TU Dresden stellte dazu einen Expander vor, der über drei Expansionsstufen in Reihe verfügt, die direkt über eine gemeinsame Kolbenstange die zweite Verdichtungsstufe antreiben. Der Expander entspricht in seinem grundsätzlichen Aufbau einer schwungradlosen Dampfmaschine mit Schiebersteuerung, wie sie z. B. auf Dampflokomotiven für den Antrieb der Kesselspeisepumpen verwendet wurden. Über die Steuerung kann auch die Hubfrequenz der Maschine beeinflusst werden. Das Versuchsgerät wurde erprobt und mit daraus abgeleiteten Verbesserungen wird die Fertigung weiterer Prototypen vorbereitet. Der Kälteleistungsbereich erstreckt sich bis auf 15 kW bei Klimabedingungen.

Ein R134a-Hybridverdichterkonzept für wahlweisen Antrieb vom Fahrzeugmotor oder von einem Elektromotor wurde von Frank Rinne, Sanden Technical Centre Europe, gemeinsam mit Yuji Yoshi und Massato Tsuboi präsentiert. Wegen der Nachteile der konventionellen Hybridantriebe, die einen großen Elektromotor ha-

ben und dadurch ein großes Trägheitsmoment des Rotors hervorbringen, wurde ein Double Scroll Hybrid-Verdichter (DSHC) entwickelt, dessen beide Verdichter unabhängig voneinander betrieben werden können. Das heißt, ein über eine Kupplung vom Motor angetriebener Verdichter und ein elektrisch getriebener Verdichter sind in einem Gehäuse fluchtend untergebracht und werden über einen Regler jeweils nach optimalen Betriebsbedingungen angesteuert. Man erreicht eine kompakte Ausführung und hohe Effizienz. In weiten Bereichen kann man energetisch optimal antreiben. Der Elektromotorverdichter hat dabei ein deutlich geringeres Hubvolumen als der Riemengetriebene. Das ist möglich, da keine Abhängigkeit von der Drehzahl des Fahrzeugmotors besteht und die erforderliche Leistung immer mit hoher Drehzahl



Funktionsschema der Standklimatisierung für Nutzfahrzeuge

erreicht werden kann. Rinne bezeichnete diese Lösung als eine der Zukunftslösungen bei der Kfz-Klimatisierung.

Über die Anwendung einer externen Kälteanlage zur Standklimatisierung für Nutzfahrzeuge über ein Kältespeichersystem von der Firma Behr berichtete Karim-Mathieu Bouchalat. Dabei wird von einer stationären R134a-Kälteanlage während der Standzeit des Lkw ein an Bord befindlicher Kältespeicher aufgeladen. Der Kälte-transport erfolgt mittels Sole über eine Verteil- und Regeleinheit im Fahrzeug. Der Solestrom kann wahlweise direkt zum Luftbehandler, direkt zum Speicher oder zu beiden Komponenten geführt werden. Als Speichermedium dient Wasser, das eingefroren wird und bei Abgabe der Kälte wieder auftaut. Im Auftauvorgang während der Fahrt des Lkw strömt die Sole vom Eisspeicher zum Luftbehandler. Das System kann auch in eine an Bord befindliche konventionelle Klimaanlage eingebunden werden. Die vorgestellte Anlage kann bei 30°C Umgebungstemperatur und 7K Temperaturdifferenz der Luft bis zu 10 Stunden kühlen. Dem ist eine Ladezeit von 7 Stunden vorausgegangen.

Dual Scroll Hybrid Compressor

Möglichkeiten:

- jeder Verdichter kann unabhängig voneinander oder gleichzeitig miteinander betrieben werden

Vorteile:

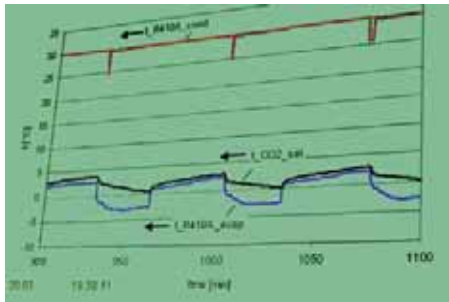
- gemeinsamer Betrieb führt zu max. Kühlleistung ↓
- motorseitig weiter Arbeitsbereich → Konstruktion ↓
- **→ Höhere Effektivität ↓**
- bessere Kraftstoffverbrauchsrate
- geringere Schadstoffemissionen

Möglichkeiten und Vorteile des Hybrid-Verdichters

Zum Heizen bestens geeignet

Abschließend soll noch über eine CO₂-Anwendung berichtet werden, die in der Klimaabteilung IV auf dem Programm stand. René Rieberer von der TU Graz berichtete über eine Erdsonde, die mit CO₂ gefüllt ist und nach dem Thermosyphonprinzip als Wärmequelle für eine R410A-Wärmepumpe arbeitet. Aus zwei 65-m-Bohrungen mit je 4 Einzelsonden werden ca. 9 kW Umweltwärme gewonnen. Das CO₂ verdampft durch die Erdwärme und kondensiert wieder am Verdampfer der Wärmepumpe, der am Kopf der Sonde angebracht ist. Es wurden Temperaturmessungen an der Rohrwand vorgenommen und für das CO₂ wurde eine Temperaturdifferenz zwischen unten und oben von 1K bei 2°C am Verdampfer und ca. 4K Differenz zum Erdreich festgestellt.

Bisher wurden seit zwei Jahren ca. 60 derartige Wärmequellen installiert. Die gewonnenen Erfahrungen bestätigen, dass dieses System sehr gut für die Wärmepumpenanwendung geeignet ist, die Anlagen zuverlässig arbeiten und dass es keine Probleme bei der Genehmigung gibt. Allerdings machte Rieberer darauf aufmerksam, dass die Füllungsprozedur nicht zu unterschätzen sei.



Temperaturverlauf im Verdampfer und im Verdampfer der Wärmepumpe mit CO₂-Sonde

Damit endet die Berichterstattung von der Deutschen Kälte-Klima-Tagung 2004. Sie kann die eigene Teilnahme nicht ersetzen. Aber sie kann anregen, sich mit den Originalarbeiten zu befassen, mit den Referenten in Kontakt zu treten und vor allem auch das Tagungsprogramm nach Themen zu durchforsten, die hier nicht genannt wurden, aber mit der eigenen Arbeit in Beziehung stehen. In den Tagungsbänden, die über die DKV-Geschäftsstelle zu beziehen sind, können Daheimgebliebene nachträglich an der fachlichen Vielfalt und den vielen nützlichen Inhalten teilnehmen.

U.A./A.F.

Ein Novum in der Klima-Abteilung AA IV

Bis auf den letzten Platz gefüllt war der Vortragsraum in der Arbeitsabteilung IV am Donnerstagnachmittag um 16:30 Uhr. Auf dem Programm stand „Die Entwicklung des Klimamarktes im internationalen Vergleich“, Referent Werner Rolles, Geschäftsführer der Daikin Airconditioning Germany GmbH. Damit hatte erstmals in der Geschichte der Tagung des DKV ein prominenter Redner und Herstellervertreter für direktverdampfende Systeme die Möglichkeit, über diese Technologie zu berichten. Eigentlich unglaublich, da Split-, Multisplit- und vor allem VRF-Systeme schon seit Jahren zum „Stand der Technik“ bei der technischen Gebäudeausrüstung zählen. Umso lobenswerter ist die Tatsache, das sich Werner Rolles auf persönlichen Wunsch des neuen DKV-Vorsitzenden Prof. Dr. Ulrich Pfeiffenberger, selbst Fachplaner und Kenner der TGA-Branche, zu einem Referat bereit erklärte. Wie überfällig dieser Schritt war, beweist der Markt heute eindrucksvoll. Direktverdampfungssysteme weisen jährliche Umsatzzuwächse im 2-stelligen Bereich auf. Die wachsende Bedeutung für Deutschland sowie der Stellenwert in anderen Ländern wurde von Werner Rolles mit Fakten belegt. Weiterhin machte er seinen Standpunkt zur (noch) unbefriedigenden Klimaanwendung in Deutschland klar deutlich:

„Wahrscheinlich liegt in diesen Realitäten der Grund für die unterentwickelte Marktsituation des Klimamarktes in der Bundesrepublik Deutschland. **Nur ein exzel-**

lentes Marketing einer gesamten Branche PRO Klima im Zusammenspiel mit modernen, technisch konzeptionell, industriell gefertigten Bausteinen, die höchste Planungssicherheit und Funktionalität bieten können, bringt dem deutschen Klimamarkt neue Wachstumsimpulse.“

Dazu kann auch der DKV beitragen, indem beispielsweise dezentrale Systeme, ob Direktverdampfung oder auf Wasserbasis, fester Bestandteil des Tagungsprogramms werden – zumal der Markt diese Technik fordert. Einen wichtigen Input hierzu könnte der Deutsche Kälteanlagenbau liefern, der als einziges Gewerk in Deutschland über einen großen Erfahrungsschatz verfügt. Diesen gilt es, abzurufen. *A.F.*

