

Dresdner Kolloquium am 28. 4. 1999

Mit Wärme kühlen

Neue Lösungen der Absorptionskältetechnik verbargen sich erwartungsgemäß hinter diesem Titel und ca. 40 Teilnehmer honorierten das aktuelle Thema mit ihrer Anwesenheit bei dem Kolloquium des Institutes für Luft- und Kältetechnik in Dresden. Neben den ILK-Spezialisten, die zu neuesten Forschungsergebnissen und Entwicklungsangeboten des Institutes referierten, beteiligten sich Industriefachleute an der Darlegung von Erfahrungen mit Komponenten für die Absorptionskältetechnik und von Anwendungen in der Praxis.

So war das Kolloquium wieder ein Beitrag zum Anliegen des ILK, mit dieser Veranstaltungsreihe ein Forum für den Austausch zwischen Forschung und Praxis zu sein.

ILK-Geschäftsführer Dr. Herzog moderierte das Kolloquium und begrüßte in seinen einleitenden Worten die Gäste mit einem kurzen Überblick über die Leistungen des Institutes, das jährlich ca. 30 Forschungsprojekte in seinen sieben Bereichen bearbeitet. Bei der Thematik dieser Veranstaltung kommt es dem ILK darauf an, mit dem Innovationspotential der Absorptionskältetechnik einen nicht unwesentlichen Beitrag zum erforderlichen Energiesparpotential zu liefern. Dabei kann z. B. mit der Wasser-Lithiumbromid-



Dipl.-Ing. L. Richter kennt sich in Anlagenfragen der Absorptionstechnik aus und kann seine Zuhörer überzeugen

verweisen. Die Solartechnologie nimmt im ILK einen vorderen Platz ein, und die ersten Erfahrungen stammen aus einer inzwischen bei der Fachwelt bekannten hauseigenen solarbeheizten DEC-Klimaanlage für den Veranstaltungsraum des ILK.

Den Reigen der Fachreferenten eröffnete Prof. E. Wobst, der den Bereich Kältetechnik des ILK leitet. Er spannte den weiten Bogen von den Ursachen der Einführung der heute üblichen Kältemittel ohne bzw. mit nur noch geringem Umwelt-



Die Teilnehmer des Kolloquiums in Dresden folgen aufmerksam den Vorträgen der Referenten, die sich hier auch in der ersten Reihe präsentieren

Technik auf ein Vermächtnis aus den 60er Jahren zurückgegriffen werden, das unter der aktuellen Strategie der Nutzung von Umwelt- und Abwärmeenergie zu neuem Leben erwacht. Als besonders hervorzuhebende Lösung konnte er auf die solarbeheizte Ammoniak-Wasser-Absorptionsanlage zur Klimatisierung des Technologiezentrums Sachsen-Anhalt in Köthen

schädigungspotential bis zu den Absorptionsverfahren mit Naturstoffen.

Die Erarbeitung neuer Lösungen erfolgt unter der Zielstellung der weiteren Verminderung der Umweltbelastung und

des Energieaufwands, wobei ein verringerter Energieverbrauch in der Folge auch wieder die Umwelt entlastet. Unter diesen Aspekten konnte er auf die schon bekanntem ILK-Arbeiten zu CO₂ und Wasser als Kältemittel verweisen und auch für Luft als Kältemittel in Anlagen mit zweistufiger Verdichtung, Zwischenkühlung und thermischer Regeneration eine Lanze beim Einsatz bei tiefen Temperaturen brechen. Natürlich zunächst nur unter technischen Gesichtspunkten, denn die Kostensituation und die Komponentenproblematik lassen diese Thematik stoppen. Die Anwendungsforschung für die Nutzung von Ammoniak in kleinen Kälteanlagen nimmt mit der Verwendung eines Dimethylether-Ammoniak-Gemisches und der möglichen Kupferrohrtechnik einen vorderen Platz im ILK ein. Dazu hat es beim Erscheinen dieses Berichtes ein weiteres Dresdner Kolloquium gegeben, über das die KK im nächsten Heft berichten wird. Die Ausführungen zur abgasgetrie-

kältemaschinen geeignet. Auf der kalten Seite wurden Temperaturen unter 0 °C betrachtet.

Das Konzept sah vor, möglichst kostengünstige kältetechnische Standardkomponenten zu verwenden und aufwendige Zusatzanlagen zu vermeiden, auch zu Lasten der Energieeffektivität, da die Abwärme fast nichts kostet. Das Double-Lift-Prinzip wurde aus der Vielzahl möglicher zweistufiger Schaltungen als günstig erkannt. Hierbei wird der im Austreiber der

gerechte Anlagen beschäftigte. Seinem lebhaften Vortrag folgte man mit Begeisterung, denn er machte deutlich, welche Effekte zu erreichen sind, wenn man eingetretene Wege verläßt. Sein Credo: „Glaube keinen Vorgaben, die du nicht selbst überprüft hast!“, ist nicht nur an die Absorptionstechnik gebunden! Das trifft für den Kältebedarf ebenso zu wie für die Temperaturvorgaben oder die Standortbedingungen. So konnte er klarmachen, wie eine etwas kleinere projektierte Kältelei-



Dipl.-Ing. Hommann stellt ein wirtschaftliches Anlagenkonzept für Ammoniak-Wasser-Absorptionskältemaschinen vor

benen Kältemaschine leiteten dann zu den Themen des Tages über.

Den Ball nahm unmittelbar Dipl.-Ing. Hommann auf, indem er neue technische Lösungen für Ammoniak-Wasser-Absorptionskälteanlagen kleiner und mittlerer Leistung vorstellte. Solche Anlagen boomen gegenwärtig in Japan auf der Basis der Erdgasbeheizung. Ausgangspunkt für die ILK-Forschung war die Tatsache, daß in der Lebensmittelindustrie gleichzeitiger Wärme- und Kältebedarf besteht. Die Abwärme mit Temperaturen von 70 bis 100 °C ist zum Antrieb von Absorptions-



Prof. Wobst spricht über Kühlung ohne FCKW und HFCKW

Niederdruckstufe entstehende Dampf im Hochdruckabsorber aufgenommen, ohne Arbeit zu verrichten. Das begrenzt das Wärmeverhältnis auf 0,30 bis 0,35.

Der gerätetechnische Aufbau der Anlage erfolgte dann modular in drei Baugruppen nach einem kostengünstigen Konzept. Dieses enthält keine Rektifikation und verwendet weitgehend Plattenwärmeübertrager. Der Verdampfer ist als Einspritzverdampfer mit oberer Einspeisung ausgeführt, um den Restwassertransport zu gewährleisten. Besondere Beachtung fand dabei die Kältemittelverteilung, was auch als Lehre für andere Entwickler gelten sollte. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen, im Verlaufe der Erprobung konnte aber das Konzept als geeignet beurteilt werden, und weitere Verbesserungsmöglichkeiten sind erkannt worden. Wer auf diesem Gebiet tätig ist, wird einen Nutzen aus den Ergebnissen ziehen können.

Daß die Absorptionskältetechnik im ILK nicht nur ein Nebenweg ist, machte Dipl.-Ing. L. Richter in seinem Vortrag klar, der sich mit der notwendigen Anpassung an die Einsatzbedingungen für standort-

stung erhebliche Investitionskosten sparen kann, wenn man den Speichereffekt nutzt. Oder wenn diese Leistung nur wenige Stunden im Jahr benötigt wird, kann man die Klimaanforderungen für diese wenigen Stunden mit gutem Gewissen etwas herabsetzen. Ebenso wirkt es sich deutlich auf die Anlagekosten aus, wenn die Heizmedientemperatur nicht den Extremfall abdecken muß, sondern für die Normalleistung entsprechend niedriger gehalten werden kann. Für den Extremfall hilft dann ein billiger elektrischer Nachheizer. Auch das war an die Adresse aller Klimaprojektanten gesagt, die dies hier vielleicht lesen werden und etwas darüber nachdenken sollten.

Die eingangs von Dr. Herzog erwähnte solarbeheizte Anlage in Köthen wurde dann zum Kriterium der Praxis für den Entwickler mit so einleuchtenden Überlegungen. Die Anlage liefert eine Kälteleistung von 15 kW bei Kaltwasser 14/8 °C, Heizwasser 95/85 °C und Kühlwasser 27/33 °C. Das Wärmeverhältnis beträgt 0,50 bis 0,55 und als elektrische Anschlußleistung reichen 300 W. Die Ammoniakfüllmenge beträgt 10 kg, die Wasserfüllmenge 9 kg. Da bleibt nur noch Erfolg zu wünschen, wenn in dieser Sommersaison die Leistung auch benötigt wird.

Dr.-Ing. Pietsch konnte über Entwicklungsarbeiten zum Energieverbund zwi-

schen BHKW und Absorptionskältemaschinen berichten. Die bisher bekannten Arten der Abwärmenutzung durch Abgasnachheizung des Motorkühlwassers oder die getrennte Nutzung von Abgas und Kühlwasser in zweistufigen Anlagen wurde weiter verbessert. Mit der neuen Multieffekt-Absorptionskältemaschine auf der Basis Wasser-Lithiumbromid werden beide Abwärmeströme des BHKW zur Kälteerzeugung genutzt (siehe Funktionschema).

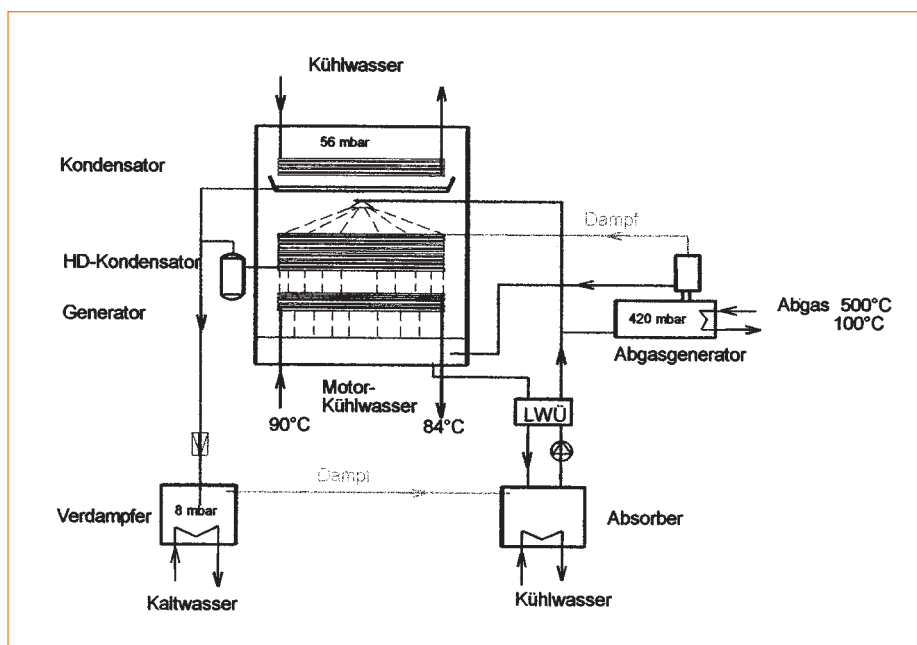
Durch die Mehrfachausbreitung und die Abgasnutzung mit hoher Temperatur (ca. 500 °C) wurde ein mittleres Wärme-

meübertrager der Versuchsanlage aufgebaut, was den günstigen Nebeneffekt eines geringen Grundflächenbedarfes hat.

Die BHKW-Seite wurde bei diesem Kolloquium durch Dipl.-Ing. Förster von EES-Erdgas Energiesysteme aus Essen vertreten. Diese Firma war auch der Entwicklungspartner der modularen Ammoniak-Wasser-Anlage, wie sie von Hommann vorgestellt worden war. Förster ging nun auf die Motorenprobleme ein und war damit der ergänzende Part zu Pietsch. Er konnte deutlich machen, daß bei EES und bei ihm persönlich eine Motorenkompetenz über die Gesamtpalette der Herstel-



Dipl.-Ing. Förster, EES, kennt sich in Motorenfragen für BHKWs mit Abwärme-Absorptionskälteanlagen aus



Funktionsschema der Wasser-Lithiumbromid Multieffekt-Absorptionskältemaschine

verhältnis von 0,9 erreicht, was zusätzlich natürlich durch das Kühlwasser (ca. 26 °C) beeinflusst wird. Die nutzbare Motorkühlwassertemperatur beträgt 90 °C. Mit diesem Anlagenkonzept wird es möglich, die Jahresarbeitszeit von BHKW-Anlagen zu erhöhen und kleine Leistungseinheiten für 50 bis 200 kW Kälteleistung wirtschaftlich zu realisieren. Der Anlagenkostenfaktor liegt bei ca. 1000 DM/kW und wird mit der Größe der Anlage niedriger.

Ein weiteres bemerkenswertes Ergebnis dieser Entwicklung ist ein stehender zylindrischer Wärmeübertrager mit zu einem Bündel zusammengeschalteten übereinander liegenden parallelen Ringrohren, wodurch immer eine gute Benetzung der gesamten Wärmeübertragerfläche und eine gleichmäßige Verteilung der Lösung erreicht wird. So sind alle Wär-

mer und Leistungen vorliegt, daß aber auch Erfahrungen im Kälteanlagenbau und in der Verwirklichung von neuen Entwicklungen dabei vorhanden sind.

Die Schadstoffreduzierung in den Abgasen ist ebenso ein Arbeitsfeld wie die Vermeidung von klopfender Verbrennung. Es werden Motorleistungen von 200 bis 3800 kW betrachtet, und aus dieser Leistungspalette wurden realisierte Anlagenbeispiele vorgestellt. Diese sind teilweise auch mit Absorptionskälteanlagen kombiniert. Aus der Sicht des Anlagenbauers bieten das Motorkühlwasser, die Ölwärme und die Abgaswärme das Potential für die

von Pietsch vorgestellten Anlagenlösungen als gute Ergänzung des bisherigen EES-Programmes.

Ein anderer Praxispartner des ILK ist das Dresdner Energieversorgungsunternehmen DREWAG, das durch einen Vortrag von Projektleiter Dr. P. Röllig an diesem Kolloquium mitwirkte. Röllig konnte Absorptionkälteanlagen innerhalb des Dresdner Fernwärmenetzes vorstellen und die wirtschaftlichen Zusammenhänge dabei vielseitig beleuchten. Er machte eingangs deutlich, daß sich die DREWAG mit dem Fernwärmeunternehmen DEF immer besser zum Dienstleister entwickelt und dem Kunden Vorteile bei der Lieferung von Fernwärme für Kälteerzeugung bietet. Natürlich ist das Grundanliegen dabei der Umweltschutz durch Vermeidung der umweltbelastenden Kältemittel und über die Kraft-Wärme-Kopplung gleichzeitig die Reduzierung des Primärenergiebedarfes und der Kohlenstoffdioxid-Emissionen, aber dieses Mäntelchen wird nach seiner Erfahrung nur so lange getragen, wie es sich auch kostenmäßig als vorteilhaft erweist. Aus der Sicht des Energieunternehmens, die für die Zuhörer durchaus interessant war, kann die Kopplung des Kältebedarfes an den Strombezug unter dem Gesichtspunkt des liberalisierten Strommarktes günstig zur längerfristigen Kundenbindung beitragen. Von den 7 in Dresden laufenden Absorptionskälteanlagen ist die DEF bei 5 der Eigentümer und Betreiber!

Hauptsächlich ist aber diese Kopplung eine Maßnahme zur gleichmäßigeren und effizienteren Auslastung der Energieerzeugungsblöcke, speziell des neuen GuD-

Heizkraftwerkes. Am Beispiel der Kälteanlage für das Hotel Taschenbergpalais in Dresden konnte er für den Kälteleistungsbedarf eines zurückliegenden Jahres von 940 000 kWh deutlich machen, wie mit der zur Kälteerzeugung eingesetzten Fernwärmemenge von 1400 MWh zusätzlich 1270 MWh elektrische Energie erzeugt wurden und damit der Fremdbezug in der

Die vormontierten Anlagen nach dem System Borsig decken den Leistungsbe- reich von 200 bis 800 kW ab und werden vormontiert als Standard geliefert. Mit 4 Modulen lassen sich bis 3200 kW installie- ren.

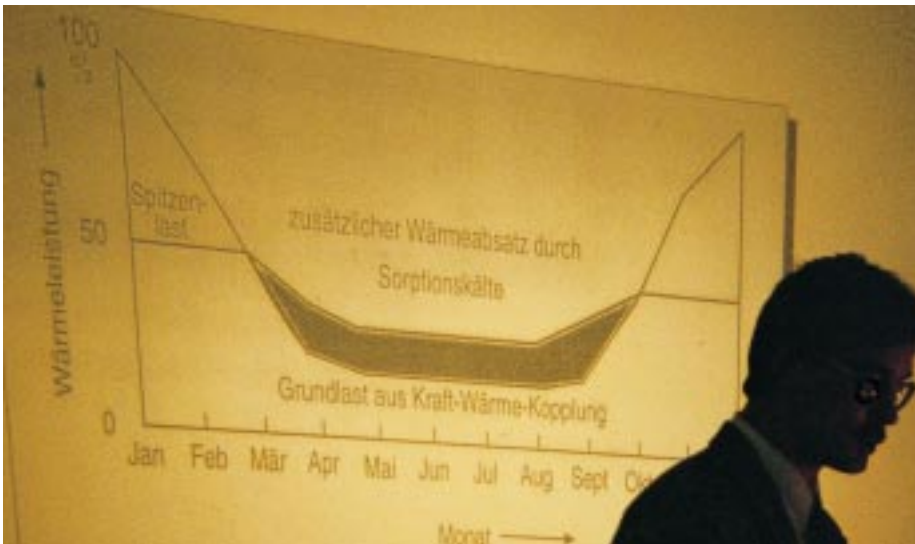
Die Besonderheiten bei darüber hin- ausgehenden großen Anlagen sind darin zu sehen, daß eine individuelle Auslegung

Anlagen gibt es praktisch keine Lei- stungsbegrenzung, indem 10 MW Kältelei- stung je Strang möglich sind und die An- zahl der Stränge frei gewählt werden kann. Die Austreiber werden überflutet oder be- rieselt ausgeführt und mit Dampf, Abgas- wärme oder direkt beheizt. Alle Kompo- nenten werden von namhaften Herstellern geliefert.

Eine vergleichsweise Wirtschaftlich- keitsberechnung von Absorptions- und Kompressionskälteanlage für 1000 kW Kälteleistung bei -40°C und 8000 jährli- chen Vollastbetriebsstunden fällt im Ver- hältnis 1:2 sehr zugunsten der Absorpti- onsanlage aus, aber wohl vor allem wegen deren Abschreibungszeit von 25 Jahren ge- genüber 10 Jahren für die Kompression.

Mattes ging auch auf die oft problema- tischen Genehmigungsverfahren ein, die nach seiner Ansicht durch die teilweise haarsträubenden Rechtsvorschriften er- schwert werden.

Das Kolloquium ging mit einer Besich- tigung der ILK-Versuchseinrichtungen zu Ende. Sowohl in den Labors als auch in den Prüfstandsräumen wurde eine leben- dige Illustration der Vortragsinhalte und manches darüber Hinausgehende geboten. Man kann nach einem informativen Tag ohne Einschränkung die Schlußfolgerung



Dr. Röllig kann die Anhebung der Grundlast durch Einkopplung von Absorptionwärme anschaulich erläutern

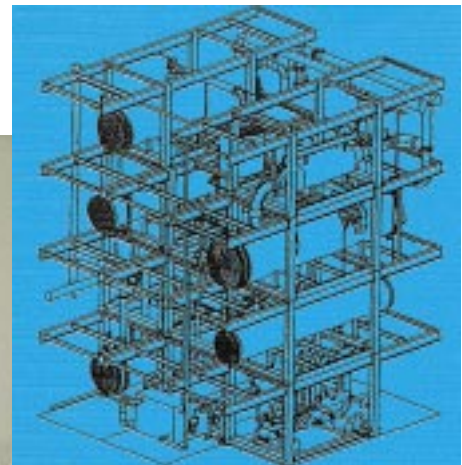
gleichen Größe vermieden werden konn- te. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist auch die Ausnutzung der angemeldeten Leistung zu berücksichtigen. Nach der DEF-Erfahrung wird nur in 5 % der Fälle die tatsächlich angemeldete Leistung aus- geschöpft. Und bei der Planung sollte man schon berücksichtigen, worauf bereits Richter in seinem Vortrag hingewiesen hatte, daß nämlich nur 6,5 Tage jährlich in Dresden die maximale Tagestemperatur über 30°C liegt. Abschließend konnte er auf die Frage nach der Reaktion des Un- ternehmens auf die Planung von eigenen BHKWs bei Drewag-Kunden noch antwor- ten, daß man auf solche Fälle vorbereitet ist und jeweils passende Konditionen bie- ten kann, um dies zu vermeiden.

Schließlich verdient der Vortrag von Dipl.-Ing. H. Mattes von der Hans Güntner GmbH, zu der die frühere Borsig Kälte- systeme heute gehören, entsprechende Aufmerksamkeit. Mattes stellte das lei- stungsfähige Unternehmen für Absorp- tionkälteanlagen in der ganzen Breite sei- nes Wirkens vor.

für jede Anlage erfolgt und kaum ei- ne der anderen wirklich entspricht. Dabei ist eine Freiaufstellung immer vorgesehen. Für solche angepaßten



Dipl.-Ing. H. Mattes wußte die Leistungsfähig- keit seiner Firma ins rechte Licht zu setzen. Hier zeigt er eine modularisierte Standardanlage für 2000 kW Kälteleistung



ziehen, bei Bedarf an Wissen und Erfah- rung zur Absorptionskältetechnik in den Fachleuten des ILK kompetente Partner zu finden. Mit dieser Überzeugung verab- schiedete sich auch U. A.