

Fallstudien belegen: Energiespeicher helfen Gebäudeeigentümern sparen

Das Interesse an Energiespeicher-Systemen (Thermal Energy Storage-*TES*) in gewerblich genutzten Gebäuden ist so groß, daß das AirConditioning and Refrigeration Institute (*ARI*) einen neuen Produktbereich eingerichtet hat: Den Thermal Storage Equipment-Bereich. Ziel dieses Produktbereiches ist es, die Eigenschaften von *TES* bekannter zu machen und eine Norm zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit dieser Systeme zu entwickeln.

TES ist eine bewährte Klimaanlage-Technologie, die Gebäudeeigentümern helfen kann, Geld zu sparen. Wie jeder Gebäudeeigentümer und Manager weiß, kann die Klimatisierung eines Gebäudes eine Menge Geld kosten. Ohne ein *TES*-System würde man normalerweise einen großen Wasserkühlsatz einsetzen, um der Klimatisierungslast gewachsen zu sein, die über den Tag ansteigt und gegen Mitte des Nachmittages, wenn die Strompreise am höchsten sind, ihren Höhepunkt erreicht. Mit einem *TES*-System kann man jedoch den Wasserkühlsatz nachts bei niedrigen Strompreisen betreiben und die Kühlkapazität in Form von Eis, Kaltwasser o. a. „lagern“. Wenn dann am nächsten Tag das Gebäude zu kühlen ist, kann die gelagerte Energie angezapft werden. Diese Kälteleistung kann entweder allein für die Klimatisierungslast verwendet werden, so daß der Wasserkühlsatz während des Tages abgeschaltet bleiben kann, oder aber zusätzlich zum Betrieb des Wasserkühlsatzes eingesetzt werden, der dann nur auf Teillast läuft.

Die während des Tages benötigte Elektrizität wird so

reduziert und durch Nacht-*abnahme* ersetzt, die üblicherweise deutlich kostengünstiger ist. Die Spitzenlastzuschläge werden reduziert oder möglicherweise gar ganz eingespart, da höchstens ein kleiner Wasserkühlsatz über den Tag benötigt wird. Einige Energieversorger gewähren sogar Preisnachlässe, wenn die Energieabnahme in die Nachtzeit verlegt wird. Die Investitionskosten können gesenkt werden, da ein kleiner Wasserkühlsatz eingesetzt werden kann. Da das Wasser aus den Lagertanks kälter sein kann als herkömmlich gekühltes Wasser, können bei der Gebäudeauslegung kleinere Rohrleitungen, Pumpen und andere Klimaanlagekomponenten vorgesehen werden, so daß weitere Kosten gespart werden können.

Seit Jahren sind Tausende *TES*-Systeme in Krankenhäusern, Schulen, Universitäten, Flughäfen, Kirchen, Regierungseinrichtungen, privaten Bürogebäuden und industriellen Anwendungen zur Prozeßkühlung im Einsatz.

Im folgenden einige Fallstudien zur Verdeutlichung des energiesparenden Einsatzes der *TES*-Technologie:

Hauptverwaltung Kraft General Foods (Northfield, Illinois)

Zur Zeit erfolgt die gesamte Klimatisierung in diesem Gebäude während des Tages durch die Abschmelzung von Eis, das nachts generiert und gelagert wird. Es ist vorgesehen, daß zusätzliche Klimatisierungslasten durch zukünftige Gebäudeerweiterungen über den Einsatz von Wasserkühlsätzen über Tag und Nacht bewältigt werden sollen. Das Gebäude ist so

ausgelegt, daß Wasser mit 2,2 °C in die Klimaanlage gepumpt wird und die Luft zur Klimatisierung eine Temperatur von 7,2 °C hat. Diese niedrigen Temperaturen ermöglichen den Einsatz kleinerer Rohrleitungen, Pumpen und anderer Komponenten, so daß die Kosten hierfür gesenkt werden können. Die Stromkosten für dieses Gebäude lagen um fast 200 000,- US \$ unter denen für ein nahezu gleiches Gebäude in der Nachbarschaft, in dem das *TES*-System nicht eingesetzt wird.

Grundschule Whitehall (Norristown, Pennsylvania)

Das *TES*-System für die Schule mit einer Fläche von 6500 m² arbeitet mit einem 280 kW Wasserkühlsatz, der nachts Eis bereitet. Beim Abschmelzen über den Tag deckt dieses Eis eine Spitzenkühlleistung von 500 kW ab. Da das Gebäude für die Klimatisierung mit 6,7 °C kalter Luft ausgelegt war, konnte die Größe der verschiedenen Komponenten wie Rohrleitungen, Ventilatoren, Umwälzpumpen etc. verringert werden. Hieraus ergaben sich Ersparnisse bei den Konstruktionskosten von 192 000,- US \$. Weiterhin lagen die Energiekosten im ersten Jahr deutlich unter denen einer benachbarten Schule ähnlicher Größe.

Chrysler Motors Entwicklungszentrum (Auburn Hills, Michigan)

Das seit 1990 genutzte Entwicklungszentrum von Chrysler Motors erzielte mit seinem 240 000 kWh-Wasserkühlsatz unter Einsatz des *TES*-Systems Einsparungen sowohl im Bereich der Kapital- als auch der Betriebskosten. Durch die *TES*-Kapazität konnte die Größe des Wasserkühlsatzes von 60 000 kW, die für Spitzenkühlleistungen notwendig

waren, auf nur 40 000 kW reduziert werden. Mit dem *TES*-System kann gekühltes Wasser nachts gelagert werden, um am nächsten Tag zusätzlich zum Betrieb des Wasserkühlsatzes während der Spitzenlastzeiten eingesetzt zu werden. Die Ersparnis, die hierdurch erreicht wird, hat die Kosten für die Installation des *TES*-Systems mehr als kompensiert, es ergaben sich unmittelbare Einsparungen bei den Netto-Kapitalkosten von 3,6 Mio. US \$. Außerdem können durch das *TES*-System mehr als 5000 kW von Spitzenlastzeiten in andere Zeiten verlagert werden, wodurch Einsparungen bei den Energiekosten von über 1 Mio. US \$ pro Jahr möglich sind.

Des Moines Area Community College (Ankeny, Iowa)

In diesem College wird ein 1400-kW-Wasserkühlsatz eingesetzt für die Grundlasten in 14 Campus-Gebäuden, ein weiterer 1400-kW-Wasserkühlsatz erzeugt Eis in Plastikcontainern in einem großen Lagertank. Über Nacht werden ausreichende Eismengen erzeugt, um die Spitzenlastzeiten des nächsten Tages bewältigen zu können. Das Eis wird über den Tag abgeschmolzen, indem man Glykol durch den Tank pumpt, die elektrische Spitzenlast wird dadurch um 700 kW reduziert. Es werden jährliche Einsparungen von 47 000,- US \$ angenommen.

Marriott Hotel San Francisco (San Francisco, Kalifornien)

Der Einsatz eines *TES*-Systems, in Verbindung mit einer speziellen Preispolitik des örtlichen Energieversorgungsunternehmens, wird vermutlich eine jährliche Einsparung von 135 000,- US \$ bringen. Es werden nur 6300 kWh an Eislagerung

benötigt, genug um die 1575 kW Kühllast während der täglichen Höchstpreiszeit zu bewältigen, die hier nur zwei oder drei Stunden dauert. Über ein Drittel der Installationskosten des TES-Systems werden durch einen Preisnachlaß des Energieversorgungsunternehmens abgedeckt; der verbleibende Betrag wird vermutlich in weniger als zwei Betriebsjahren amortisiert sein.

Gillette Capital Corporation (Gaithersburg, Maryland)

Hier wurde im August 1994 eine 3700 kWh umfassende Eislagermöglichkeit eingerichtet, die den Gebäudeeigentümern sowohl Installationskosten als auch nachfolgende Betriebskosten einspart. Die Kosten dieses Projektes betragen etwas über 121 000,- US \$, wobei 57 % dieser Ausgaben vom Energieversorgungsunternehmen in Form eines Preisnachlasses von 350,- US \$ kW und weiteren Vergünstigungen übernommen wurden. Ein vorhandener luftgekühlter Hubkolbenverdichter-Wasserkühlsatz wurde ursprünglich zur Kühlung des 5800 m² großen Gebäudes eingesetzt, während der Spitzenlastzeiten in den Sommermonaten wurde dieser Wasserkühlsatz 14 bis 15 Stunden täglich betrieben. Durch den Einsatz eines TES-Systems kann die Kühllast von 8.00 Uhr bis 17.30 Uhr jetzt allein über Eis gedeckt werden, der Wasserkühlsatz läuft jetzt normalerweise nur fünf Stunden nachts, um den Eisvorrat aufzustocken. Die Spitzenlast während der Sommermonate wurde um 198 kW reduziert, wodurch man die Spitzenlastpreise von 12,95 US \$/kW umgehen und pro Monat mehr als 2500,- US \$ Betriebskosten einsparen konnte. Unter Berücksichtigung der o. g. Vergünstigungen durch das

Energieversorgungsunternehmen und der Einsparungen bei den Betriebskosten, wird das TES-System sich bald vollständig amortisiert haben bei einer Gesamt-Amortisationszeit von 3,5 Jahren.

Miller Electric Company (Appleton, Wisconsin)

1990 hat dieser Hersteller von Schweißgeräten sein Kühlsystem von Quellwassereinheiten und herkömmlichen dachmontierten Direktexpansionseinheiten auf TES mit Eislagerung umgestellt. Der Eigentümer sah sich konfrontiert mit den hohen Abwasserkosten für die Quellwasseranlage und dem anstehenden Ausstieg aus den FCKW, die er in seinen Direktexpansionsanlagen im Einsatz hatte.

Diese Probleme wurden durch den Austausch des alten Systems gegen das TES-System ausgeräumt. Für die 46 500 m² klimatisierten Raumes kommt eine Klimaanlage neuester Bauart mit einer Leistung von 3000 t zum Einsatz. Für diese Kühllast erzeugt eine Ammoniak-Kälteanlage in wöchentlicher Wechschicht 1380 t Eis. Diese Anlage wird nur während der Niedrig-Energiepreiszzeiten betrieben, also während des gesamten Wochenendes und in der Woche nachts. Zusätzlich zu einem Preisnachlaß von 905 000,- US \$ des örtlichen Energieversorgungsunternehmens bestätigt der Eigentümer eine 65 %ige Senkung (140 000,- US \$) der jährlichen Kosten für die Klimaanlage.

Kirk Produce Company (Placentia, Kalifornien)

Hier sind seit 1987 zwei TES-Einheiten in Betrieb, die an den Wochenenden 465 t Eis und an Wochentagen zusätzlich weitere 360 t Eis während der Niedrigenergiepreiszzeiten erzeugen. Das Eis wird mit 600 m³ Wasser in einem 1160 m³ großen La-

gertank bevorrätet. Von diesem Tank wird das Wasser mit 0 °C durch Sprühdüsen gepumpt, um auf 1 °C gekühlte Luft zur Kühlung von frisch geernteten Erdbeeren vor deren Lagerung und Versand bereitzustellen. Abgesehen von der Möglichkeit, den Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu kontrollieren, der für die Konservierung der Erdbeeren notwendig ist, spart dieses Prozeßkühlsystem mehr als 153 000,- US \$ jährlich ein – mehr als die Hälfte der Betriebskosten der Kälteanlage.

Der Thermal Storage Equipment-Bereich von ARI hat eine Broschüre erarbeitet, die die Anwendung dieser Technologie näher erläutert. Exemplare der Broschüre mit dem Titel „Thermal Energy Storage – A Solution for Our Energy, Environmental and Economic Challenges“ können bestellt werden bei: ARI, 4301 North Fairfax Drive (#425), Arlington, VA 22209. Eine elektronische Version befindet sich auf der ARI-Homepage <http://www.ari.org>. *ARI News Release, 25. März 1997* R.S.

Vorschläge für Global Warming Protokoll unterbreitet

Die Struktur eines Climate Change Protokolls oder Vertrages wird immer deutlicher; die Verhandlungspartner arbeiten darauf hin, im Dezember 1997 verbindliche Zielsetzungen zur Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen für den Zeitraum nach dem Jahr 2000 zu erstellen. Vom 3. bis 7. März trafen sich die US-amerikanischen Verhandlungspartner in Bonn mit weiteren Mitgliedern der Ad-hoc-Gruppe des Berliner Mandats, also der Gruppe, die damit beauftragt ist, den Text für ein solches Protokoll aufzusetzen, um die von den verschiedenen Teilnehmern vorgelegten Vorschläge über wichtige Schlüsselemente, die in den Text aufgenommen werden sollten, zu diskutieren. Die USA konnten ihre Positionen in den Text des Climate Change Protokolls, das voraussichtlich diesen Winter in Kyoto/Japan unterzeichnet werden soll, einbringen.

Die Framework Convention on Climate Change der Vereinten Nationen, der 1992 in Rio de Janeiro unterzeichnete grundlegende Klimavertrag, setzte freiwillige Ziele zur Reduzierung der

Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2000. Jetzt verhandeln die Teilnehmer über ein Protokoll, das verbindliche Ziele und Zeitpläne für die Industrieländer vorgeben soll im Hinblick auf die Reduzierung ihrer Treibhausgas-Emissionen nach dem Jahr 2000. Treibhausgase beinhalten Kohlendioxid, Methan und Kältemittel wie FCKW, H-FCKW und FKW. Während FCKW und H-FCKW bereits durch das Montrealer Protokoll kontrolliert werden, könnte ein Climate Change Protokoll verbindliche Grenzen auch für FKW setzen.

Während der letzten Monate haben verschiedene Länder ihre Vorschläge für in das Protokoll aufzunehmende Schlüsselemente unterbreitet. Die Vorschläge der USA waren am weitesten entwickelt, daher wurde ihnen bei dem Treffen in Bonn große Aufmerksamkeit zuteil.

Die Vorschläge der USA beinhalten verschiedene Konzepte, die sich von denen anderer Teilnehmer, wie z. B. der Europäischen Union und Japan, unterscheiden. Eines dieser Konzepte sieht die Möglichkeit vor,

Emissionen „anzusparen“, was bedeutet, daß frühzeitige größere Emissionsreduzierungen für spätere Jahre als Guthaben angerechnet werden können, oder aber umgekehrt zunächst höhere Emissionen in späteren Jahren mit eingespart werden müssen. Der Vorschlag der USA fordert einen mittelfristigen Beginn der Bemühungen zur Emissionsreduzierung und betont die Flexibilität der einzelnen Länder beim Erreichen dieser Zielvorgaben durch frei zu wählende Maßnahmen. Während die USA kein Datum für dieses mittelfristige Ziel nannten, haben andere Teilnehmer Daten zwischen dem Jahr 2010 und dem Jahr 2020 vorgeschlagen. Die gegenwärtige Klimakonvention deckt nur die Indu-

strieländer ab, die USA würden jedoch auch gerne die Entwicklungsländer mit einbeziehen, deren Treibhausgas-Emissionen in den kommenden Jahren weiterhin ansteigen werden.

Der Text für das Klimaprotokoll wird über die nächsten Monate in weiteren Treffen weiterentwickelt werden. Es ist noch zu früh, um mit Sicherheit vorhersagen zu können, welche Punkte der US-amerikanischen Vorschläge im endgültigen Text aufgenommen werden. Ein Klimavertrag, der den Einsatz von FKW beschränkt, hätte bedeutende Folgen für die Klimaanlage- und kältetechnische Industrie, die jetzt FKW und FKW-Gemische in vielen Industrieprodukten verwendet.

Koldfax, März 1997 R. S.

USA sprechen sich gegen Europäischen Vorschlag zur Verschärfung des H-FCKW Produktionsverbotes aus

Der europäische Vorschlag ist zu extrem, würde den regulären FCKW-Ausstieg behindern und wäre gegen alle Vernunft.

Laut ARI-Präsident Clifford H. Rees Jr. spricht sich die Regierung der USA gegen einen Vorschlag der Europäischen Union aus, bereits vor dem auf der Kopenhagener Folgekonferenz von 1992 zum Montrealer Protokoll festgelegten Termin aus der Produktion der H-FCKW-Kältemittel auszusteigen.

Rees sagte „Der Antrag der Europäischen Union, die H-FCKW-Produktionsmenge von 2,8 % auf 2,0 % zu senken und die Produktion im Jahr 2015 vollständig einzustellen, kommt nicht überraschend. Die Regierung der USA hingegen spricht sich seit langem gegen ein schnelleres Ausstiegsszenario aus, da sie davon ausgeht, daß ein beschleunigter H-FCKW-

Ausstieg die Betreiber von FCKW-Anlagen dazu veranlassen würde, den Austausch ihrer Systeme zu verzögern, was wiederum negative Folgen für die Umwelt hätte.“

US-amerikanische Hersteller von Klima- und kältetechnischen Anlagen haben in den vergangenen Jahren viele Millionen US \$ in die Umstellung von FCKW- auf H-FCKW- und FKW-Produktion investiert, weil die amerikanische Umweltschutzbehörde EPA diese im Rahmen ihrer Significant New Alternatives Politik (SNAP) als akzeptierte FCKW-Ersatzstoffe ausgewiesen hatte.

Rees sagte weiterhin, „Die EPA hat diesen Fall selbst am besten im endgültigen Regelwerk des SNAP dar-

Die Climate Change Politik von ARI (USA)

Die Politik der amerikanischen Industrie in bezug auf die Klimaveränderung

- fordert kein schrittweises Vorgehen, bei dem jede Substanz einzeln betrachtet wird, sondern einen umfassenden Ansatz zur Emissionskontrolle,
- befürwortet die Anwendung des TEWI-Konzeptes zur Messung des Beitrags von energieverbrauchenden Systemen zum Treibhauseffekt,
- bezeichnet höhere Energieeinsparungen als eine Möglichkeit für die Teilnehmer, ihre Verpflichtungen gemäß der Klimakonvention einzuhalten, und
- betont die Notwendigkeit einer weiteren wissenschaftlichen Beurteilung des Themas Klimaveränderung.

gestellt, in dem es heißt „Der Einsatz von H-FCKW als Übergangskältemittel erlaubt der Industrie einen schnelleren Ausstieg aus den FCKW und stellt daher im Gegensatz zu einem weiteren FCKW-Einsatz einen bedeutenden Fortschritt für die Umwelt dar.“

Rees fügte noch hinzu, „H-FCKW und FKW als Kältemittel spielen beim weltweiten Ersatz der FCKW eine kritische Rolle. Wir machen gute Fortschritte, und so sollte es auch bleiben. Ich denke, die Unterzeichnerstaaten des Montrealer Protokolls werden bei ihrem nächsten Treffen im September einsehen, daß es nicht weise wäre, das H-FCKW-Ausstiegsszenario jetzt zu ändern.“

Nach einer Anpassung der H-FCKW-Produktion im Jahr 1995 durch die Unterzeichnerstaaten des Montrealer Protokolls, teilte die Regierung der USA durch ihre Verhandlungsführerin, Eileen Claussen, stellvertretende Staatssekretärin für Ozeane und Internationale wissenschaftliche und Umweltangelegenheiten, mit, daß dieser Punkt nicht mehr aufgegriffen werden solle.

Rees meint, „Der europäische Vorschlag ist zu ex-

trem, würde den regulären FCKW-Ausstieg behindern und wäre gegen alle Vernunft in Anbetracht der bereits erreichten Fortschritte beim Ersatz von FCKW-Anlagen und des positiven Einflusses dieser Maßnahmen auf die Verminderung der Ozonzerstörung. Es hat keinen Sinn, den weiteren Fortschritt durch einen vorzeitigen H-FCKW-Ausstieg zu gefährden.“

Nach der jetzigen Version des Montrealer Protokolls wird die H-FCKW-Produktion in den Industrieländern auf der Basis vergangener Produktionsmengen eingeschränkt, der vollständige Ausstieg erfolgt im Jahr 2030. Die EPA hat dieses auf kältemittelbezogener Basis umgesetzt, d. h. der Ausstieg aus R 22 erfolgt im Jahr 2020, für R 123 im Jahr 2030. Der europäische Vorschlag würde das Ausstiegsdatum für alle H-FCKW auf das Jahr 2015 vorverlegen und für alle Länder den zulässigen H-FCKW-Verbrauch einschränken.

H-FCKW werden in den USA in vielen Klimaanlage- und kältetechnischen Anwendungen, wie z. B. in Supermarktkühlanlagen, eingesetzt.

Koldfax, März 1997 R. S.

Internationale Normen für brennbare Kältemittel, elektrische Sicherheit von Luftbefeuchtungsanlagen und Ventilator-Raumluftkühler

ARI-Mitglieder verfolgen derzeit die Änderung von zwei Normen, die gerade das International Electrotechnical Comitee (IEC) durchlaufen. Die erste Norm beschäftigt sich mit brennbaren Kältemitteln: FKW, Kohlenwasserstoffen und deren Gemischen. Besonderes Augenmerk richten die ARI-Mitglieder auf die noch sichere Menge brennbarer Kältemittelfüllmengen, die diese Normen zulassen werden. Die US-amerikanische Kälteschrankindustrie ist ähnlich besorgt über eine IEC-Norm, die den Einsatz brennbarer Kältemittel in Haushaltskühl- und -Gefriergeräten zulassen könnte. Im Moment betreiben US-amerikanische Hersteller eine Literaturrecherche zu Versuchen mit und Einsatz von brennbaren

Kältemitteln, die beim nächsten Treffen des IEC Sub-Comitees 61D im Oktober vorgestellt werden soll. Wegen der besonderen Bedeutung dieser Sicherheitsnorm werden in Kürze detaillierte Berichte folgen.

Im Hinblick auf die Norm über Sicherheitsbedingungen für Ventilator-Raumluftkühler gibt es gute Nachrichten. Der Entwurf dieser Norm ist der UL-Norm sehr ähnlich und sollte für US-amerikanische Hersteller kein Problem darstellen. Ebenso ist die Norm für Luftbefeuchter, die der UL-Norm vergleichbar ist und zum ersten Mal vom IEC berücksichtigt wird, zur Abstimmung und endgültigen Zustimmung im IEC vorgesehen.

Koldfax, März 1997 R. S.

Kanadier wegen FCKW-Schmuggels angeklagt

Wie die Agentur Reuter berichtete, ist gegen zwei Kanadier Anklage wegen Schmuggels von 85 t ozonzerstörender FCKW in die USA erhoben worden.

Larry und Anne LeBlanc aus Fredericton, Neu-Braunschweig/Kanada, werden beschuldigt, durch den Verkauf von FCKW an Autowerkstätten, wo die Kältemittel zur Auffüllung von Klimaanlage verwendet wurden, US-amerikanische Umweltschutz- und Zollgesetze gebrochen zu haben. FCKW schädigen die Ozonschicht der Erde. Die Produktion und der Verkauf dieser Chemikalien ist durch das 1987 u. a. von den USA und Kanada unterzeichnete Montrealer Protokoll verboten.

Nach Angaben der US-Behörden gaben die LeBlancs, die in Fredericton einen Automobilhandel namens City Sales Ltd. betreiben, fälschlich an, sie hätten eine Genehmigung gehabt, zwischen September 1993 und Juli 1994 FCKW über Houlton/Maine in die USA zu exportieren.

Lois Schiffer, Assistentin des Generalstaatsanwalts, sagte „Der amerikanische Kongreß verbot FCKW, weil sie den Teil der Atmosphäre unseres Planeten zerstören, der uns vor der schädlichen Sonnenstrahlung schützt“. Ein US-Beamter gab an, daß die LeBlancs mit 85 t illegaler Einfuhren im Wert von 3,4 Mio. US \$ auf dem legalen Exportmarkt die viertgrößten

Exporteure von FCKW aus Kanada waren. Die Kältemittelmenge ist ausreichend, 110 000 Pkw-Klimaanlagen aufzufüllen.

Die LeBlancs wurden am 28. April während ihrer Ferien in Rockport/Maine festgenommen. Das Bundesgeschworenengericht der USA erstellte am 29. April eine 21 Punkte umfassende Anklageschrift gegen das Paar, das sich gegen 50 000 US\$ Kautions auf freiem Fuß befindet. Versuche, das Paar jetzt zu erreichen, blieben erfolglos, der Rechtsanwalt der beiden verweigerte jeden Kommentar.

Scott Champion, ein früherer Angestellter von City Sales Ltd., bekannte sich Anfang dieses Monats schuldig in dem Anklagepunkt, den US

Clean Air Act gebrochen zu haben. Er sieht jetzt seiner Verurteilung entgegen.

Die kanadische Umweltschutzbehörde hatte der City Sales Ltd. ab Juni 1993 den Export von FCKW wegen fehlender Genehmigungen untersagt, doch die US-Behörden konnten bis vor kurzem noch nicht angeben, ob die kanadischen Behörden ebenfalls Anklage erheben würden. Nach ihrer Verurteilung würden die LeBlancs einer Gefängnisstrafe von jeweils 85 Jahren und einer Geldstrafe von 5,2 Mio. US \$ entgegensehen. Die City Sales Ltd. müßte nach Angaben der Behörden mit einer Geldstrafe von 10,5 Mio. US \$ rechnen.

Fax DuPont 1. Mai 1997

R. S.

Europäische Länder nutzen verstärkt brennbare Kältemittel

In europäischen Ländern werden vermehrt Kohlenwasserstoffe als Kältemittel in Haushaltskühlgeräten und Fenster-Klimaanlagen eingesetzt. In Deutschland werden diese Anwendungen bereits akzeptiert, und in Japan besteht durch Umweltschutzgruppen großer Druck, den Einsatz von Kohlenwasserstoffen ebenfalls in Betracht zu ziehen. Wird sich dieser Trend ausweiten?

Das Unterkomitee SC61C „Haushaltsgeräte zur Kühlung“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission IEC will einen Zusatz zur Norm IEC 335-2-24 über Kühlschränke und Tiefkühlgeräte anbieten, der es erlauben soll, bis zu 150 g Kohlenwasserstoffe in Haushaltskühlgeräten einzusetzen. Das nationale US-Komitee des IEC hat gegen diesen Zusatz gestimmt. Es sieht so aus, als würde das SC61C dem Zusatz zustimmen und die europäische Normenorganisation CENELEC den IEC-Zusatz

nach dessen Verabschiedung aufnehmen. Infolgedessen würden Kohlenwasserstoffe in Haushaltskühl- und -gefriergeräten in allen 16 Ländern der Europäischen Union eingesetzt werden dürfen.

Das schwedische Mitglied des IEC Unterkomitees SC61D „Klimaanlagen für Haushaltsanwendungen“ schlug einen Zusatz zu der Norm IEC 335-2-40 über Klimaanlagen, Wärmepumpen und Entfeuchter vor, der den Einsatz von brennbaren Kältemitteln auch für Klimaanlagen mit einer Kältemittelfüllmenge von bis zu 5000 g erlauben würde. Dieser von einer Arbeitsgruppe entwickelte Zusatz wurde vor kurzem an die Mitglieder des SC61D mit der Bitte um Kommentar verteilt. Das US-Komitee erarbeitete ein siebenseitiges Statement, in dem es sich gegen den Einsatz brennbarer Kältemittel in Klimaanlagen, Wärmepumpen und Entfeuchtern ausspricht.

Die Kommentare der USA sowie die der anderen Mitglieder des SC61D werden bei einem Treffen des Unterkomitees im Oktober diskutiert werden. Die USA planen, zu diesem Zeitpunkt eine technische Präsentation durchzuführen, die die Probleme im Zusammenhang mit dem Einsatz von Kohlenwasserstoffen und anderen brennbaren Kältemitteln in Klimaanlage darlegen soll. Die USA haben dem Zusatz zur IEC 335-2-40 aus den folgenden Gründen widersprochen:

- Auf Gefahren, die während der Reparatur der Anlage auftreten können, wurde nicht ausreichend hingewiesen.
- Auf Gefahren, die aufgrund von Leckagen und ungünstiger Durchmischung in Räumen mit möglichen Zündquellen auftreten können,

wurde nicht ausreichend hingewiesen.

- Externe Beschädigungen und das Risiko von Leckagen wurden in dem Zusatz nicht erwähnt.

- Warnungen und Markierungen weisen nicht in ausreichendem Maße auf Gefahren hin, die beim Transport dieser brennbaren Kältemittel auftreten können.

- Viele Punkte der Anwendung werden der freien Interpretation überlassen, wodurch Haftungsprobleme auftreten können.

Exemplare des vollständigen US-Statements können über Abby Guevara beim Air-Conditioning & Refrigeration Instituto angefordert werden. Informationen über das IEC-Unterkomitee SC61D können über Don Mackay bezogen werden.

Koldfax, 2. April 1997 R. S.

Ausstieg aus FCKW-Wasserkühlsätzen geht langsamer voran als erwartet

Die Hersteller von Wasserkühlsätzen für den Einsatz in der Gebäudeklimatisierung teilten im letzten Monat mit, daß eine große Anzahl von Gebäudeeigentümern auch weiterhin trotz des Produktionsverbots für FCKW von diesen Kältemitteln abhängig sein werden.

Die Hersteller schätzten in einer Übersicht, daß 53 % der US-amerikanischen Wasserkühlsätze auch am 1. Januar 2000, vier Jahre nachdem die Regierung die Einstellung der Produktion der ozonzerstörenden Chemikalien angeordnet hat, noch die zunehmend teurer werdenden FCKW benötigen werden.

Laut ARI erreichten die US-Lieferungen von 9197 FCKW-freien Wasserkühlsätzen an Gebäudeeigentümer überall auf der Welt im Jahr 1996 fast den Vorjahresrekord von 9444 Anlagen, doch der

Ersatz und die Umstellung von 4356 FCKW-Anlagen in den USA fiel weit hinter frühere Erwartungen zurück. Durch die höhere Anzahl von R 11- und R 12-Anlagen, die noch im Betrieb bleiben werden, werden die gelagerten FCKW-Vorräte schneller als erwartet aufgebraucht, da immer weniger gebrauchte Kältemittel aus außer Betrieb genommenen Anlagen rückgewonnen werden. In der Folge werden Gebäudeeigentümer stärker von recycelten FCKW abhängig sein, die nach der Reinigung gemäß ARI-Norm 700 weiterverkauft werden. Von den 80 000 Turbo- und Schrauben-Wasserkühlsätzen, die 1992 noch mit FCKW arbeiteten, benötigten noch ca. 76 % (61 019 Anlagen) am 1. Januar 1997 FCKW als Kältemittel. Die Übersicht zeigt, daß im Jahr 1996 1311 Anlagen auf FCKW-

Jährliche Umstellung/Ersatz von FCKW-Wasserkühlsätzen großer Leistung				
	Umstellungen	Ersatz	Gesamt	% von 80 000
Vor 1/1/97	4 813	14 168	18 981	24
1/97 bis 1/1/98	1 307	4 181	24 469	31
1/98 bis 1/1/99	1 425	4 689	30 583	38
1/99 bis 1/1/2000	1 494	5 368	37 445	47

freie Kältemittel umgestellt wurden; 3045 Wasserkühlsätze wurden durch FCKW-freie Anlagen ersetzt, so daß sich insgesamt 4356 FCKW-freie Anlagen im Jahr 1996 ergaben. Demgegenüber stehen 1480 Umstellungen und 4390 Fälle von Ersatz, die in der 1995er Übersicht für 1996 vorausgesagt worden sind.

Die Auslieferung von Wasserkühlsätzen hat sich während der letzten zehn Jahre mehr als verdoppelt. Die neuen Wasserkühlsätze sind deutlich energieeffizienter und arbeiten mit H-FCKW und H-FKW, was niedrigere Betriebskosten und eine schnellere Amortisation bedeutet. Die Nachfrage nach den neuen, FCKW-freien Wasserkühlsätzen könnte in den nächsten Jahren dramatisch ansteigen, insbesondere, wenn die gelagerten FCKW-Vorräte ausgehen und eine unerwartet große Anzahl von Gebäudeeigentümern auf recycelte FCKW angewiesen sein wird.

Aufgrund des höheren Wirkungsgrades der neuen Anlagen schätzt die US-Umweltschutzbehörde EPA, daß die Gebäudeeigentümer 7 Milliarden kW/h Energie pro Jahr einsparen könnten, entsprechend 180 Mio. US \$ jährlich, wenn im Jahr 1999 44 % aller FCKW-Wasserkühlsätze ersetzt wären.

Laut der neuen Übersicht der Hersteller von Wasserkühlsätzen werden 1997 4181 Wasserkühlsätze ersetzt und 1307 umgestellt werden, eine Gesamtmenge von 5488 Anlagen. Somit wären am 1. Januar 1998 noch 69 % der FCKW-Was-

serkühlsätze in Betrieb. Für das Jahr 1998 wird vorausgesagt, daß 6114 Anlagen ersetzt und umgestellt werden, für das Jahr 1999 sollen es weitere 6862 Anlagen sein. Damit bleiben 53 %, entsprechend 42 555 Anlagen, die noch mit FCKW arbeiten, am 1. Januar 2000 in Betrieb.

Die Hersteller von Wasserkühlsätzen erwarteten in einer vor zwei Jahren erstellten Übersicht ein deutlich schnelleres Vorgehen bei Ersatz und Umstellungen. Nach der neuen Übersicht werden am 1. Januar 1998 10 923 FCKW-Wasserkühlsätze mehr in Betrieb sein, als 1995 erwartet wurde. Dies wird die Nachfrage nach R 11 und R 12 deutlich erhöhen, da viele Millionen kg FCKW für die Wartung der Wasserkühlsätze zwischen 1996 und Ende 1999 benötigt werden.

Am 1. Januar 1997 gab es noch ca. 50 000 R 11- und 7300 R 12-Wasserkühlsätze. Es wird erwartet, daß 1997 eine Kältemittelmenge für die Wartung dieser Anlagen benötigt wird, die die Menge der außer Betrieb genommenen Anlagen kommenden Kältemittel um 2,5 bis 3 Millionen kg übersteigt. Weiterhin könnte der Druck auf die Kältemittelvorräte dadurch erhöht werden, daß Gebäudeeigentümer zwar eine oder zwei Anlagen außer Betrieb nehmen, dann allerdings das Eigentum an den freigewordenen Kältemitteln zur Wartung ihrer eigenen verbleibenden FCKW-Anlagen beanspruchen. Das Air-Conditioning & Refrigeration

Institute empfiehlt, daß die Eigentümer von FCKW-Wasserkühlsätzen ihre Unterlagen über Wartung und FCKW-Lieferungen sorgfältig führen, Leckagen abdichten, einen Kältemittel-Management-Plan entwickeln, der einen FCKW-Vorrat bis zur Außerbetriebnahme der An-

lagen sicherstellt, und die geringen Betriebskosten sowie die Amortisationszeit für einen neuen Wasserkühlsatz durchrechnen.

Dieser Artikel sowie Tabellen dazu sind auf der ARI-Homepage www.ari.org einzusehen.

Koldfax, April 1997 R. S.

Ölumlauf in Haus-Wärmepumpen

Das Materials Compatibility and Lubricants Research Programm (MCLR) wird finanziert vom Department of Energy der USA sowie der Kälte- und Klimatechnischen Industrie (über das ARI); es beschäftigt sich mit der Untersuchung von Eigenschaften und Verträglichkeiten von Kältemaschinenölen und FCKW-freien Kältemitteln. Dieser Artikel faßt die Forschungsergebnisse von Frank Biancardi, Harvey Michels, Tobias Siemel und Dennis Pandey (alle United Technologies Research Center, Hartford/CT, USA) aus ihrer Untersuchung der Eigenschaften des Ölumlaufs von R 407C/Polyolester, R 407C/Mineralöl und R 22/Mineralöl in einem repräsentativen Haus-Wärmepumpensystem zusammen.

Einleitung

Mineralöle werden seit vielen Jahren in Kälte- und Klimaanlagen mit FCKW- und H-FCKW-Kältemitteln eingesetzt. Neue H-FCKW-Kältemittel in heutigen Systemen arbeiten vorwiegend mit synthetischen Polyolestern (POE), die aufgrund ihrer hohen Stabilität, Schmierfähigkeit und Mischbarkeit für den Einsatz mit FKW ausgewählt wurden.

Wegen der hohen Kosten für Polyolester besteht großes Interesse am Einsatz von Mineralölen mit FKW-Kältemitteln. Mineralöle sind je-

doch generell unmischbar mit FKW, weshalb Bedenken bestehen bezüglich der Ölrückführung in den Verdichter. In dieser Studie wurden Eigenschaften bestimmt, die den Herstellern dabei helfen können herauszufinden, ob unmischbare Öl/Kältemittel-Gemische erfolgreich mit FKW angewendet werden können.

Ziele

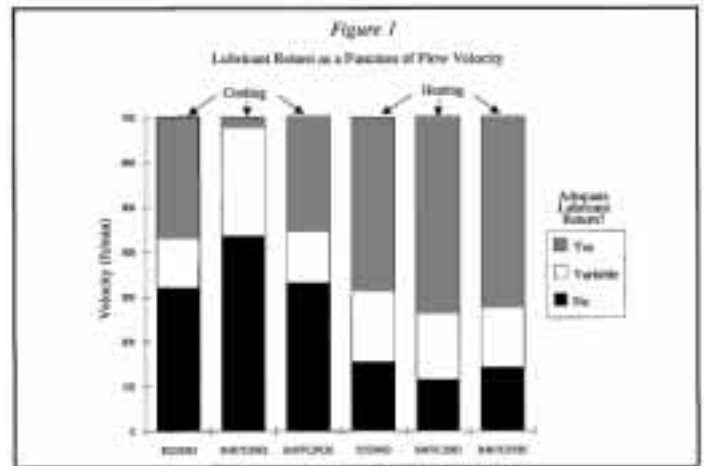
Die Ziele dieses Projektes waren:

- Die Bestimmung der grundlegenden Parameter der Ölrückführung für das Gemisch R 407C/POE. Hierdurch soll bestimmt werden können, wie unterschiedliche Mischungsverhältnisse die Ölrückführung in den Verdichter beeinflussen.
- Die Bestimmung grundlegender Parameter der Ölrückführung für das Gemisch R 407C/Mineralöl. Hierdurch sollen die Bedingungen herausgefunden werden, unter denen unmischbare Öl/Kältemittel-Zusammensetzungen eine ausreichende Ölrückführung in den Verdichter gewährleisten.

Ansatz

UTRC hat ungünstige Szenarien hinsichtlich der Ölrückführung erstellt, darunter auch die schlechtestmöglichen Parameter für die Ölrückführung in einem herkömmlichen R 22/Mineralöl-Wärmepumpensystem.

Es wurde eine Versuchsanlage mit einer 8-kW-Split-Wärmepumpe (mit Scroll-Verdichter) konstruiert, bei



der der Ölumlauf visuell überprüft (durch Sichtgläser und über Videokameras) sowie physikalisch gemessen werden konnte. Der Versuchsstand ermöglichte es, den Kältemittelmassenstrom zu variieren um herauszufinden, wann und wo die schlechteste Ölrückführung stattfinden würde. Diese Bedingungen wurden mit minimalen Dampfgeschwindigkeiten kombiniert und mit vorhergesagten Werten für Kühl- und Heizversuche verglichen. Um verdichterunabhängige Versuche durchführen zu können (üblicherweise stößt z. B. ein Scroll-Verdichter deutlich weniger Öl aus als ein Hubkolbenverdichter), wurden einige Versuche mit einer definierten Menge Öl, das in die Druckleitung eingespritzt wurde, gefahren. Die Studie umfaßte gut und schlecht mischbare POEs mit zwei unterschiedlichen Viskositäten, um den Einfluß eines jeden dieser Faktoren auswerten zu können. Für jedes der sieben angegebenen Öl/Kältemittelpaare wurden vier unterschiedliche Testläufe gefahren (Kühlen, Heizen, mit und ohne Ventilator).

Ergebnisse

Der Forschungsleiter sagt, daß Anlagenhersteller generell strenge Richtlinien über die zulässige horizontale und vertikale Trennung zwischen Innen- und Außen-Wärme-

austauscher angeben, um ungünstige Bedingungen für die Ölrückführung zu vermeiden. Die Forscher merken jedoch an, daß es für Split-Systeme nicht unüblich ist, vertikale Trennungen von 10–30 m (oder mehr) zu installieren, und immer noch einen angemessenen Ölumlauf zu erreichen. Daraus schließen die Forscher, daß die Geschwindigkeit des Dampfstromes in höherem Maße als die Trennungsabstände der kritische Auslegungsparameter zur Sicherstellung einer ausreichenden Ölrückführung ist. Als Ergebnis der theoretischen und experimentellen Untersuchungen definierte UTRC-Bedingungen für in Betrieb befindliche Wärmepumpen, wo eine ungünstige Ölrückführung für R 407C- und R 22-Systeme auftreten kann. Abb. 1 zeigt ein Beispiel für minimale Durchflußgeschwindigkeiten, die notwendig waren, um Probleme mit der Ölrückführung in der Versuchsanlage zu vermeiden. Die Abbildung zeigt Sichtmessungen der Geschwindigkeiten für drei verschiedene Öl/Kältemittelpaare sowohl im Heiz- als auch im Kühlbetrieb (mit Öleinspritzung). Die dunklen Säulen zeigen, an welchen Punkten der Ölumlauf problematisch ist, die gestrichelten Säulen stellen Geschwindigkeiten dar, die zu einem guten Ölumlauf füh-

Mineralöle:

- R 22/Suniso 3GS
- R 407C/Suniso 3GS
- R 407C/Suniso 1GS

Polyolesteröle:

- R 407C/ICI RL32S
- R 407C/ICI RL68S
- R 407C/Castrol SW32
- R 407C/Castrol SW68

Tabelle: Untersuchte Kältemittel-Schmierstoff-Kombinationen

ren. Der Zwischenraum stellt den Bereich dar, in dem der Ölumlauf ausreichend sein kann. Ergebnisse mit anderen Öl/Kältemittelgemischen, anderen Versuchsbedingungen und anderen Verfahren der Geschwindigkeitsmessungen können dem Forschungsbericht entnommen werden. Es sollte beachtet werden, daß in einem in Betrieb befindlichen System die Linien der niedrigen Dampfgeschwindigkeit bei Kühl- und Heizbetrieb unterschiedlich sein werden.

Schlußfolgerungen

Experimentelle Daten, die durch visuelle Beobachtungen verifiziert wurden, zeigten, daß die Kombination R 407C/POE ein Ölrückführungsverhalten aufweist wie die zugrundegelegte R 22/Mineralöl-Kombination. Obwohl die Durchflußgeschwindigkeiten, bei denen eine schlechte (oder keine) Ölrückführung erfolgte, leicht unterschiedlich waren, wiesen die Durchflußgeschwindigkeiten auf ein beständiges Verhalten hin. Die Durchflußgeschwindigkeit, bei der die schlechteste Ölrückführung mit visuellen und meßtechnischen Verfahren festgestellt wurde, entspricht ca. 0,5 m/s im Heizbetrieb (wo niedrige Ölkonzentrationen von 0,25 bis 0,50 % normal sind). Bei

höheren Ölkonzentrationen mußten die minimalen Durchflußgeschwindigkeiten doppelt so hoch sein, um eine angemessene Ölrückführung zu gewährleisten. Im Kühlbetrieb werden minimale Durchflußgeschwindigkeiten von 2 m/s benötigt. Die Autoren stellen fest, daß im allgemeinen die höheren Durchflußgeschwindigkeiten eine gute Ölrückführung gewährleisten.

Ein überraschendes und unerwartetes Ergebnis des Projektes waren die Hinweise, daß R 407C mit Mineralölen eine gute Ölrückführung aufweist. In einigen Fällen konnten diese unmischbaren Kombinationen mit niedrigeren Mindestgeschwindigkeiten auskommen als die untersuchten Gemische R 22/Mineralöl oder R 407C/POE: Die Forscher stellen fest, daß der Einsatz der preisgünstigeren Mineralöle mit H-FKW-Kältemitteln die Möglichkeit einer deutlichen Kostensenkung bietet. Sie weisen jedoch darauf hin, daß andere Eigenschaften (z. B. Schmierfähigkeit, thermische Stabilität etc.) untersucht werden müssen, bevor Mineralöle in H-FKW-Kälteanlagen eingesetzt werden können. Außerdem sind für extreme Betriebsbedingungen (z. B. niedrige Temperaturen mit extrem hoher Ölviskosität) weitere Untersuchungen notwendig.

Forschungsbericht

Der Abschlußbericht dieses Projektes ist über ARTI Database, c/o James M. Calm, 10887 Woodleaf Lane, Great Falls/VA 22066-3003 zu beziehen. Bitte angeben: RDB 6C04 und 6C05. Der Bericht besteht aus zwei Bänden.

Tech Update, März 1997

R. S.