

19.–20. November 1998, Würzburg

Deutsche Kälte-Klima-Tagung 1998

Die in den vorangegangenen Jahren aufgekommene Diskussion, ob die Attraktion der jährlich stattfindenden DKV-Tagung mit der Mitgliederversammlung am Mittwoch auch nach Fortfall des Feiertagsstatus Bußtag noch aufrecht erhalten werden kann bzw. eine Verlegung um einen Tag für ein Beibehalten des Beteiligungsinteresses von Vorteil wäre, hat die Realität widerlegt: Auch 1998 wurden 617 Teilnehmer (das Internet spricht von 630) registriert.



Wohl ein neuer Rekord der DKV-Jahrestagung, in der über einen Verlauf von 2 Tagen 87 Vorträge in 5 Arbeitsabteilungen angeboten wurden. Das Teilnehmerinteresse schwankte je nach Arbeitsgebiet der Fachvorträge in den unterschiedlich gewichteten Arbeitsabteilungen zwischen 20 und 250 Personen. Allerdings fesselte der Vortrag „Geschichte und Technologie der Wasserstoff-Verflüssigung“ (100 Jahre flüssiger Wasserstoff) in der Arbeitsabteilung AA. I „Kryotechnik“ (durchschnittliche Teilnehmerzahl 25 bis 35 Personen) doch das Interesse von ca. 200 Teilnehmern.

Kein Problem für die Organisatoren der 1998er Jahrestagung des DKV, denn mit dem Maritim Hotel Würzburg und seinem angeschlossenen Kongreßzentrum hatten DKV-Vorstand und Geschäftsführerin, unterstützt durch den DKV-Bezirksverein Rhein-Main, die richtige Entscheidung für

Insgesamt 617 Teilnehmer nahmen an der DKV-Jahrestagung in Würzburg teil, während der Eröffnungsveranstaltung im Saal Frankonia des Maritim Hotel Würzburg waren es etwa 500

einen optimal geeigneten Tagungsstandort getroffen: Niemals zuvor stand ein derartig großzügiges Raumangebot zur Verfügung – und niemals zuvor konnten die Pausenräumlichkeiten mit den Getränke- und Imbißbüffets so übersichtlich und ohne Pausengedränge genutzt werden. Gratulation an die Adresse von DKV-Geschäftsführerin Irene Reichert.

Die Eröffnungsveranstaltung

Zum zweiten Mal nach dem Krieg und nach 1979 traf sich der DKV zu seiner Jahrestagung in Würzburg und DKV-Vorsitzender Dr.-Ing. Rainer Jakobs konnte hierauf in seiner Begrüßungsansprache eine kurze Rückschau halten. Auch zeichnet es zusätzlich den derzeitigen DKV-Vorsitzenden (er wurde am Vortag in der DKV-Mitgliederversammlung wiedergewählt) aus, daß er sich mit einem Blick auf die Kul-

turgeschichte der Stadt Würzburg und seinen großen Sohn, den Physiker Wilhelm Conrad Röntgen (das Entdeckerlabor wurde von mehreren Tagungsteilnehmern am Mittwoch nachmittag besichtigt), nebenbei so glänzend auf die Tagung vorbereitet hatte. Was Dr. Jakobs hierbei nicht erwähnte, holte Erich Feigenbauer, Bürgermeister a. D. der Stadt Würzburg, in seinem Vortrag während der von etwa 450 Teilnehmern besuchten Eröffnungsveranstaltung nach. Von ihm lernte auch der eilige Zuhörer, daß die Stadt Würzburg viermal der Buchstabe „R“ charakterisiert: Residenz – Röntgen – Reben und Riemen-schneider.

Es ist immer wieder angenehme Pflicht, während der Eröffnungsveranstaltung zur Deutschen Kälte-Klima-Tagung verdiente DKV-Mitglieder auszuzeichnen. Die höchste Ehrung erfuhr Prof. Dr.-Ing. Horst Kruse, von 1989 bis 1993 DKV-Vorsitzender, er erhielt aus der Hand von Dr. Jakobs auf Beschluß des DKV-Vorstands die Lindendenkünze (hierüber berichtete KK bereits in ihrer Dezember-Ausgabe). In seiner Laudatio ging der DKV-Vorsitzende ausführlich auf das nachhaltige Wirken von Prof. Kruse im Bereich der Kälte- und Wärmepumpentechnik ein.

Weiterhin ist es angenehme Pflicht, DKV-Mitglieder für ihre Treue und Mitwirkung im Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Verein auszuzeichnen. 5 Mitgliedern konnte für 40jährige DKV-Mitgliedschaft die Goldene Ehrennadel verliehen werden (Ing. Erhard Päßler und Obering. Gerhard Saupe waren anwesend), 11 Mitglieder erhielten die Silberne Ehrennadel für 25jährige Mitgliedschaft im DKV. Als einziger anwesend Dr.-Ing. Ulrich Adolph (die vormalige Zugehörigkeit zur Kammer der Technik in der DDR wurde angerechnet), der im Jahr zuvor für seine technisch-wissenschaftlichen Leistungen mit der DKV-Münze geehrt wurde.

„Weltklima im Wandel, Indizien der Vergangenheit, Modelle der Zukunft“, so lautete das Thema des Festvortrags von Prof. Dr. rer. nat. Christian Dietrich Schön-



DKV-Vorsitzender Dr.-Ing. Rainer Jakobs während seiner Eröffnungsansprache zur Deutschen Kälte-Klima-Tagung 1998, die nach 1979 zum zweiten Mal in Würzburg stattfand



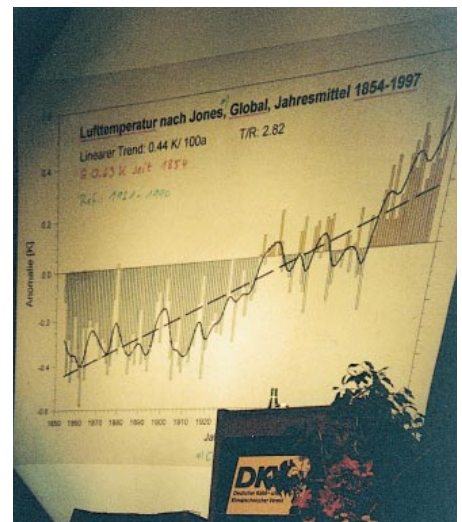
Mit der Silbernen Ehrennadel für 25jährige DKV-Mitgliedschaft wird hier Dr.-Ing. Ulrich Adolph ausgezeichnet, die Goldene Ehrennadel für 40jährige DKV-Mitgliedschaft erhielten zuvor Ing. Erhard Päßler (Mitte) und Obering. Gerhard Saupe (rechts, verdeckt)

wiese vom Institut für Meteorologie und Geophysik an der Johann-Goethe-Universität Frankfurt. Einleitend wies Prof. Schönwiese darauf hin, daß mit der Fixierung auf Extrempositionen wie „Klimakatastrophe“ auf der einen und „Klimaschwindel“ auf der anderen Seite wir dem Verständnis der Vergangenheit und den Herausforderungen der Zukunft sicherlich nicht gerecht werden können. Klimaänderungen gibt es, seit die Erde existiert, und das wird im Prinzip auch in Zukunft so bleiben.

In das öffentliche Bewußtsein ist die Klimatologie vor allem in Zusammenhang mit der Diskussion anthropogener Klimaänderungen gerückt. Zwar gibt es solche Einflüsse schon seit Jahrtausenden, beispielsweise durch Waldrodungen in historischer Zeit – aber das Industriezeitalter, insbesondere die damit verbundene Emission klimawirksamer Spurengase in die Atmosphäre („Treibhausgase“ wie CO₂ usw.) hat doch eine neuartige Situation geschaffen, die uns nach Auffassung von Prof. Schönwiese beunruhigen muß. Prof. Schönwiese faßte sodann zusammen:

„Sowohl die Identifikation der einzelnen – natürlichen wie anthropogenen – Faktoren in den Klimabeobachtungsdaten als auch die die Vorhersage der betreffenden anthropogenen Signale ist zwar als

Wahrscheinlichkeitsabschätzung aufzufassen; doch spricht vieles dafür, daß der Mensch über den anthropogenen Zusatz ‚Treibhauseffekt‘ die bodennahe Weltmitteltemperatur bereits um rund 1 °C, abzüglich der Sulfatpartikelwirkung um etwa 0,5 °C erhöht hat, wobei 1 °C in etwa dem Schwankungsausmaß der natürlichen Klimaänderungen der letzten 10 000 Jahre entspricht, und bei Trendfortschreibung bis zum Jahr 2100 noch um weitere 1,5–3,5 °C erhöhen wird. Noch wichtiger sind die sehr viel schwerer abzuschätzenden, jedoch in ihren Auswirkungen bedeutungsvolleren Niederschlagsumverteilungen und Extremereignisse, einschließlich ihrer regionalen Ausprägungen. Die Abwägung solcher Risiken sowie das Verantwortungsprinzip gebieten somit zweifellos baldige und effektive Klimaschutzmaßnahmen. Dafür gibt es, insbesondere, was die internationalen Vereinbarungen betrifft, bisher allerdings nur zaghafte Ansätze.“



Weltklima im Wandel. Auf dieser Grafik wird dargestellt, daß der Lufttemperaturanstieg im Jahresmittel 1854–1997 bereits einen linearen Trend von 0,44 K/100a verzeichnete

2000: Ausstieg aus R 22 eine Bestandaufnahme

Nach der Mittagspause und in einer gemeinsamen Sitzung der Arbeitsabteilungen AA. II.1 und AA. II.2 erfolgte der Versuch einer aktuellen Bewertung der R 22-Kältemittel- und Ersatzkältemittelsituation. Vor dem Hintergrund der nationalen und europäischen Verordnungslage bzw. den politischen Trends.

Dr. Wilhelm Steven, Regierungsdirektor im Bundesumweltministerium, stellte den „Ausstieg aus R 22 aus Sicht des Gesetzgebers“ dar. Vor allem jetzt mit Blick auf die beabsichtigte Neufassung der europäischen Verbots-Verordnung 3093/94. Diese sieht u. a. ein Verbot der Verwendung von H-FCKW als Kältemittel in neuen Kälte- und Klimaanlage ab dem Jahr 2001 (bisher 2015) vor und wird von Deutschland voll unterstützt. Weiterhin soll ein Service mit „Frischware“ bis zum Jahr 2008 möglich sein, danach aber nicht mehr.

Ein besonderes Augenmerk kommt hierbei dem Export zu. Während der Verordnung-Entwurf der EU-Kommission den Export ausdrücklich ausklammert, um eine Wettbewerbsgefährdung der europäischen Export-Wirtschaft in Ländern außerhalb der EU auszuschließen, ist dies den Verantwortlichen im deutschen Umweltministerium schnurz piep egal. Denn auf Befragen mußte Dr. Steven eingestehen, daß die deutsche Regierung sich im Gegenteil im europäischen Umwelttrat dafür einsetzen will, die „Export-Ausnahmeregelung“ aus der neuen Verordnung zu entfernen. Dies wahrscheinlich wegen des „deutschen“ Sachverhalts, der bedingt, daß der Export R 22-haltiger Erzeugnisse nach dem Wortlaut der (deutschen) FCKW-Halon-Verbots-Verordnung ohnehin nach dem 1. Januar 2000 verboten ist. Ganz neu für interessierte Ohren zu vernehmen war jedoch das durch Dr. Steven dem DKV unterbreitete Angebot, gemeinsam mit dem Bundesumweltministerium ein strategisches Gesamtkonzept zu erarbeiten, das auch dazu dienen soll,

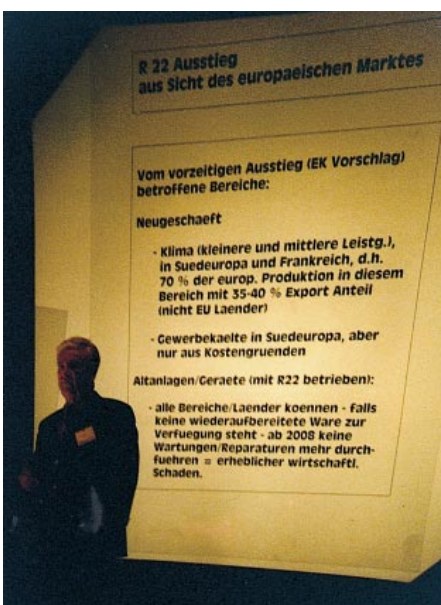


In der deutschen FCKW- und H-FCKW-Politik gibt es im europäischen Bereich keine Trendwende. Dies wurde aus dem Vortrag von Dr. Steven (Bundesumweltministerium) erkennbar. R 22 soll jetzt auch zur Verwendung in Altanlagen im Jahr 2008 verboten werden

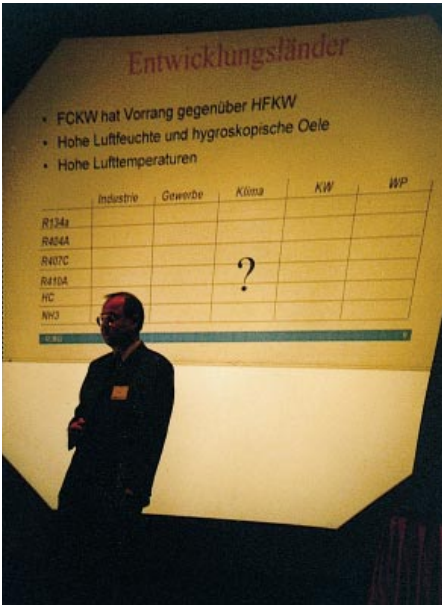
die Anforderungen aus dem (fast erfüllten) Montreal Protokoll mit den Zielen des Kyoto Protokolls zu verknüpfen. Ein erster Prüfstein könnte Artikel 16 des EU-Verordnungs-Entwurfs bilden. Dort geht es darum, daß die Mitgliedsländer der EU verpflichtet werden, Mindestanforderungen an emissionsvermeidende Kälteanlagen und an die Sachkunde des Montage- und Wartungspersonal zu formulieren. Überfällige Maßnahmen, die die Kälte-Klima-Branche ohnehin schon seit langem für erforderlich hält.

Im darauffolgenden Referat ging Jochen A. Winkler, Präsident von ASER-

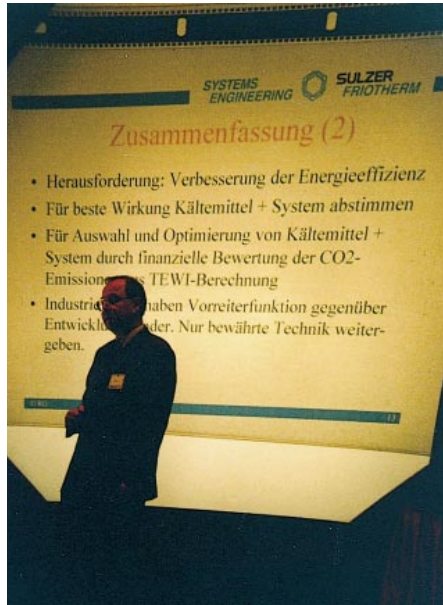
COM, näher auf das Thema „Ausstieg aus R 22 – Aus Sicht des europäischen Marktes“ ein. Er erinnerte daran, daß die Emissionen neuer Geräte in der EU nur Bruchteile eines Prozentes gemessen an Weltmissionen R 22 ausmachen und daß die geplanten EU-Regelungen volkswirtschaftlich eigentlich nicht zu verantworten sind. Zumal die Klimaindustrie in den südeuropäischen Staaten und in Frankreich noch erhebliche Probleme bei der Umrüstung ihrer Produkte auf H-FCKW-freie Kältemittel hat. Hinsichtlich des totalen Banns von R 22 (Frischware) für den Service von Kälte- und Klimaanlage ab



ASERCOM-Präsident Jochen A. Winkler zeichnete u. a. die Exportrisiken für die europäische Klimaindustrie neben der Service-Problematik bei einem R 22-Verbot auf



G. Reiner (Sulzer Friothersm) zog die Akzeptanz von HFKW-Kältemitteln in Drittweltländer gegenüber HFCKW in begründete Zweifel



dem Jahr 2008 mahnte Winkler auch die deutsche Regierung, die zu erwartenden (Negativ)-Konsequenzen noch einmal zu durchdenken.

In einem dritten Statement ging G. Reiner (Sulzer Friothersm, Rothenburg, Schweiz) auf den „Ausstieg aus R 22 – Aus Sicht des internationalen Marktes“ näher ein. Einerseits gibt es eine

Fülle Ersatzkältemittel zu R 22, andererseits ist hiervon keines universell für alle Anwendungsfälle geeignet. Ein großes Fragezeichen setzte Reiner hinter die Möglichkeit des Exportes H-FCKW-freier Erzeugnisse in die Dritte Welt. Denn für Entwicklungsländer gilt überwiegend – alles andere ist politische Theorie! –, daß H-FCKW-Kältemittel allemal Vorrang vor HFKW-haltigen Export-Erzeugnissen haben. Dies liegt zum einen daran, daß in Drittweltländern die hohe Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit hygroskopischen Ölen – aber auch die hohen Lufttemperaturen – zu erheblichen Problemen bei Montage und Service führen, andererseits grundsätzlich nur Erzeugnisse exportiert werden dürfen/sollten, die über eine bewährte Technik verfügen. Bei der Kältemittelbewertung sollte aber ausschließlich die TEWI-Betrachtung das auch poli-

tisch richtige Entscheidungskriterium bilden.

Genau dies waren auch die Punkte, die Hermann Renz (Bitzer Kühlmaschinenbau) in seinem Vortrag „Ausstieg aus R 22 – Verfügbare Alternativen und die resultierenden Anforderungen an Komponenten- und Systemauslegung“ (wird in KK 2/99 als Fachaufsatz veröffentlicht) zu kritischen Anmerkungen über Probleme des Anlagenbaus veranlaßte. Wenn der Verdichterhersteller seine Produkte für bestimmte Kältemittel freigibt, können sich jedoch ganz andere Beurteilungen aus dem Bereich des individuellen Anlagenbaus ergeben. In einer vergleichenden Querbetrachtung wurde von Renz der auch hier schon angesprochene Sachverhalt belegt, daß keines der zum Vergleich herangezogenen Substitute das Kältemittel R 22 in allen Belangen ersetzen kann.

Fortsetzung des DKV-Tagungsberichtes mit dem Teil „Fachvorträge“

Nach diesem allgemeinen Teil zur DKV-Tagung 1998 und dem Ausflug in die R 22-Situation sollen nun einige bemerkenswerte Informationen aus den Fachveranstaltungen der vier Arbeitsabteilungen folgen. Eine vollständige Rezension ist natürlich unmöglich und auch nicht gewollt. Dazu war das Tagungsprogramm zu umfangreich und auch vom Inhalt her sehr anspruchsvoll. Wer sich interessierte, war zur Tagung gekommen und hat sich die Vorträge im Original angehört, wem dies nicht glückte, der hat die Möglichkeit, in den demnächst erscheinenden Tagungsmaterialien nachzulesen. In diesem Sinne soll dieser Überblick Anregung für die Daheimgebliebenen sein, sich mit den entsprechenden Themen im Original zu be-



Hermann Renz (Bitzer Kühlmaschinenbau) wies anschaulich nach, daß keines der zum Vergleich herangezogenen Substitute R 22 in allen Belangen ersetzen kann



Aufmerksamkeit für die kryotechnischen Themen, die von Prof. Quack (vorn rechts) souverän moderiert wurden. Vier Themen kamen von ihm selbst und seinen Mitarbeitern

fassen. Es ist nicht immer nachvollziehbar, aus welchen Gründen ein Vortrag in einer bestimmten Arbeitsgruppe eingeordnet worden ist. Ziemlich eindeutig ist das eigentlich nur in der Arbeitsabteilung AA.I, womit der Report auch beginnen soll.

In den drei Startvorträgen wurde über die allgemein interessierende Problematik des Wasserstoffs mit seiner Rolle bei der Energieversorgungskonzeption der Zukunft berichtet. **Wurster** zog eine Bilanz zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen: Die Materialien für die Zellen sind leicht herstellbar und der Wirkungsgradverlauf zeigt im Vergleich mit dem Auto, daß die Brennstoffzelle als Antrieb bei den Stadtverkehrsbedingungen die besten Ergebnisse bringt. Bei Langstreckenfahrten auf der Autobahn fällt die Bilanz zu Gunsten des Verbrennungsmotors aus. Auch bei der Hausenergieversorgung schneidet die Brennstoffzelle gut ab, da sie geräuscharm und emissionsfrei arbeitet. Da ihr insgesamt eine Schlüsselstellung bei der Energieversorgung des nächsten Jahrhunderts zugebilligt wird, arbeiten weltweit über 50 Forschungsstellen an deren Entwicklung. Entwicklungsziele sind u.a. niedrige Investitionskosten (unter 150 US\$ je kW) und eine hohe Lebensdauer (bis 40 000 h bei stationärem Einsatz). Schwerpunkte der Entwicklungen sind die Verringerung von Masse und Volumen, die Reduzierung des Edelmetalleinsatzes und die Vorbereitung der industriellen Massenfertigung der Komponenten, um zu wettbewerbsfähigen Preisen zu kommen.

Eine Voraussetzung für die Wasserstofftechnologie bei der Energieversorgung ist die wirtschaftliche Speicherung des Wasserstoffes. Damit befaßte sich **Kesten** in seinem Vortrag, wobei er auf die Werkstoffprobleme infolge Versprödung bei metallischen Druckbehältern einging. Behälter in der Kunststoffaserverwickeltechnik oder die Speicherung in Mikrosphères genannten kleinen Kugelbehältern bieten Möglichkeiten für die zukünftige Nutzung. Im Vordergrund steht eine wirtschaftliche Lösung für die Kraftfahrzeuge, die mit vakuumisolierten Tieftemperatur-Druckbehältern erreicht werden kann. Natürlich ist in Zeiten des wirtschaftlichen Überangebotes an konventionell erzeugter Energie überhaupt die Frage zu stellen, wie es um die Einsatzmöglichkeit von Wasserstoff bestellt ist. **Weimann** sieht das auch im Zusammenhang mit der Speicherfrage, da der Einsatz

in Nischenanwendungen, wie z. B. bei solarer oder Windenergiegewinnung als Ausgleich bei fehlender Sonne oder ausbleibendem Wind gegeben sein kann, oder für den Kfz.-Antrieb als Alternative zum batteriegetriebenen Elektroauto. Wie sich die Verbrauchssituation heute darstellt, zeigte **Quack** auf, indem er die großen Kapazitäten der Wasserstoffverflüssigung in Nordamerika und Westeuropa im Zusammenhang mit dem Bedarf der Raumfahrt und vor allem der Industrie in Zusammenhang bringt, daß aber noch keine Bedeutung als umweltschonender Energieträger zu erkennen ist. Weitere Vorträge

befaßten sich mit Seetransport flüssigen Wasserstoffes, mit der Materialprüfung, sowie den Regeln und Normen für den Umgang mit Wasserstoff.

In der Thematik Tieftemperaturtechnik können die Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) nicht unberücksichtigt bleiben. **Klauda** befaßte sich mit ihrer Anwendung in der Kommunikationstechnik und arbeitete heraus, daß die HTSL die Effektivität von Baugruppen dieser Technik auf ein bisher nicht gekanntes Maß steigern können. Entscheidend für die Anwendung bleibt jedoch die Auslegung des Kryosystems, d. h. die Effektivität der Kühlmaschinen, die Realisierung geeigneter Redundanzkonzepte, die Zuleitungen in das kryogene System und die Isolation gegenüber der Umgebung.

Damit leitete er über zu der Entwicklung von Kryokühlern, wozu **Hempel** referierte. Er stellte einen Stirlingkühler vor, der für den HTSL-Bereich geeignet ist und mit 15 W bei 80 K eine Abkühlzeit von 12 min verwirklicht. Die Maschine arbeitet mit einem konventionellen Elektro-Einbaumotor und mit Kurbeltrieb. Bei einer Antriebsleistung von 500 W ergibt sich eine spezifische Kälteleistung ϵ von 0,03. Damit existiert eine Alternative zur wesentlich größeren Gifford-McMahon-Maschine, die bisher für diese Zwecke verwendet wird. Da die Serienproduktion des Stirlingkühlers vorbereitet wird, kann man davon ausgehen, daß das Stadium der Forschung daran erfolgreich abgeschlossen ist.

Eine andere Lösung für eine zehnfach größere Leistung im ähnlichen Temperaturbereich stellte **Alexeev** vor. Die Joule-Thomson-Kälteanlage aus Hermetikverdichter, Gegenstromwärmeübertrager, Drosselventil und Verdampfer liefert bis zu 200 W Kälteleistung und zeichnet sich durch hohe Zuverlässigkeit und niedrige Herstellungskosten aus. Anwendungsgebiet wird neben der HTSL auch die Rekondensation dezentral gelagerter Flüssiggase sein.

Die Themen der Arbeitsabteilung AA.II.2 reichten neben der bereits behandelten R 22-Problematik von den brennbaren Kältemitteln (**Schrempf**) über das unvergleichliche Ammoniak (**Niederkrüger**) bis zum Kohlenstoffdioxid (**Wobst**). Dabei wurde nicht selten zu bereits Bekanntem ein wenig Neues hinzugefügt. In den Rahmen dieser drei Einleitungsthemen des AA.II.2 ordneten sich neben de-



Dr.-Ing. Hempel stellt den Stirlingkühler des ILK Dresden vor



H. Rüllich untersuchte einen neuartigen effektiven Regeneratortyp für Kryokühler

nen der Normung die meisten anderen Fachvorträge ein.

Für die zukünftige CO₂-Praxis kann die von **Hafner** vorgestellte Wärmeübertragerlösung mittels extrudierter Aluminiumprofile bedeutungsvoll sein. Diese Profile mit einem hydraulischen Innendurchmesser von 0,8 mm erbringen bedeutend höhere Wärmeübergangszahlen, als man sie unter Berücksichtigung der Gleichungen für konventionelle Strukturen vorauswartet. Damit kann man Wärmeübertrager für CO₂-Systeme mit diesen Profilen günstiger gestalten und sicher vorausberechnen. Die für überkritische CO₂-Kreisläufe wichtige Frage der Druckfestigkeit stellt sich bei diesen kleinen Durchmessern gar nicht. Weitere drei Vorträge dieser AA und drei der AA.III hatten das CO₂ zum Gegenstand ihres Inhaltes gemacht.

Davon soll noch die Arbeit von **Heyl** Erwähnung finden, die sich an dessen Vorträge auf den beiden vorhergehenden Tagungen anschloß. Er verbessert die Heiz- und Warmwasserwärmepumpe mit CO₂ durch eine arbeitsleistende Entspannung, die im Prozeß eine zweite Verdichterstufe antreibt und damit die von außen zuzuführende Antriebsenergie reduziert. Rechnerisch werden Leistungszahlen nahezu wie bei R 134a-Prozessen erreicht. Verwirklicht wird das System durch eine direktwirkende Kolbenmaschine mit gekoppelten Entspannungs- und Verdichtungszyklen in doppeltwirkender Ausführung.

Nach dem Vortrag von **Hartmann** über Erfahrungen des R 410A-Einsatzes in Klimaanlageanlagen, s. KK 11/98, S. 890-897, war dann Ammoniak als Thematik angesetzt.

Eine bemerkenswerte Innovation in der NH₃-Technik liegt nun schon mehrere Jahre zurück, auf der diesjährigen Tagung konnte eine positive Bilanz gezogen werden. **Laute** berichtete über die erste und bisher einzige halbhermetische sauggasgekühlte Verdichtenterwicklung von ILKA-Mafa, jetzt im Carrier-Verbund angekommen, mit dem inzwischen über 100 NH₃-Wasser- und Solekühlsätze realisiert worden sind. Diese Lösung war der Durchbruch für NH₃ in der Komfortklimatisierung mit der Dichtheit der bewährten Halbhermetiklösungen bei den konventionellen Kältemitteln. Dazu entfällt das Aus-



Dipl.-Ing. Laute stellt die halbhermetischen NH₃-Verdichter von Carrier-MAFA vor

richten von Verdichter und Motor und im Bauvolumen der Sätze benötigen die Verdichter einen wesentlich geringeren Einbauraum als offene mit ihrem Antrieb. Diese Vorteile werden unterstützt durch die Verwendung trockener Verdampfung, was eine wesentliche Reduzierung der Kältemittelfüllmengen bis auf 10 % der überfluteten Ausführung erlaubt. Es wurde eine Füllmengenreduzierung bis herab zu 40 g/kW Kälteleistung erreicht. Die konstruktiven Entwicklungsarbeiten richteten sich vor allem auf den Motor mit seiner Aluminiumwicklung mit einem neuartigen Isolierstoffaufbau und auf die Stromdurchführungsplatte des Halbhermetikmotors, innerhalb derer die Werkstoffverbindung von Aluminium innen zum Kupfer außen vorgenommen wird. Die Motorwirkungsgrade sind nicht niedriger

als die von kupferbewickelten. Die mit den eingesetzten Werkstoffpaarungen vorgenommenen Tests entsprachen den üblichen harten Bedingungen für Halbhermetikverdichter und -motoren. Die Typenreihe der NH₃-Verdichter erstreckt sich von 127 m³/h bis 452 m³/h und im Vergleich zu R 22 werden 1,10 bis 1,25fache COP-Werte erreicht.

Für die Praktiker sind die Kenntnisse über den Stand der europäischen Normung auf dem Gebiet der Kältetechnik und der Druckgeräte von Bedeutung. Bei der Normung handelt es sich bekanntermaßen um einen langwierigen Prozeß, der eine intensive Hinwendung derjenigen Fachkollegen bedarf, die einen wesentlichen Teil ihrer Arbeit diesem Thema widmen. **Stenzel** berichtete über die kältetechnische Normung auf der Grundlage der dafür geschaffenen EG-Richtlinien. Im vereinten europäischen Markt würde es immer wieder zu Konflikten kommen, wenn die unterschiedlichen Normen der einzelnen Mitgliedsländer nicht durch eine übergeordnete europäische Norm abgelöst werden würden. Der hohe Stand der deutschen Normung auf diesem Gebiet



Die Probleme der europäischen Normung wurden von Dipl.-Ing. Stenzel anschaulich dargestellt



Für die Fragen der Kälteanlagentechnik gab es im AA.II ein aufmerksames Publikum unter der Moderation von Dr.-Ing. Rinne (1. Reihe links)

macht es besonders schwierig, ohne Substanzverlust zu neuen Lösungen zu kommen. Die Normen für sicherheitstechnischen und umweltrelevanten Anforderungen an Kälteanlagen und Wärmepumpen (pr EN 378) und für die Verdrängungsverdichter für Kältemittel (pr EN 12 693) stehen vor der abschließenden Bearbeitung.

Die europäische Druckgeräterichtlinie ist ein solches übergeordnetes Normenwerk, das von der Bundesregierung angenommen ist und ab 29. 11. 99 angewendet



Dipl.-Ing. Wohlmuth stellt die Struktur der europäischen Druckgeräterichtlinie dar

werden wird. Die letzte Anwendung der deutschen Druckbehälterverordnung liegt am 29. 05. 02. Mit dem Inhalt der Druckgeräterichtlinie befaßte sich **Wohlmuth**. Die Richtlinie gilt für Auslegung und Fertigung, nicht jedoch für Betrieb. Der Geltungsbereich ist definiert, für außerhalb liegende Fälle ist die „gute Ingenieurpraxis“ zu Grunde zu legen. In den entsprechenden Komitees werden die Normen für Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen sowie Rohrleitungen allgemein bearbeitet. Das Thema Rohrleitungen für Kälteanlagen ist offen. Hermetikverdichter werden als Druckgeräte eingestuft, offene und halbhermetische Verdichter fallen nicht unter die Druckgeräterichtlinie, für diese gilt die Maschinrichtlinie.



Ein Zylindro-konischer Tank – oben ist unten –, mit den aufgeschweißten Kühlrohren

Der AA.III beschäftigte sich mit einer breiten Themenpalette. Mit Brauereitanks für Gärung und Lagerung kennt sich **Hackensellner** aus und er fand vor allem aufmerksame Zuhörer unter den Teilnehmern der Besichtigung des Unternehmens für Brauereiausrüstungen, der Firma Huppmann GmbH, am Vortage in Kitzingen. Neben den fertigungstechnischen Spezialanforderungen, die solche Tanks wegen ihrer Größe und einem erheblichen Schweißaufwand mit sich bringen, sind die Einhaltung der Anforderungen an die Kühlflächenauslegung für die Güte des Bieres sehr wichtig. Die Anordnung der Kühlflächen auf dem zylindrischen Teil der Tanks hat Einfluß auf die Strömungsvorgänge im Tank und damit auf die

Gleichmäßigkeit der Kühlung. Dazu liegen viele Erfahrungswerte vor.

Einen wesentlichen Inhalt stellten im AA.III die Probleme der Fahrzeugklimatisierung dar. Neben den Vorträgen zu den speziellen Themen Kennfeldsimulation (**Burke, Geskes**), CO₂ im Kfz (**Walther, Takahashi**), Astra-Klimasystem (**Müller, Frick**) und Betriebskenndaten (**Földi, Winter**) fanden besonders die dazu als Übersichts- und Einleitungsvortrag zum Stand der Technik und den Entwicklungstendenzen gemachten Ausführungen von **Kennweg** und **Holdack-Janssen** gebührende Aufmerksamkeit. Die kompakten Konstruktionen in der modularen Bauweise dominieren heute. Klimaanlage werden in fast allen Fahrzeugklassen angeboten und zunehmend von den Käufern angenommen. Die Komponenten haben eine hohe Zuverlässigkeit erreicht. Um die Wirtschaftlichkeit bewerten zu können, wird im allgemeinen der Mehrverbrauch an Kraftstoff von ca. 0,4 bis 1,0 l/100 km angegeben, was sich aber wegen des Saisonbetriebes und der unterschiedlichen Fahrregimes als ungünstig für Vergleichszwecke erweist. Es wird deshalb die Angabe des Jahresmehrverbrauches an Kraftstoff vorgeschlagen, der bei 12 000 km/Jahr bei 80 bis 90 l liegt. Verschiedene Möglichkeiten der Reduzierung dieses Mehrverbrauches wurden herausgearbeitet, wie die Verwendung eines Speichersystems für die Standkühlung von Lkw, die Reduzierung des Wärmeeinfall, die Durchlüftung vor Fahrtritt, die Umluftregelung und die Anhebung der Verdampfer Temperatur. Die Vorteile indirekt



B. Kennweg präsentiert den Übersichts-vortrag zur Fahrzeugklimatisierung



Eine interessante Energetische Konzeption für zukünftige Bahnklimasysteme stellt Dipl.-Ing. Sicars vor

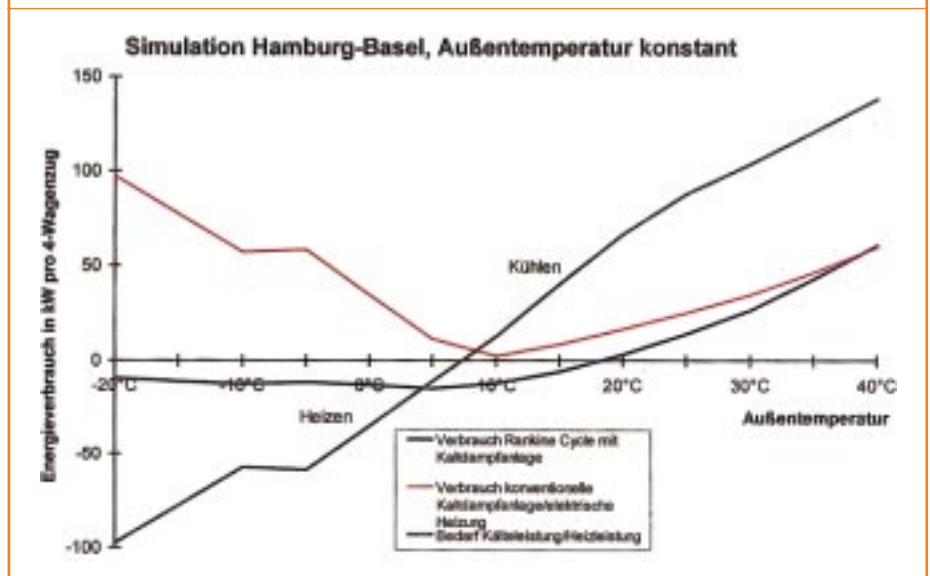
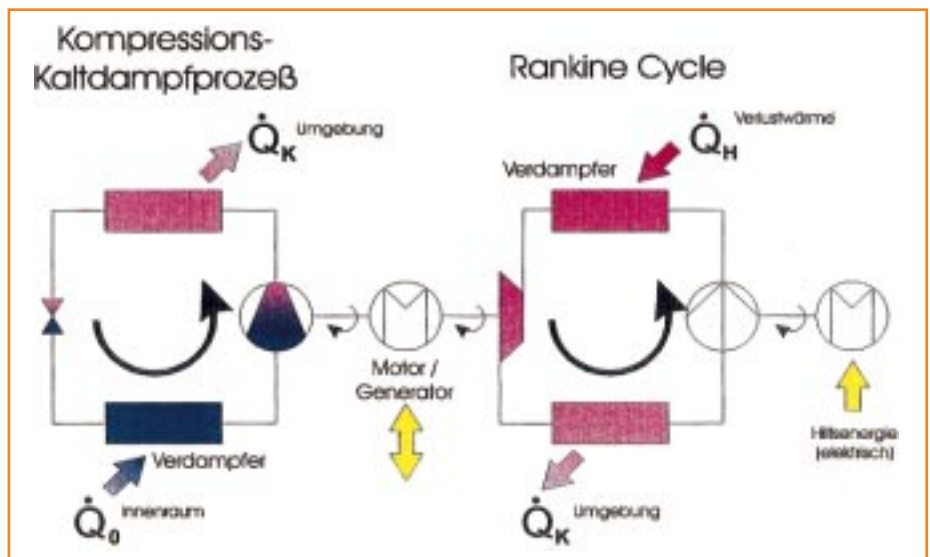
welle der Rankinemaschine treibt einen Generator zur Energieerückspeisung ins Netz. Auf diese Weise wird nicht nur mit der Verlustwärme klimatisiert, sondern zusätzlich elektrische Energie erzeugt. Damit wird sowohl der Mehrbedarf an Traktionsenergie für die zu transportierende zusätzliche Masse der Anlage kompensiert, als auch die Bilanz des Jahresenergiebedarfs der Anlage weiter verbessert. Auf allen simulierten Strecken ergibt sich ein Überschuß an

elektrischer Energie. Insgesamt bleiben allerdings die Lebensdauerkosten, die die Wartung und den Ersatzzeitpunkt der Maschinenkomponenten einschließen, zunächst in dieser Untersuchung unberücksichtigt. Es bleibt zu hoffen, daß die vorliegende Arbeit eine Fortsetzung findet, wobei natürlich auch alle möglichen anderen Prozesse mit Wärmeverlusten, die jetzt noch in die Umgebung übertragen werden, für die Anwendung des Rankine-Zyklus interessant sein werden... wenn nur erst einmal die Komponenten am Markt zu haben sein werden.

In der Arbeitsabteilung AA.IV Klimatechnik standen viele dringende Fragen auf dem Programm und es gab auch reichlich Diskussionen und Erfahrungsaustausch. Energetisch günstige Wohnungslüftung über Erdreich- bzw. Kellerwand-Wärmeübertragung soll die Behaglichkeit

angetriebener Verdichter sind ebenfalls gegeben, aber noch nicht überzeugend eindeutig. In Europa wird der Einsatz natürlicher Kältemittel zur Ablösung des gegenwärtig verwendeten R 134a sehr umfassend untersucht.

Für den Bereich des schienengebundenen Verkehrs stellte Sicars ein interessantes Konzept zukünftiger Klimatisierungslösungen für Hochgeschwindigkeitszüge vor. Auf der Grundlage einer Streckensimulation mit dem ICE 3 (Steuernwagen und 7 weitere Wagen) ermittelte er eine thermische Verlustleistung von 400 kW, der eine Auslegungskälteleistung von 240 kW gegenübersteht. Es besteht bei zukünftigen Entwicklungen die Möglichkeit, die Verlustwärme bei Temperaturen von 120 bis 150 °C bereitzustellen und damit eine wirtschaftliche Nutzung zu erreichen. Für das Projekt der neuen Lösung wurde ein Viertelzugsystem untersucht und ein Rankinezyklus zur Verlustwärmenutzung betrachtet. Die anfallende Wärme wird dabei stets im Prozeß verarbeitet. In der Heizperiode wird natürlich vorher der Heizwärmebedarf ausgekoppelt. Die nicht zur Klimatisierung benötigte mechanische Energie an der Abtriebs-



Funktionsschema des Rankine-Prozesses (obere Abb.) und Energiebilanz in Abhängigkeit von der Außentemperatur (untere Abb.)

Ein Blick in die gut besuchte Arbeitsabteilung III, die unter der Leitung von Prof. Holdack-Janssen stand



in Wohngebäuden mit geringer thermischer Speicherwirkung verbessern. Darüber berichteten **Trümper, Hain** und **Wirth**. Das heikle Kapitel der Fensterlüftung (**Zeidler u. Fitzner**) läßt sich durch die am Hermann-Rietschel-Institut geschaffenen Untersuchungsmöglichkeiten der Raumluftströmung und des Temperaturverhaltens bei Fensterlüftung versachlichen.

Das Schwerpunktthema war empfundene Luftqualität. Es belebt schon mehrere DKV-Tagungen ununterbrochen und bei der Bewertung des diesmal dargelegten Kenntnisstand wird das auch noch eine Weile anhalten. **Fitzner** und **Spieß** zeigten die Ungereimtheiten auf, mit denen heute noch umzugehen ist. „Wir befinden uns im Stadium der größten Konfusion“ war die einleitende Aussage, was vor allem darin begründet ist, daß die Beurteilung der Luftqualität durch untrainierte und durch trainierte Riechgruppen so unterschiedlich ausfällt. Vielleicht klärt sich die Differenz durch die mathematisch gleiche Behandlung von unterschiedlichen Skalen beider Gruppen auf, aber das muß noch abschließend geklärt werden. Mit einer in Entwicklung befindlichen elektronischen Nase ließe sich das alles objektivieren, ähnlich wie bei Schall und Lichtstärke, aber das Problem liegt offen-

bar in der heutigen Empfindlichkeit der Sensoren, die die unserer Nase bei weitem noch nicht erreichen.

In den Bereich der strittigen Aussagen gehört auch dasjenige, was **D. von Kempinski** vorrug. Während ihr uneingeschränkt zu folgen ist, daß unangenehme olfaktorische Stoffe möglichst nicht in der Raumluft enthalten sein sollten, bleibt die Aussage über die Notwendigkeit angenehmer olfaktorischer Stoffe doch fraglich. In steriler Raumluft wird sich nur selten jemand unwohl fühlen, zumal ja mit dem Eintritt einer Person in ein steriles Klima sofort auch olfaktorische Stoffe mit eintreten. Die Verbreitung ihrer Lehre von der Notwendigkeit einer Raumluft-Essenzen-Zugabe nicht ohne wirtschaftlichen Hintergrund wird bei Personen, die sich ohnehin olfaktorisch aus der Parfümerie versorgen auf Gegenliebe stoßen, kann aber z. B. bei Allergikern schon zu Problemen führen.

Dem als Forum in diesem AA gestalteten Komplex zur Simulation von Raumluftströmungen kann solch eine Rezension nicht gerecht werden. Es sei nur in Übereinstimmung mit den Vortragenden darauf hingewiesen, daß es sich für Architekten und Planer von Gebäuden und deren raumlufttechnischen Anlagen um ein wichtiges Thema handelt, das aber weiterer mathematischer und modellmäßiger Durchdringung bedarf. Man muß dabei nur Vorsicht walten lassen, daß man über immer umfangreicheren Computerberechnungen nicht den erforderlichen Maßstab für die Praxis der Angelegenheit verliert. Die von den jeweiligen RLT-Anlagen betroffenen Nutzer, in jedem Falle ein oder mehrere Menschen, müssen auch in-

folge der Ergebnisse einen Effekt spüren, und der sollte nach **Borbély** genau darin bestehen, daß eben die RLT-Anlage nicht gespürt wird. Er führte aus, daß nach den Regeln der Technik gebaute RLT-Anlagen meistens diskret im Hintergrund bleiben. Aber es gibt nach seiner Auffassung zwei Probleme, die mit der Wirklichkeit solcher Anlagen sehr konform liegen; nämlich erstens die Tatsache, daß Investor, Ersteller und Betreiber der Anlagen jeder für sich und nacheinander an der Planungsgrundlage herumknappern, um sie billiger zu machen, und zweitens müssen an den sich wissenschaftlich nennenden theoretischen Ergebnissen der Wohlfühlforschung, die als Planungsgrundlage dienen sollen, erhebliche Bedenken zur richtigen Widerspiegelung der tatsächlichen Wahrnehmung der von der Anlage beglückten Personen geäußert werden. Die Wahrnehmung der physikalischen, psychologische und physiologischen Bedingungen drücken in ihrer Relation zu den Ansprüchen das eigentliche Wohlgefühl aus. Den Weg zu besserem Wohlgefühl sieht **Borbély** darin, daß sich die Planer nicht nur fügen, sondern auch führen, daß die Lehre von der Indoor Air Quality zur Indoor Environment Quality weiterentwickelt wird, daß der Planer die Verantwortung für das gesamte Umfeld seiner Anlage übernimmt und daß man von einer Umwelt des sich Wohlfühlens zu einer Erlebnisumwelt kommt. In der Diskussion zu diesem anregenden Vortrag machte **Rakoczy** noch eine abschließende nachvollziehbare Bemerkung: Man sollte bei der Planung von RLT-Anlagen alles das weglassen, was nicht nötig ist und das Nötige viel besser machen. Nach seiner Auffassung ist z. B. der immense Aufwand für die Regelung der Anlagen völlig überzogen, die Regler sind schon teurer als der gesamte andere Teil der Anlage, und das kann doch wohl nicht richtig sein.

Darüber und über mancherlei anderes als Anregung aus der DKV-Tagung Mitgenommenes zumindest nachzudenken oder besser noch in die Praxis umzusetzen wünschen sich *P. W. und U. A.*