

Dresdner Kolloquium am 12. 5. 1999

Neue Anwendungen von Ammoniak in der Kältetechnik



Das Kolloquium war mit fast 40 Teilnehmern gut und sehr kompetent besucht

Hinter diesem Titel verbergen sich nicht die Ammoniak-Anwendungsfälle der Großkälte, denn in diesem Bereich ist Ammoniak nicht neu und bedarf keiner besonderen Empfehlung mehr. Dem Dresdner Institut für Luft- und Kältetechnik (ILK) ging es bei der Einladung zu diesem interessanten Kolloquium um Mitteilungen aus dem eigenen Institut zur Unterstützung der Ammoniak-Anwendung im unteren Leistungsbereich der Kälte- und Klimatechnik. Auswärtige Referenten trugen zu dieser Thematik mit der Darstellung ihrer Forschungsergebnisse bei.

Wie immer bei den bisherigen Dresdner Kolloquien stand am Beginn der Veranstaltung ein Übersichtsvortrag zur Leistungsfähigkeit des ILK mit seinen sieben Bereichen, den diesmal Geschäftsführer Prof. Dr.-Ing. G. Heinrich übernommen hatte. Lebhaft präsentierte er die aktuellen Entwicklungen, wie sie bereits im Bericht zum vorigen Kolloquium in KK 7/99 dargestellt worden sind. Er schloß mit der bemerkenswerten Feststellung: „Das Feld der Kältetechnik ist nicht nur breit, es ist vor allem offen.“ Damit wollte er zum Ausdruck bringen, daß uns zukünftig noch so manche Innovation bevorstehen wird, an der auch das ILK beteiligt sein wird.

Die wichtigste Präsentation war zweifellos die von Lippold und Schenk bearbeitete Thematik der Anwendung von Kupferwerkstoffen mit einem Ammoniak-Dimethylether-Gemisch. Dr. Schenk als Vortragender verstand es, deutlich zu machen, daß das Gemisch aus 60/40 Masse% mit der Bezeichnung R 723 viele Vorteile bietet. Wenn man davon ausgeht, daß Ammoniak für sich ein hervorragendes natürliches Kältemittel aus Sicht der Anwendung in Großkälteanlagen ist, in der Anwendung im unteren Leistungsbereich jedoch mit seinen negativen Eigenschaften auf Hindernisse stößt, muß man an dieser Stelle mit den Entwicklungsarbeiten ansetzen. Das wurde getan und ein gutes Ergebnis erreicht.

Zunächst ist es erfreulich, zur Kenntnis zu nehmen, daß ein lg p-h-Diagramm für das azeotrope Gemisch R 723 erarbeitet wurde und als Basis für die Auslegung von Kälte- und Klimaanlage verfügbar ist. Während der Dampfdruck nahe bei dem von NH_3 liegt, ergibt sich die erfreuliche Tatsache einer um bis zu 20 K niedrigeren Verdichtungs-Endtemperatur. Gerade diese Einsatzgrenze wird bei NH_3 gar nicht so selten erreicht. Auch die Mischungslücke liegt günstiger als bei NH_3 , was für den Öltransport wichtig ist.

Nahezu bahnbrechend sind die Labor- und Praxisergebnisse zur Anwendungs-



Professor Heinrich präsentiert das ILK und seine Leistungsfähigkeit

Konzeption Gewerbekälte

- Arbeitsstoff: NH₃/DME mit < 400ppm H₂O
- Kälteöl: Mineral- o. AB-Öl mit < 100ppm H₂O
- WT: Cu/Al bzw. PWU Cu/Ni-Stahl, Cu-gelötet
- Rohr: CuNi10Fe10Mo
- Armaturen: Stahl, verkapfert CrNi-8Inbz bzw. Rotgull
- Geeigneter Trockner in Saugleitung
- Dichte Anlage

Komplette Kreisläufe mit NH₃

- 400g Ammoniak bzw. Ammoniak-DME
- FAG-Öl, AB-Öl, Mineralöl mit 0,1-100 ppm Freisch.
- WT: Cu, Stahl, CuNi10Fe10Mo, Ammonium Messing, GFK, Stahl, Rotgull
- Keine Maschinensanfälle
- Keine Gefäßbrüche durch innere Korrosion
- Cu-Abtragsrate < 1µm/a
- Cu-Plattierung PAG-Öl > AB-Öl bzw. Mineralöl

Deutliche Korrosion bei NH₃-Leckagen an Kondenswasser-geschlagenen Bauteilen



Dr. Schenk war nicht nur Moderator des Forums, sondern auch Referent für das tragende Thema

möglichkeit von Kupfer in Kältekreisläufen mit R 717 und R 723. Unter der Bedingung eines Feuchtegehaltes im Kreislauf von weniger als 400 ppm wurde eine erstaunlich gute Kupferbeständigkeit nachgewiesen und eine sehr geringe Abtragerate von weniger als 1 µm/a. Als vorteilhafte Anwendung könnte das Gebiet der Gewerbekälte erschlossen werden. Aber natürlich ist bei so einem neuen The-

fen wurde, aus denen man die Leistung schließlich ermittelt. Durch die Verwendung eines Massestromzählers für das Kältemittel mit einer Toleranz von 0,2 % wurde eine Leistungstole-

nung von entsprechendem Praxiswissen sein. Eine neue Entwicklungsaufgabe ergibt sich allerdings aus der strengen Feuchtevorschrift: Ein wirksamer Trockner für NH₃ müßte geschaffen werden!

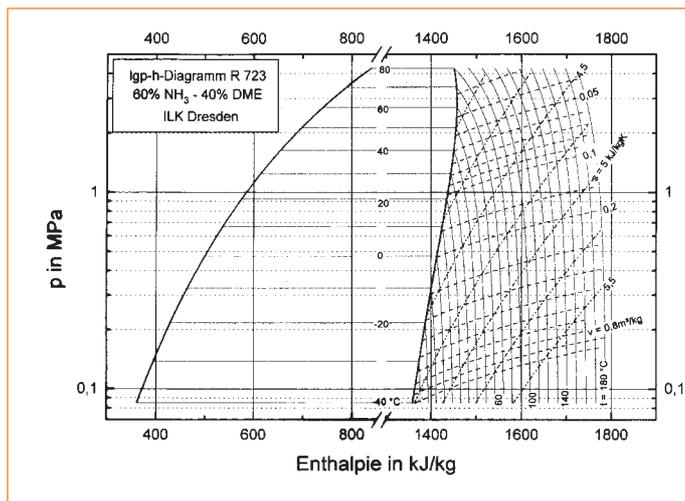
Der Vortrag von Dipl.-Ing. Friedrich zu Leistungsmessungen mit R 717 und R 723 bezog sich auf die gleiche Thematik. Er stellte den Prüfstand vor, der für die Messung der Werte geschaf-

nem Zusatzlüfter, die gelegentlich zur einstufigen Beherrschung bestimmter Betriebszustände angewendet wird, kann entfallen bzw. muß erst bei noch größerem Druckverhältnis wirksam werden. Der Goeldner-Versuchsverdichter war von HKT bereitgestellt worden, und Geschäftsführer Huber hatte es möglich gemacht, an der Präsentation im Rahmen dieses Kolloquiums teilzunehmen.

Mit dem Vortrag von Hansen und Kaufeld aus dem DTI Aarhus, Dänemark, stand ein Anwendungsthema für Ammoniak auf dem Programm. Dipl.-Ing. Hansen sprach über die Gewebekühlung mit diesem Kältemittel. Es ist bekannt, daß sich das DTI diesem Thema schon länger widmet und man war auf Neuigkeiten gespannt. Ausgangspunkt ist die Überzeugung der Mitarbeiter des DTI, im Bereich kleiner Leistungen bis 75 kW Kältelei-

vollständiger Kältekreislauf

Dipl.-Ing. H. Friedrich stellt den auf der Basis langjähriger Erfahrungen geschaffenen Verdichterprüfstand vor



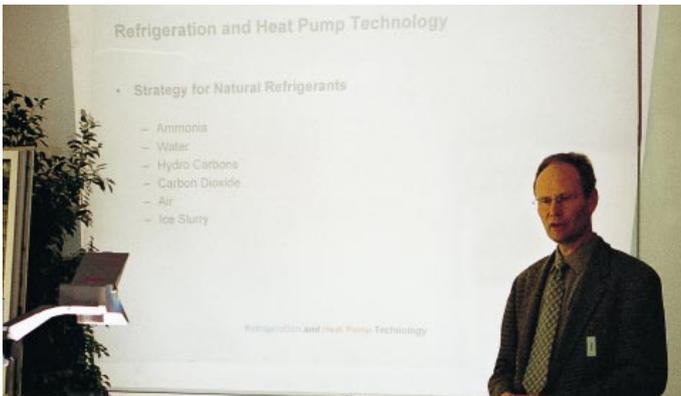
Ein Igp-h-Diagramm ist für R723 verfügbar

ma die Praxisresonanz noch zögerlich. Es tauchte auch die Frage auf, warum bestehende NH₃-Anlagen nicht auf R 723 umgerüstet werden, wenn die Vorteile doch so auf der Hand liegen. Diese Lösung ist wegen ihres Neuheitsgrades noch wenig bekannt, es gibt keine umfassenden Referenzen und das fertig gemischte Kältemittel ist nicht im Handel, allerdings wird die kommerzielle Fertigung vorbereitet. Einige Partner sind dabei, mit dem ILK zusammen Versuchsanlagen zu bauen, und das wird dann die Basis für die Verbrei-

des R 723 gegenüber R 717 und die schon erwähnte deutlich niedrigere Verdichtungsendtemperatur. Da man für R 723 unveränderte NH₃-Verdichter benutzen kann, ergeben sich für das neue Kältemittel entsprechend erweiterte Einsatzgrenzen und die Zylinderkopfkühlung mit ei-

ranz von ±2 % erreicht. Wichtigste allgemeingültige Ergebnisse sind eine um ca. 10 % höhere Leistungszahl

stung, der bisher von den konventionellen Kältemitteln beherrscht wird, Ammoniak als normales Kältemittel etablieren zu können. Die ILK-Ergebnisse mit R 723 und der Kupferverwendung werden nach seiner Auffassung dazu einen wichtigen Beitrag liefern. Allerdings fehlt es noch an effektiven Komponenten für diesen Bereich, denn bisher hatte niemand Veranlassung, diese zu entwickeln. Das sieht nun anders aus und entsprechende Vorarbeiten laufen bei verschiedenen Herstellern schon. Schwerpunkt wird die Bereitstellung einer Palette von hermetischen oder halbhermetischen Verdichtern sein, wie dies KK schon anlässlich der Reportage über den ILKA Mafa Halbhermetikverdichter (s. Heft 3/99) eingeschätzt hatte. Natürlich wird selbst bei Verfügbarkeit aller Kom-



Dipl.-Ing. Hansen vom DTI sieht die Zukunft von kleinen Ammoniakanlagen positiv

ponenten Ammoniak neben den anderen Kältemitteln existieren und nicht zu deren gänzlicher Verdrängung führen. Aus den Ergebnissen mit der Laboranlage im DTI können inzwischen Erfahrungen verallgemeinert werden, die für die Ammoniak-Anwendung im behandelten Leistungsbereich wichtig sein werden, die sich jedoch kaum von den Erfahrungen mit den FKW und HFKW unterscheiden:

- Trockenverdampfung kann im letzten Rohrabschnitt des Verdampfers zu unerwünschten Druckverlusten führen, deshalb sind angepaßte Verdampfer zu entwickeln und die sorgfältige Einstellung der Überhitzung ist erforderlich. Beim pump-down-Betrieb oder beim Einschalten nach längerem Stillstand des Verdichters besteht sonst die Gefahr der Ansaugung flüssigen Kältemittels bei den ersten Umdrehungen des Verdichters.

- Der Verflüssiger sollte so gestaltet sein, daß mit einem ausreichend leistungsfähigen Lüfter eine gute Luftverteilung erreicht wird.

- Auf einen Sammler kann unter Umständen verzichtet werden, wenn der Verflüssiger mit seinem letzten Abschnitt als Sammler ausgebildet ist.

- Die Ölrückführung muß einfach funktionieren, d.h. es dürfen keine Zusatzeinrichtungen erforderlich sein. Mit den neuen NH_3 -Ölen für Trockenverdampfung kann diese Forderung erfüllt werden.

Für das Rohrsystem wurde rostfreier Stahl mit Schweißverbindungen oder für kleinere Dimensionen Aluminium mit Klemmringfittings verwendet, was natürlich bei der Präsentation im Rahmen dieses Kolloquiums nicht abging, ohne daß auf die mögliche Perspektive mit Kupferrohren hingewiesen wurde.

Eine kleine Prototypanlage für die Schockkühlung von frisch gemolkener Milch direkt bei der Melkanlage diente



Dipl.-Ing. de Buhr forschte zum Wärmeübergang beim Ammoniak siedend in Aluminiumrohren, sieht die Ergebnisse aber als völlig verwendbar für Kupferrohre

auch der energetischen Beurteilung im Vergleich zu einer bisher üblichen R 22-Anlage. Um Hermetisierung zu erreichen, kam ein Frigopol-Spaltrohrverdichter zum Einsatz. Die hohe spezifische Kälteleistung des Ammoniaks bewirkte eine deutlich kürzere Laufzeit des Verdichters, was zukünftig natürlich zu einem kleineren Verdichter führen müßte, und trotz des um 30 % schlechteren Gütegrades des Verdichters war der Gesamtarbeitsbedarf der Anlage etwa 30 % geringer. Mit dieser Energieeinsparung läßt sich der Mehrkostenaufwand der Ammoniakanlage zwar nicht kompensieren, aber mit der Verbesserungserkenntnis beim Verdichter, beim Rohrsystem und bei den Wärmeübertragern mit dahinterstehenden Produktionsstückzahlen wie bei R 22 könnte die Bilanz schon ganz tragfähig werden.

Dipl.-Ing. de Buhr präsentierte seine bei Prof. Kabelac an der Universität Hannover erarbeiteten Ergebnisse zum Strömungssieden von Ammoniak in horizontalen Rohren. Er ging von bisher bekanntgewordenen und auch benutzten Gleichungen für die Wärmeübergangszahl beim Strömungssieden aus und hatte erkannt, welche große Abweichungen der Ergebnisse untereinander vorhanden sind. Mit dieser Motivation für seine stark experimentell geprägten Forschungen konnte er im

Ergebnis zu brauchbaren Gleichungen gelangen. Die Auslegung von Verdampfern ist damit zuverlässiger möglich, wenn man die von ihm erkannten Zusammenhänge zur jeweiligen Strömungsform längs des Rohres richtig berücksichtigt. Zu den Erkenntnissen gehört auch, daß innenberippte Rohre vorteilhaft für den Wärmeübergang sind und zu kleineren Füllmengen für die Anlage führen. Zum Ölanteil konnte er teilweise einen positiven Einfluß bei ammoniaklöslichen Ölen und eine Verschlechterung bei unlöslichen Ölen feststellen.

Die Untersuchungen wurden an einer Teststrecke aus einem Aluminiumrohr gewonnen, was ähnlich wie bei Hansen zur Frage nach der Übertragbarkeit bei Verwendung von Kupferrohren führte. Die Antwort war klar und einfach: Es

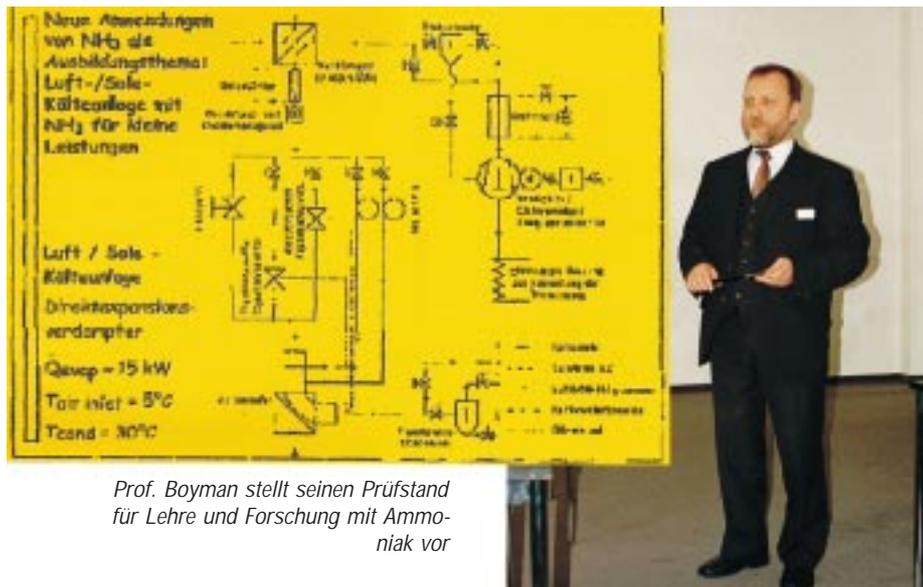
ist für die k-Zahl eines Verdampfers völlig belanglos, welcher Werkstoff als Rohrmaterial zum Einsatz gelangt, der Einfluß der Wärmeleitfähigkeit des Rohrmaterials ist untergeordnet. Man könnte die Schlußfolgerung noch weiter ziehen: Auch das Siede- α ist gegenüber dem äußeren Luft- oder Wasser- α fast unbedeutend.

Schließlich ist noch das Engagement von Prof. T. Boyman für Ammoniak zu erwähnen, der den gemeinsam mit R. Birrer formulierten Vortrag über die Ingenieurausbildung mit Hilfe der NH_3 -Kältetechnik so lebhaft und überzeugend darbot, daß man sich gleich wünschen würde, bei ihm noch einmal studieren zu können. Er lehrt an der Fachhochschule der Zentralschweiz und betrachtet die Vielseitigkeit der Kältetechnik als ein hervorragendes Thema für die Einführung der Studenten in die Thermische Energietechnik. Die Thermodynamik, Wärmeübertragung, Meßtechnik, Datenerfassung und Sicherheitstechnik sind im konkreten Lehrfall darauf bezogen. Und zusätzlich wirkt natürlich der aktuelle Umweltgesichtspunkt bei der bevorzugten Anwendung von NH_3 als Motivation für die Wahl die-



ses Kältemittels in der experimentellen und theoretischen Ausbildung. Prof. Boyman stellte seine Versuchseinrichtung vor, mit der er die unterschiedlichsten Messungen so durchführen kann, daß die Studenten zu der Überzeugung gelangen, an der Forschung unmittelbar teilzuhaben. Und dabei fallen wirklich praxisrelevante Ergebnisse ab, die dem Fachgebiet Aufträge aus der Industrie bringen und damit überhaupt erst die umfassende Finanzierung der technischen Einrichtungen ermöglichen. Konkret stellte er Ergebnisse zum Einfluß NH_3 -löslicher Öle auf den Vorgang der Direktverdampfung bei Solekühlung vor, wobei sich der Ölgehalt im Kältemittel gezielt einstellen läßt. Ein weiteres Objekt ist die Untersuchung verschiedener Expansionventile.

Im Verlaufe des Kolloquiums wurde wiederholt die Frage gestellt, warum sich die neuen Ergebnisse mit Ammoniak in kleinen und mittleren Anlagen so zögerlich durchsetzen. Eine Antwort war der Verweis auf das Beharrungsvermögen der Fachwelt, und es wurde auf den langen Weg der Übermittlung des neuen Wissens an die jungen Fachkräfte in der Ausbil-



Prof. Boyman stellt seinen Prüfstand für Lehre und Forschung mit Ammoniak vor

dung als eine Möglichkeit zur Lösung des Problems verwiesen. Prof. Boyman steht dabei stellvertretend für manche seiner Kollegen, die sich in der Lehre dafür vorbildlich einsetzen.

Den Abschluß des Kolloquiums bildete eine Podiumsdiskussion zum NH_3 -Einsatz in der Gewerbekälte, die von Prof. Wobst moderiert wurde. Er gab einen eigenen Einstand in die Diskussion, indem er die wichtigsten Ausgangspunkte für die weitere Arbeit an Ammoniak in diesem Einsatzfeld noch einmal zusammenfassend darstellte:



Prof. Wobst moderiert die Podiumsdiskussion und weist den Weg für die weitere Verbreitung des Ammoniaks im Bereich der Gewerbekälte

- Die Eigenschaften des hervorragenden Kältemittels setzen ihm bestimmte Grenzen, sowohl objektive als auch subjektive. Das muß man beachten und man muß darauf eingehen.
- Die gesetzlichen Vorschriften und Regelungen zur Verwendung der anderen Kältemittel kommen teilweise der Ammoniak-anwendung zu Gute. Dazu gehört das bevorstehende Verbot von R 22 und auch die allseitige zögerliche Haltung bei der Ver-

optimale Gestaltung der Verdampfer und Verflüssiger und die Entwicklung eines Adsorptionmittels für geeignete Trockner. ● Die Marktsituation muß real eingeschätzt werden. Das betrifft vorrangig die Fragen der Akzeptanz, der Wettbewerbssituation zu den konventionellen Lösungen und die Kosten- und Preisfragen bei der Entscheidungsfindung für konventionelle oder für Anlagen mit R 717 oder R 723. Daraus sind im gegebenen Fall entsprechende Schlussfolgerungen zu ziehen.

In der anschließenden Diskussion war man sich einig, den im Rahmen des Kolloquiums aufgezeigten Weg zur Ammoniakverwendung in der Gewerbekälte weiter zu gehen. Die Widersacher und Zweifler waren offensichtlich nicht im Saal anwesend gewesen, denn aus deren Sicht kam keine Bemerkung. Dafür wurden die Stellungnahmen und Bemerkungen der Vertreter der Kupferindustrie zum Schwerpunkt der zustimmenden Diskussion. Dipl.-Ing. Kern von den Wieland-Werken, Dipl.-Ing. Naumann von KM Europa Metal AG und Dr. Türpe vom Deutschen Kupferinstitut waren sich einig, daß Kupfer seinen Platz in der zukünftigen Ammoniaktechnologie haben muß und haben wird. Verwundert wurde zu den nicht aktuellen Normen und Regeln sarkastisch bemerkt, daß man Aluminium ohne Not mit den Vorschriften bei Ammoniak verwenden darf, obwohl es dabei zu Schäden kommt, jedoch Kupfer verboten ist, obwohl es hält ... wenn man alles richtig macht. Nun, nicht ganz so streng, denn die EN 378 läßt die Verwendung offen bei eigenem Eignungsnachweis. Daß dies aber nur in seltenen Fällen wirken kann

wendung der Kohlenwasserstoffe als Kältemittel.

- Die technische Basis für die Anwendung von Ammoniak in der Gewerbekälte muß verbreitet werden, indem die Komponentenverfügbarkeit einschließlich des Kältemittels R 723 gewährleistet wird.
- Dafür sind die bekannten Innovationen umzusetzen und weitere Innovationen zu schaffen, z. B. die Kupferanwendung, die

wird klar, wenn man den im Kolloquium präsentierten Forschungsaufwand auf so einen gedachten Fall des eigenen Nachweises projizieren würde! Es wurde auch darauf verwiesen, daß kupfergelötete Plattenwärmeübertrager unter den gleichen Bedingungen zu gebrauchen sind wie Kupferrohre.

In der weiteren Aussprache wurde dann noch auf die Feuchteproblematik mit dem unteren erreichbaren Grenzwert von 250 ppm und dem schon genannten einzuhaltenden Mindestwert von 400 ppm eingegangen. Es gab auch einen kurzen Erfahrungsaustausch zu den Reinigungsmitteln für einmal bei Schäden verschmutzte



Dipl.-Ing. Kern (vorn), Wieland Werke, und Dipl.-Ing. Naumann, KM Europa Metall, äußerten sich überzeugt von einer Zukunft des Kupfers in Ammoniakanlagen

Anlagen. Neue Reinigungsmittel seien auf dem Markt, man müsse sie nur nutzen, war die Schlußbemerkung, an die sich die Möglichkeit zur Besichtigung der Labors und Prüfstände des ILK anschloß.

Der Weg nach Dresden hat sich für die am Thema interessierten Fachkollegen wieder einmal gelohnt. Man weiß nun, und das gilt auch für die nicht dabei gewesenen Leser, wo man Unterstützung bekommen kann, wenn man sie braucht, um dem Ammoniak weiter zum Durchbruch zu verhelfen. Dabei geht die Bitte an die Komponentenentwickler, die aufgezeigten Lücken zu schließen, denn das Ammoniak hat eine Zukunft. Daran glaubt auch U. A.

KÜBA Technologie-Tagung: Notwendige Richtigstellung eines Vergleichs

Im KK Report über die KÜBA Technologie-Tagung (KK 6/99, S. 48–57) wurde u. a. das Referat „Vergleich indirekter Kühlsysteme mit Direktexpansionsanlagen aufgrund von Betriebserfahrungen in Supermärkten“ von Ing. Franz Kaltenbrunner, geschäftsführender Gesellschafter des Planungsbüros KWN Engineering in Seekirchen/Wallersee, thematisch behandelt.

Ein hierbei anhand einer Folie vorgenommener Systemvergleich zwischen einem „indirekt“ und einem „direkt“ wirkenden Kältesystem bei gleicher Supermarktgröße wurde augenscheinlich von der KK falsch wiedergegeben, denn die nachfolgende Gegendarstellung von Bernd Kaltenbrunner vermittelt andere und besser nachvollziehbare Erkenntnisse:

„Bei den kältetechnischen Anlagen, die im Referat von Ing. Franz Kaltenbrunner miteinander verglichen wurden (indirekte Kühlung (ID) und Direktexpansion (DX)), handelte es sich um Angebote für ein und dasselbe Projekt! Das Angebot mit der indirekten NH₃-Anlage wurde ausgeführt!

Wenn ein Vergleich von Investitionskosten für kältetechnische Anlagen möglich ist, dann in dieser Art, wie er gemacht wurde (Anmerkung der Redaktion: im Ergebnis die auf der KÜBA Technologie-Tagung gezeigte Folie).

Die Angebote wurden von zwei verschiedenen Firmen mit den gleichen Leistungsanforderungen (Länge der Kühlmöbel, Daten für Kühlräume etc.) erstellt. Es handelt sich um Preise, wie sie am freien Markt unter Konkurrenz für das selbe Projekt zustande kommen.

● Bei dem in der KK (Seite 56) angeführten Wert von 12,54 % effizienterer Kältenutzung handelt es sich um **12,54 % höhere Investitionskosten der DX-Anlage** und **nicht** um einen Wert für die Effizienz der Kälteanlage. Der Energieverbrauch kann nur sehr schwer verglichen werden. Deshalb wurde im Vergleich der COP Wert der gesamten Kälteanlagen berücksichtigt. Hier ergibt sich ein kleiner Nachteil der ID-Anlage zugunsten der DX-Anlage (2,067 zu 2,09). Wir möchten festhalten, daß es sich um rein rechnerisch ermittelte Werte handelt. Der Energieverbrauch ist unserer Meinung nach zumindest gleich hoch anzusetzen.

● Tatsache ist, daß NH₃ gegenüber R 404A im Kältekreislauf (Primärkreislauf) immer über bessere Werte (effizientere Kälteerzeugung) verfügt. **NH₃ ist das beste Kältemittel!** Die Nachteile einer

ID-Anlage beginnen bei der Wärmeübertragung auf den Kälte Träger und bei der Pumpenleistung. Dies ist mit ein Grund, warum NH₃ bei ID-Anlagen bevorzugt werden sollte, um die Nachteile des zusätzlichen Wärmeübergangs und der Pumpenleistungen für den Kälte Trägertransport nicht zu groß werden zu lassen.

● Nicht nur vorgefertigte NH₃-Maschinensätze, sondern auch fertige Sätze für R 134a und R 404A haben Zukunft. Nicht zuletzt deshalb, weil geringere Kältemittelfüllungen und eine wesentlich höhere Dichtheit der Anlagen gegeben ist. Bei ID-Anlagen (welches Kältemittel auch immer) spielt das Kältemittel für die Berechnung des TEWI-Wertes nur noch eine Rolle beim Primärenergieverbrauch (CO₂ Äquivalent für elektrischer Strom). Durch die große Dichtheit der kompakten Flüssigkeitskühlsätze und die geringen Füllmengen sind auch Kältemittel wie z. B. R 404A vertretbar.

● Bei dem in der KK angesprochenen Dualsystem handelt es sich um eine Mischung aus ID-Anlage und DX-Anlage. Die Pluskühlung wird mit einem indirekten Kältesystem betrieben. Die Minuskühlung verfügt über eine Direktexpansion-Kälteerzeugung und die Verflüssigungswärme wird an den Kälte Träger der Plus-Kühlung abgegeben. Bei den verwendeten Flüssigkeitskühlsätzen sind, wie bereits erwähnt, verschiedene Varianten abhängig von den Leistungsgrößen möglich (R 717, R 134a, R 404A etc.). Die Verflüssigungssätze für die Minus-Kühlstellen sind direkt an den Kühlstellen montiert (TK-Truhen, Tiefkühlräume). Damit wird nochmals zu einer Kältemittelreduktion beigetragen.“

*Bernd Kaltenbrunner
Kälte-Wärme-Nutzung
Engineering Ges.m.b.H.*

Anmerkung der Redaktion: In Österreich befinden sich einige NH₃-Kälteanlagen mit indirekten Wärmeträgersystemen in Betrieb; ebenso Dualsysteme mit R 134a, NH₃ und R 404A. Leider liegt die vom Kommentator angesprochene Folie mit dem Systemvergleich ID/DX der KK-Redaktion nicht vor, auch war diese in der Tagungsmappe zur KÜBA-Technologie-Tagung nicht präsent. Dies vielleicht ein Grund mit dafür, weshalb es zu einer anderen Aussage durch die KK kam, als es jetzt der Kommentar in der hier veröffentlichten Richtigstellung etwas nachvollziehbarer macht.