

18. Internationale Kompressor und 11. Internationale Refrigeration and Air Conditioning Conference

Purdue: Neueste Verdichter-Technologie und Kälte-Klima-Technik

Rainer Jakobs, Breuberg und Hannover



Aus aller Welt trafen sich mehrere Hundert Mitarbeiter aus Entwicklungs- und Forschungsabteilungen, um die neuesten Konzepte für Kältetechnik und Air Conditioning vorzutragen und zu diskutieren. Besondere Ziele waren dabei die Reduktion von Treibhausgasen, die Geräuschminderung und die Energieeinsparung. Seit 1972 findet im 2-jährlichen Rhythmus an der Purdue University in West Lafayette, Indiana (200 km südlich von Chicago), USA, eine internationale Verdichter-Technologie-Konferenz statt, in diesem Jahr vom 17. bis 20. Juli bei Außentemperaturen von über 35 °C. Parallel hierzu wird seit 1986 eine Refrigeration and Air Conditioning Conference durchgeführt.



Mit über 470 Teilnehmern aus der ganzen Welt, 112 Vorträgen (Verdichter) und 120 Vorträgen (Kälte- und Klimatechnik) aus 24 Ländern wird die Bedeutung der Veranstaltung unterstrichen. Kälte und Klima war damit erstmals stärker als der Verdichterteil.

Die Konferenz wurde organisiert von den Ray W. Herrick Laboratories an der Purdue University. Dies wird in enger Kooperation mit Sponsoren aus der Industrie und einer Reihe von teilnehmenden Organisationen durchgeführt, u. a. ist der DKV e.V. im Organisationskomitee durch Dr.-Ing. Rinne vertreten.

„Wir sehen es als bewiesen an, dass viele Plätze in der Welt nicht bewohnbar

und nutzbar gemacht werden könnten ohne Klimatisierung. Das moderne Leben ohne Kältetechnik ist unmöglich, da wir fast für jeden Teil unseres Lebens von der medizinischen Anwendung bis zur Lebensmittelkette Kältetechnik benötigen“, sagte Prof. Groll von der Purdue University. Er war Chairman der Verdichter-Konferenz.

„Die Liste der in den Vorträgen angesprochenen Themen ist wirklich überwältigend und überdeckt viele Gebiete, die heute kritisch für Industrie und Gewerbe sind“, sagte Prof. James Braun, der verantwortlich für die Gesamtkonferenz und gleichzeitig Chairman der Kälte- und Klimatechnik-Konferenz war. Weiterhin betonte er, dass insbesondere viele der vor-

zum Autor

Dr.-Ing.
Rainer Jakobs,
Informations-
zentrum Wärme-
pumpen und Kälte-
technik (IZW e.V.),
Hannover



getragenen Entwicklungsprojekte durch Studenten geleitet werden, die hier die Innovatoren für den Fortschritt sind. Da die Verdichter für Klimatisierung, Kühl- und Gefrierschränke und die vielfältigen Anwendungen in der Kältetechnik einen großen Anteil an dem gesamten Energieverbrauch der Welt haben, konzentrieren sich viele Vorträge auf Energieeffizienz und innovative Technologien, um umweltfreundliche Kältemittel einzusetzen.

In einem Einführungsvortrag stellte der Vice-President Samchul Ha von LG Electronics Digital Appliance Laboratories intelligente Klimasysteme für eine bessere Umwelt vor. Unter intelligenten HVAC-Systemen versteht er hohe Effizienz, intelligente Lösungen, die die Systeme miteinander verkoppeln, und verbesserte IAQ (Indoor Air Quality).

Er führte den Begriff E³, Themen von HVAC Systemen ein, das bedeutet

Energy prices

Environment

E-control and enhanced comfort

Zu den Themen führte er aus:

Energy prices:

Energie-Label und hocheffiziente Komponenten, wie z. B. Micro Channel Heat Exchangers, drehzahlregelte oder mechanische Kapazitätsregelungen der Verdichter, Inverter Hybrid Verdichter-Systeme sowie hocheffiziente elektrische Antriebe.

Environment:

Eco-Friendly Refrigerant: insbesondere das Kältemittel R410A und die neu vorgestellten Kältemittel mit niedrigem EWP neben CO₂ für spezielle Anwendungen als Lösungen der Zukunft.

New Energy Source: Bei erneuerbaren Energien führte er aus, dass Europa bis 2010 12% erneuerbare Energien einsetzen will, Korea bis 2011 5% und die USA haben angekündigt, die Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie zu einer führenden Rolle auszubauen.

E-control and enhanced comfort:

Die heute eingesetzten VAV-Systeme werden als Anfang für eine noch weiter vernetzte intelligente Netzwerklösung für das Klimatisieren von Gebäuden gesehen. Schlagworte hierbei sind auch: Realtime Monitoring Services, das die Notwendigkeit unterstreicht, kontinuierliche Kontrolle und direkten Eingriff auf die Einstellung und die optimale Betriebsweise von Systemen durchzuführen.

Das Thema Energieeffizienz wurde in einem weiteren Plenarvortrag mit dem Titel: **Energy and Power, Challenges and Pathways** von Prof. M. J. Moran, Department of Mechanical Engineering, The Ohio State University, aufgegriffen und zeigte die noch sehr differenzierte Betrachtung in den USA zum Thema Energie. Die Suche nach neuen Energieressourcen steht vor der notwendigen Energieeinsparung. Öl ist die Achillessehne in der amerikanischen Energiepolitik. Die Berechnungen deuten auf eine Reichweite von nur noch 25 bis 30 Jahren hin. Nuklearenergie, Kohle und erneuerbare Energien, wie Wasserkraft, Wind und Solar, werden in den Vordergrund geschoben. Man führt Dänemark auf, das zwischenzeitlich nahe 20% von seiner Elektrizität durch Windturbinen erzeugt. Man hat auch in den USA die Zielsetzung, bis zum Jahre 2025 25% regenerative Energie einzusetzen. Die Suche nach neuen Energiequellen hat eindeutig höhere Priorität vor den aus europäischer Sicht notwendigen Gedanken der wichtigen und unvermeidbaren Energieeinsparung.

Vor der eigentlichen Konferenz wurden am Wochenende bereits zwei so genannte „Short Courses“ angeboten mit den Themen:

- Noise Control Methods for HVAC&R
- Latest Development with Respect to the Transcritical CO₂ Cycle Technology.

Der letztere Kurs war mit über 50 und davon $\frac{2}{3}$ internationalen Teilnehmern sehr gut besucht.



Prof. Dr.-Ing. Eckhard A. Groll, Chairman of International Compressor Engineering Conference

Nun zu den Vorträgen der Konferenz; die große Anzahl an Vorträgen (über 230) und die vielen verschiedenen Schwerpunkte erlauben es, in dem Rahmen dieser Veröffentlichung nur auf einzelne Bereiche einzugehen. Die USA (88) dominierten natürlich bei der Anzahl der Vorträge, gefolgt von Europa (42), Japan (25), Korea (23), China (21) und Indien (11).

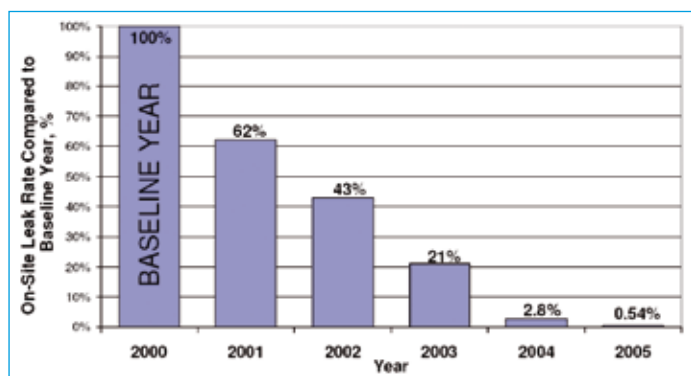


Bild 1 Effects of Leak-Reduction Techniques Applied in Factory

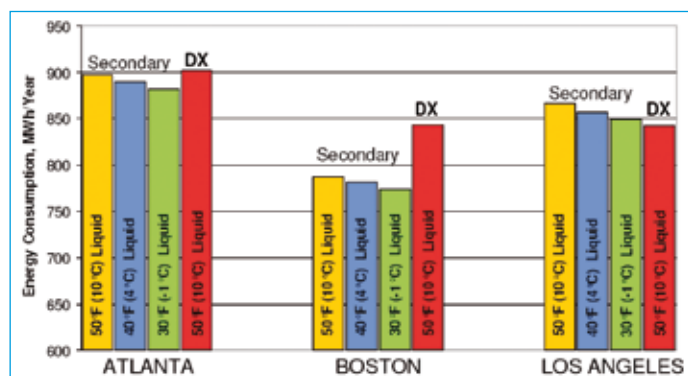


Bild 2 Total Annual System Energy Consumption for DX vs. SC System at Selected Locations

Die Vorträge (Anzahl der Vorträge) waren in folgende Themen aufgeteilt:

- CO₂ Compressors (10x)
- CFD Modelling of Compressors (8x)
- Swash – Wobble Plate Compressors (4x)
- Scroll Compressors (14x)
- Rotary Compressors (5x)
- Noise Reduction Technologies (11x)
- CO₂ Compressors-Expanders (5x)
- New Compressor Concepts (12x)
- Lubrication issues in Compressors (6x)
- Reciprocating Compressors (9x)
- Compressor Valve Design (8x)
- Screw compressor (11x)
- Centrifugal Compressors (3x)
- Analysis of Bearings and Joints (5x)
- Socio-Economic Impact of Systems & Refrigerants (4x)
- Micro channel Heat Exchangers (10x)
- Air Conditioning/Refrigeration Equipment Improvements (5x)
- CO₂ Systems (6x) and Work Recovery CO₂ Systems (4x)
- Heat Exchanger Characterization & Modelling (10x)
- Lubrication Effects (6x)
- Capillary Tubes and Short-Tube Orifices (3x)
- Heat & Mass Transfer Numerical Modelling (4x)
- Heat Transfer Coefficients & Pressure Drop (5x)
- Modelling of A/C & R Systems/ Components (6x)
- Heat & Mass Transfer Characterization & Enhancement (5x)
- Heat Exchanger Improvements (6x)
- Working Fluids (3x)
- Novel Systems (9x)
- Air Conditioning Systems (4x)
- Heat Pumps (11x)
- Industrial Refrigeration (4x)
- Domestic Refrigerators/ Freezers (5x)
- Mobile Air Conditioning (6x)
- Supermarket Refrigeration Systems (4x)

Bei den Vorträgen war CO₂ der Hauptschwerpunkt neben der Modellierung von Prozessen. Bei den Anwendungen dominierten die Wärmepumpen.

Im Segment Socio-Economic-Impact of Systems and Refrigerants waren drei Vorträge aus Europa, die sich mit der Ökoeffizienzanalyse (Supermärkte – Automotive Air Conditioning) /1, 2 / und der Methode TEWI für Kältemittelgemische /3/ beschäftigten. Insbesondere die Ökoeffizienzbeurteilungen fanden reges Interesse in der anschließenden Diskussion.

In einem Vortrag von Kazachki /4/ werden Anwendungen von Sole-Systemen für Supermärkte intensiv untersucht, um somit eine Reduzierung der Kältemittelfüllmengen zu erreichen und Kältemittelleckagen zu umgehen. Die Vereinfachung der Wartung scheint hierbei von besonderem Aspekt zu sein.

Bild 1 zeigt die Vorteile von reduzierter Leckrate durch in der Fabrik gefertigte und gefüllte Systeme. Vor Ort wird nur das Secondary Cooling System angeschlossen.

In Bild 2 wird ein Vergleich zwischen Direktspritzungssystemen DX und Secondary Systemen SC dargestellt. Hier werden teilweise deutlich bessere Ergebnisse oder ähnliche Ergebnisse wie bei den Direktspritzungssystemen erreicht.

Analog zu den Betrachtungen in Europa zu verschiedenen Supermarktsystemen wurde von Ming Zhang /5/ eine Energieanalyse über verschiedene Supermarktsysteme durchgeführt und Modellrechnungen erarbeitet. Bei diesem Vortrag ist es interessant, die spezifischen Daten der amerikanischen Supermarktsysteme zu sehen. Hierbei handelt es sich um 2000 bis 11000 m² große Märkte, die typischerweise bis zu 2 Mio. kWh jährlich verbrauchen, davon die Hälfte für den Bereich Kältetechnik. Das verwendete Kältemittel ist

R404A. Es werden zwischen 1400 bis 2300 Kilogramm Kältemittel eingesetzt. Bei den Betrachtungen für das TEWI-Konzept für die verschiedenen Marktsysteme werden Leckageraten von 10% bis 15% pro Jahr angenommen. Dementsprechend fällt auch das direkte System mit R404A hinsichtlich TEWI sehr schlecht aus. Bei den R404A-Systemen, die einen zusätzlichen Glykolkreislauf haben, sind die Leckraten auf 4% reduziert, da es sich hier um vorgefertigte Flüssigkeitskühlsätze handelt. Gleichzeitig wird die Kältemittelmenge auf ein Viertel reduziert. Die Leckraten und die Füllmengen, die in den USA vorherrschen, sind sicherlich interessant für Diskussionen, die wir hier in Europa über Optimierung von Supermarktsystemen haben. Die Ergebnisse für den TEWI sagen aus, dass CO₂-Systeme in Kombination mit Propan oder auch mit R404A als Kaskaden-Ausführung oder CO₂ im Sekundärkreis die besten TEWI-Werte erreichen. Die Kosten liegen aber, ähnlich wie bei den europäischen Betrachtungen, für solche Systeme deutlich höher. Allerdings ist auch zu erkennen, dass diese CO₂-Systeme nur auf den gleichen Energieverbrauch wie die ursprüngliche R404A-Anlage kommen.

In einem Vortrag von Calm /6/ über das Kältemittel R123 für Kaltwassersätze wurden die Eigenschaften von R123 als sehr vorteilhaft hinsichtlich GWP und ODP dargestellt. In Europa hatte das Kältemittel bisher kaum Bedeutung und war aus der Diskussion völlig verschwunden, da es im Montreal Protokoll aufgeführt ist. Umso mehr ist es interessant, dass in Amerika dieses Kältemittel weiterhin diskutiert wird und man aus sachlichen Gründen den sehr niedrigen GWP- und ODP-Einfluss zu akzeptieren hat. Wenn nicht andere Gründe gegen R123 sprechen, kann eine sachliche Diskussion für die Nutzung sicherlich für die Anwender von Vorteil sein.

In einem Beitrag von Lehmann /7/ über die Gesetzgebung für den Energieverbrauch von gewerblichen Kältschränken und Tiefkältschränken erkennt man den kontinuierlichen Anstieg des Energieverbrauchs in den USA.

Die Anwendung von CO₂ war sowohl bei der Kälte- und Klimatechnik als auch bei der Klimakonferenz dominierendes Thema der Vorträge. Von der Entwicklung der Kompressoren über die numerischen Studien, experimentelle Untersuchungen, Weiterentwicklungen zu hocheffizienten Verdichtern mit niedrigem Geräuschpegel bis hin zu der Optimierung von bereits in kleinen Serien produzierten Verdichtern gab der CO₂-Teil einen umfassenden Überblick über die derzeitigen weltweiten Aktivitäten. In fünf Vorträgen wurden für die CO₂-Technik notwendige Expansionsmaschinen oder kombinierte Kompressoren und Expander vorgestellt. Dies wäre notwendig, um durch den Einsatz solcher Expansionsmaschinen höhere Leistungszahlen im Bereich der CO₂-Anwendung zu erreichen. Hierbei wurden neben Vorträgen aus Korea /8/, China /9/ und Japan /10/, die sich mit Scroll- und Rollkolben-Expandern beschäftigten, zwei Vorträge aus Hannover /11/ und Dresden /12/ über kombinierte Expander-Kompressor-Einheiten vorgestellt.

Im Verdichterbereich dominierten nach der Anwendung von CO₂-Verdichtern Vorträge, die sich mit den Scroll- und Schraubenverdichtern beschäftigten.

Die Hauptakteure, Prof. Groll und Prof. Brown, können mit der großen Resonanz und der professionellen Durchführung der Veranstaltung sehr zufrieden sein. Erfolgreich ist sicherlich, dass eine Vielzahl von Themen parallel angeboten wurde und man die Möglichkeit hatte, sich über den Stand der Entwicklungen sowohl im Verdichterbereich als auch in vielen Bereichen der Kälte- und Klimatechnik zu informieren. Das Datum der nächsten Konferenz steht bereits fest: vom 14. bis 17. Juli 2008 an der Purdue University, West Lafayette, Indiana. ■

Literatur:

- /1/ LCCP vs. Eco-Efficiency: Marcello Riva, Felix Flohr and Christoph Meurer, Solvay Fluor GmbH, Germany
- /2/ European Supermarket Refrigeration Systems Eco-Efficiency Considerations: Horst Kruse, FKW-GmbH, Germany; Rainer Jakobs, IZW, Germany; Marcello Riva, Solvay Fluor GmbH, Germany
- /3/ Method of Choice of Low TEWI Refrigerant Blends: Charbel Rahhal and Denis Clodic, Ecole des Mines de Paris, France
- /4/ Why Secondary-Coolant Systems for Supermarket Refrigeration?: Georgi S. Kazachki and David K. Hinde, Hill Phoenix, Inc., USA
- /5/ Energy Analysis of Various Supermarket Refrigeration Systems: Ming Zhang, Ingersoll-Rand Climate Control, USA
- /6/ Environmental and Performance Studies of R123 as a Chiller Refrigerant – Resulting Recommendations for Environmental Protection: James M. Calm, Engineering Consultant, USA
- /7/ The State of Energy Consumption Legislation for Commercial Reach-In-Refrigerators and Freezers and Other Refrigerated Products: Robert D. Lehman, III, Emerson Climate Technologies, USA
- /8/ Numerical Simulation on Scroll Expander-Compressor Unit for CO₂ Trans-Critical Cycles: Hyunjin Kim and Jongmin Ahn, University of Incheon, Korea; Sungouk Cho and Kyungrae Cho, Samsung Electronics Co., Ltd., Korea
- /9/ Development and Performance Analysis of a Two Cylinder Rolling Piston Expander for Transcritical CO₂ System: Jan Yang, Li Zhang and Yumei J. Shi, Shanghai Hitachi Electrical Appliances Co., Ltd., P. R. China
- /10/ Performance of Scroll Expander for CO₂ Refrigeration Cycle: Mitsuhiro Fukuta, Tadashi Yanagisawa, Osamu Kosuda and Yasuhiro Ogi, Shizuoka University, Japan
- /11/ Positive Displacement Carbon Dioxide Expansion Machines – Changes and Limitations –: Horst Kruse, Hans Rüssmann and Eduardo Martin, FKW GmbH, Germany; Rainer Jakobs, IZW, Germany
- /12/ Sub-Critical Operation of the CO₂ Expander/Compressor: Josef Riha, Hans Quack and Joerg Nickl, Technical University Dresden, Germany

IZW e. V. ist der Verein, der für die neutrale Informationsvermittlung in der Kälte- und Wärmepumpentechnik eintritt. Ziel des IZW ist es, sich für die CO₂-Reduktion und die Energieeinsparung in der Kälte- und Klimatechnik und mit der Wärmepumpentechnik einzusetzen. IZW trägt zur Meinungsbildung in der Branche durch objektive Informationen und Berichte bei. In Seminaren und Publikationen technisch-wissenschaftlicher Art wird zu aktuellen Schwerpunktthemen Stellung genommen. Der IZW e. V. ist als neutraler Dienstleister tätig und bietet seine Dienste allen Interessierten in den Branchen Kälte- Klimatechnik und Wärmepumpen an.