

Dresdner Kolloquium des ILK

Solare Klimatisierung



Die Teilnehmer sind erwartungsvolle Zuhörer und wurden nicht enttäuscht. Im Vordergrund vorn links Prof. Franzke und Dr. König als Moderator und Leiter des Kolloquiums

Die Dresdner Kolloquien, die das ILK Dresden in loser Reihenfolge seit 1993 durchführt, geben jeweils einen Überblick über den aktuellen Arbeitsstand dieser Forschungseinrichtung, immer in Zusammenarbeit mit Auftraggebern für die Themen und mit Nutzern der Ergebnisse. Bei der Veranstaltung am 25. Mai 2000 wurde nun das Gebiet der solaren Klimatisierung behandelt, wobei allerdings bei den meisten Themen die solare Energiequelle indirekt beteiligt war, indem sie als eine der thermischen Energien zum Antrieb der sorptionsgestützten Klimatisierung (SGK, DEC) und der Ab- bzw. Adsorptionskälte stand.

Einführend verwies Geschäftsführer Dr.-Ing. König auf die Tradition des ILK im Themenkreis der Anwendung alternativer Energien. Ein fester Kern interessierter Entwickler und Planer für diese Thematik hat sich herausgebildet und erweitert sich ständig, was auch diese Veranstaltung wieder bestätigt. Die Vorträge beziehen sich schwerpunktmäßig auf den Einsatz von Niedertemperaturwärme und die Nutzung der Absorption zur Entfeuchtung.

Den Reigen der Vortragenden eröffnete Dipl.-Ing. Gehrman vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technik mit Ausführungen zu Aktivitäten des BEO (Biotechnologie, Energie, Ökologie) Jülich. Dort sind 175 Mitarbeiter mit der Forschungsförderung auf diesen Arbeitsgebieten beschäftigt. Eine mit dieser Veranstaltung relevante zentrale Thematik ist das solar optimierte Bauen, wobei solar

unterstützte HLK-Systeme ein wichtiger Teilkomplex sind. Methodisch sind die Arbeiten gegliedert in

- Grundlagenforschung bis zu Auslegungsdaten,
- Weiterentwicklung bestehender Systeme und
- Neuentwicklungen.

Inhaltlich geht es in diesem Rahmen um die Nutzung thermischer Energien zur Luftkühlung und Luftentfeuchtung, sowie die energetische Optimierung und Bewertung dieser Prozesse.

Die Bilanz des Praxisbezuges der umfangreichen FuE-Arbeiten läßt noch viele Wünsche offen, wobei Gehrman dem ILK eine etwas bessere Situation als anderen Stellen bescheinigen konnte. Wichtig ist die Funktion des FGK im Prozeß der praktischen Umsetzung der Ergebnisse, indem es im Sinne einer Bringschuld der Forscher hilft, die Praxiswirksamkeit zu verbessern. Andererseits beklagte er die geringen Aktivitäten im Sinne einer Holschuld der Branche und sah die BEO- und

MWT-Aufgaben auch darin, die Kontakte zwischen Forschern und nutzenden klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU) herzustellen und zu verbessern.

Der Berichterstatter sieht in dieser Situation allerdings zwei Seiten der Medaille: Was wirklich praxisrelevant geforscht wurde, sowie gut und wirtschaftlich verwertbar ist, bedarf keiner weiteren Förderung. Das setzt sich durch. Das ist die eine Seite. Auf der anderen Seite muß man der Tatsache ins Auge sehen, daß sich manch gute zukunftsfruchtige Lösung momentan wirtschaftlich wirklich nur mit Förderung machen läßt. Wenn sich das im Sinne einer Vorleistung für die folgenden Generationen überzeugend klar machen läßt, dann sollte das aus Verantwortung für die nachfolgenden Generationen eben gefördert werden. Daß man aber die Bewertungsmaßstäbe für diese Anforderungen des Morgen heute schon real benutzt, wird ja wohl noch lange ein Wunschtraum bleiben.

Im anschließenden ersten Fachvortrag legte dann auch Dipl.-Ing. Gruler von Robathern den Finger auf die Wunde, indem er seine interessanten Ausführungen zu Anlagen der SGK-Technik und deren Komponenten für den Betrieb der Regeneratoren mit Fernwärme oder Wärme aus BHKW oder vielleicht auch mit Solarwärme mit Ausführungsbeispielen belegte. Während das Druckhaus Waiblingen und das Hörsaalzentrum der TU Dresden mit BHKW- bzw. Fernwärme betrieben und investitionsseitig nicht teurer als eine konventionelle Anlage ausgeführt werden konnten, waren die Gedanken zum solaren Regenerieren darauf gerichtet, daß die nach seiner Auffassung nahezu vorhandene Gleichzeitigkeit von Klimalast und Sonnenwärme eigentlich die Solaranwendung aufdrängt. Aber leider mußte der Referent richtigerweise schlußfolgern, daß die Solarenergie in Mitteleuropa nur selten wettbewerbsfähig ist. Offensichtlich hatte er aus diesem Grund auch kein praktisches Beispiel zur Hand. Und die SGK als DEC-System kann man nur dann wirtschaftlich anbieten, wenn der Investitionskostenmehrabbedarf durch den um bis zu 50 % geringeren Elektroenergiebedarf dieser Anlagen aufgerechnet werden kann.

Ungeachtet dessen befaßt sich das Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg mit der Thematik

des wärmegetriebenen Kühlprozesses zur Kaltwassererzeugung unter Nutzung der Sonnenwärme für den Austreibervorgang der Ab- bzw. Adsorptionsanlagen sowie für den Trocknungsvorgang der DEC-Anlagen. Dr. Henning vom ISE berichtete über den Forschungsstand und stellte einleitend die Vorstellung von der Gleichzeitigkeit des Anfalls der Sonnenwärme und des Kühlbedarfes in Frage, was bei Gebäuden mit Speicherfunktion ja allgemein bekannt ist. Deshalb muß eine Kältespeicherung den Ausgleich auf der Nutzseite erbringen.

Nach seinen Ausführungen liegen keine gesicherten Verbrauchs- oder Ersparnisdaten vor, und allgemeingültige Ausle-



Dr. Henning spricht über die neuen Konzepte, die der solaren Klimatisierung zur weiteren Verbreitung verhelfen werden

gungskriterien sind ebenfalls nicht verfügbar. Es kann aber im Sinne seines Vordrängers konstatiert werden, daß eine Primärenergieersparnis erst bei solaren Deckungsgraden von über 70 % eintritt. Er stellte neue Konzepte für die Wirtschaftlichkeitsverbesserung der solaren Klimatisierung vor und gab den Ausblick für die Zukunft, daß die solare Klimatisierung technisch machbar ist, die noch fehlenden Auslegungsalgorithmen geschaffen werden, beste Aussichten für die Nutzung im Mittelmeerraum bestehen und 13 neue Anlagen in 5 Ländern eine Pionierfunktion erfüllen.

Den Energieverbrauch und die Regelung von SGK-Anlagen hatte Prof. Franzke vom Veranstalter ILK zum Inhalt seiner Ausführungen gemacht. Er ging von der geringen Akzeptanz der Klimatisierung in Deutschland aus und stimmte mit seinen Vordrängern dahingehend überein, daß der Planer überfordert ist, wenn er über das zweckmäßige System entscheiden muß. Man ist zwar dabei, Entscheidungskriteri-

en zu erarbeiten, aber die Schwierigkeit besteht u.a. darin, daß man zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Bearbeitung schon Gebäudedaten benötigt, die im allgemeinen erst später verfügbar sind.

Über das Klimasystem und die Möglichkeit der Anwendung der solaren Klimatisierung entscheidet nach seiner Erfahrung aber nicht in erster Linie das Gebäude, sondern das Wetter mit den daraus abgeleiteten Daten für die Jahressimulation der Kühllast. Mit Fanger stimmt er überein, wenn er fordert, die klimatisierte Luft kühl und trocken zur Verfügung zu stellen. Das heißt natürlich, beim Kühlen zu entfeuchten, was den Energiebedarf steigen läßt und gegen Kühldecken spricht, weil diese natürlich nicht entfeuchten können. Die SGK sollte deshalb bei hoher Luftfeuchte, z. B. bei schwülwarmem Klima, mit einem Zuluftkühler statt einem Verdunster ausgeführt werden, was auch energetisch besser ist. Als Musterbeispiel für eine Kälte-Wärme-Kopplung unter Berücksichtigung der von ihm genannten Bedingungen für die Luftbehandlung stellte er die Anlage im Dresdner Hygienemuseum vor. Die Anlage nutzt die Nähe des Arnoldsbades mit seinem Wasservolumen als Kältereservoir.

Zum Komplex der SGK gehörte auch der interessante Vortrag von Dipl.-Ing. Hagenbruch von nordklima Lohne, der die



Prof. Franzke spricht über die günstige Kraft-Wärme-Kopplung im Deutschen Hygienemuseum in Dresden

klimatechnische Lösung im Alsenblock im Berliner Regierungsviertel erläuterte. Dafür lag die politisch motivierte, auf eine maximale Minimierung des CO₂-Ausstoßes gerichtete Ausschreibung des Klimakonzeptes zu Grunde. Folgerichtig kamen 15 SGK-Geräte zum Einsatz, deren Betrieb unterhalb 5 °C zum Heizen und oberhalb

22 °C zum Kühlen vorgesehen ist. Mit den aus den USA beschafften Hexagonalrotoren konnten geringe Abmessungen und gleichzeitig geringe Druckverluste erreicht werden. Der Antrieb der Rotoren erfolgt nicht durch Riemen an der Mittelwelle, sondern über ein Reibrad am Umfang, wodurch die Mittelwelle gar nicht erst erforderlich ist. Die Abdichtung des Rotors mit einer verschleißfesten Gleitringdichtung wirkt sich günstig auf die thermischen Daten aus. Die Rotoren bestehen aus dem Spezialpolymer Nomex als Grundmaterial, das mit Titansilikat beschichtet ist und ganz ohne Materialaustragungen arbeitet. Nach Inbetriebnahme der Anlagen wird es eine Meßwerterfassung geben, um entsprechende Erfahrungen für zukünftige Auslegungen zu sammeln.

Aus der unmittelbaren Praxis konnte dann der Vertreter der Firma Ott und Spiess in Langenau, Dipl.-Ing. Mößle, berichten. Für das eigene neue Firmengebäude mit 415 m² Bürofläche und einem Kältebedarf von 36 kW wurde eine Demonstationsklima- und -heizungsanlage errichtet, bei der die Sonnennutzung zu den Planungszielen gehörte. Das halbrunde Gebäude ist zur Sonnenseite hin orientiert und als Wohlfühlgebäude deklariert. Für die Heizung betragen die Deckungsraten 12 % solar, 45 % BHKW und 42 % Brennwertkessel. In dieser Reihenfolge werden die Systeme bei Bedarf auch zugeschaltet. Die Kühlung erfolgt mittels Absorptionkältemaschine, bei der für 4,5 MWh Kühlbedarf 10,3 MWh Wärme benötigt werden. Ausgeführt ist ein Zweileitersystem, so daß gleichzeitig je nach Anforderung der einzelnen Räume sowohl Kühl- als auch Heizbedarf gedeckt werden kann.



Dipl.-Ing. Mößle erläutert die technische Konzeption des Wohlfühlgebäudes der Firma Ott und Spiess

Die Investitionskosten von 558 TDM liegenden 90 TDM über denen einer konventionellen Anlage und die Gesamtenergiekosten von 8 TDM jährlich bedeuten eine Einsparung von 1,2 TDM, woraus man einfach eine Amortisationszeit der umweltrelevanten Anlage von 80 Jahren ausrechnen kann, nicht gerechnet, daß schon vorher deren Erneuerung nötig wäre. Die Stromkosten von 11 Pf/kWh lassen kein besseres Ergebnis zu. Man kann die Pionierleistung von Ott und Spiess unter diesen Gesichtspunkten nur sehr hoch schätzen, besonders bei der sonst gegebenen Wettbewerbssituation von solaren Anlagen zu BHKW's, die hier aber als sich ergänzende Systeme in Kombination arbeiten, um Zukunftserfahrungen zu sammeln. Zu diesen Erfahrungen gehören:

- auf den Flachkollektoren bleibt der Schnee zu lange liegen, deshalb sollten sie aufgerichtet werden,
- die Ausrichtung des Gebäudes und der Kollektoren nach Süden ist nicht optimal, bei Ostausrichtung kann die morgendliche Sonneneinstrahlung besser genutzt werden,
- der Wärmepufferspeicher sollte möglichst groß und hervorragend isoliert sein,
- die Verwendung eines Kältepufferspeichers wäre sinnvoll.

Aus dem Vortrag konnte man erkennen, daß alle diejenigen, die sich mit der umweltbewußten Planung oder Errichtung einer neuen Heiz- und Klimaanlage beschäftigen, bei Ott und Spiess einen Partner finden, der praxisgerecht auf der Basis eigener umfangreicher Messungen und Betriebserfahrungen beraten kann, um zu einer optimalen Lösung zu kommen.

Was ist solare Klimatisierung?, fragte Prof. Trogisch von der HTW Dresden zur Einleitung seines interessanten Vortrages über Gebäudebedingungen für die Klimatisierung, und die Antwort ergab sich erst im Verlaufe des weiteren Vortrages. Unter dem Gesichtspunkt des ökologischen Planens und Bauens sollten das Gebäude, seine technische Ausrüstung und seine Nutzung ausgewogen aufeinander abgestimmt sein. Dabei hat die Nutzung das Primat und das Gebäude ist der Rahmen, der die klimatische Belastung minimieren kann, indem er die Maxima der Last dämpft und zeitlich verschiebt.

Die solare Klimatisierung wird durch die Gebäudestruktur unterstützt, z. B. durch Atriumgebäude oder Gebäude mit Windtürmen. Und für feucht-warmes Klima zu bauen heißt leicht bauen. Aber prinzipiell erfordert die solare Klimatisierung keine besonderen Gebäude, aber bestimmte vernünftige Bedingungen, wie

- eine ganzjährige Klimaberücksichtigung,
- eine Minimierung der äußeren Belastung und
- eine Anpassung des Raumprogrammes bzw. seiner Nutzung an die Gebäudegestaltung.

Auf der Gebäudeseite ist die Schaffung von Flächen für die Solarenergienutzung wichtig, ebenso die Minimierung der Belastung durch die Fassadengestaltung. Dafür konnte er mit einigen schönen architektonischen Beispielen aufwarten.

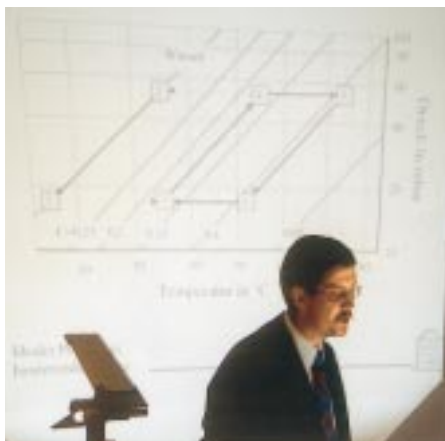


Prof. Trogisch zeigt Beispiele für schöne Fassaden unter dem Gesichtspunkt der Solarenergienutzung

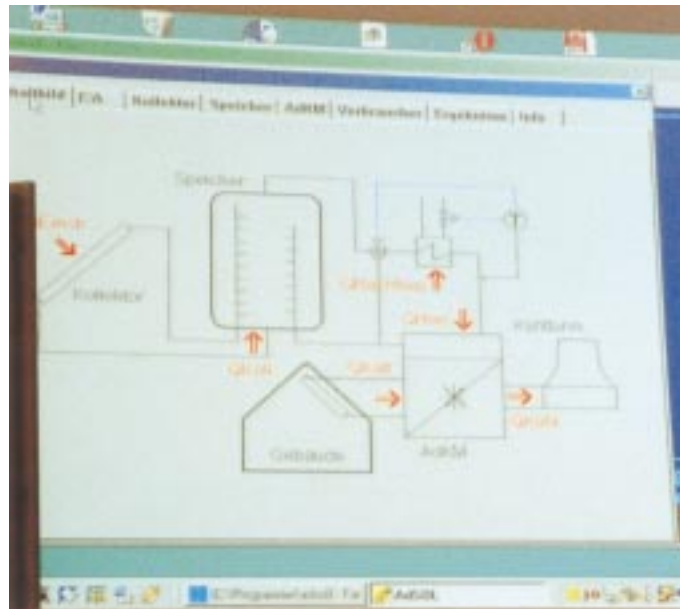
Zum Thema Absorptionsanlagen kleiner Leistung für solare Klimatisierung, den Dipl.-Ing. Hommann vom ILK auch für seinen Mitverfasser Prof. Wobst vortrug, gab es zunächst einen guten Schnellkurs zu Funktion und Verfahrensvarianten dieser Kühlmethode. Es gab auch für die 100-kW-Leistung den Vergleich der Antriebsenergien zwischen Kompressions- und Absorptionsanlage, nämlich 25 kW auf der einen und 167 auf der anderen Seite. Daraus folgt die ebenfalls sehr unterschiedliche Verflüssigerleistung von 125 zu 267 kW, was auf den Wärmeübertrageraufwand schlußfolgern läßt. Die Austreibertemperatur spielt für die erreichbare Verdampferleistung eine wichtige Rolle, denn mit Wärme, die bei 100 °C für den Austreiber verfügbar ist, kommt man nur auf ca. 0 °C. Als Austreiberwärme wird Direktheizung, Abwärme bzw. Wärme aus Kraft-

Wärme-Kopplung und Solarwärme genutzt, wobei die Solarwärme wegen ihrer begrenzten Temperatur erhöhten Anlagenaufwand erfordert, wie zweistufige Anlagen und kleine Temperaturdifferenzen an den Wärmeertragern. Das Investitionskostenverhältnis für eine Anlage von 50 kW ist 3 bis 6 zu Lasten der Absorption. Eine solarbetriebene kleine Anlage für 15 kW wurde für die Fachhochschule Köthen in modularer Konzeption aufgebaut, und ähnliche modulare Anlagen für über 100 kW werden zur BHKW-Abwärmenutzung vorbereitet.

Abschließend ist noch über zwei Vorträge junger Forscher der TU Dresden, Institut für Thermodynamik und TGA, zu solar beheizten Adsorptionskältemaschinen zu berichten. Dipl.-Ing. Gassel sprach über Betriebserfahrungen und Dipl.-Ing. Nuszowski über Simulationsberechnungen. Das Adsorptionsverfahren ist dabei für solaren Antrieb wegen der niedrigen erforderlichen Austreibertemperaturen gut geeignet. Die Anlagen arbeiten periodisch abwechselnd als Kühler bzw. werden geheizt. Die Heizung kommt von Sonnenkollektoren, die das Heizwasser zunächst in einen Speicher liefern, von wo aus es zum Adsorber gelangt, bei Bedarf über einen Nachheizer. Die Arbeitskammern sind mit Silikagel als Adsorber gefüllt. Es existieren 15 derartige Anlagen in Deutschland mit Leistungen von 50 bis 250 kW. Aus einer 50-kW-Anlage in Dresden stammen die Erfahrungen, über die berichtet wurde. Es wird mit einer abgehängten Decke still gekühlt, der Kühlwasservorlauf liegt zwischen 15 und 18 °C. Bei unterschied-



Dipl.-Ing. Gassel erklärt die Funktion der solar beheizten Adsorberanlage



Dieses Schaltschema liegt der Simulationsrechnung zu Grunde

lichen Zykluszeiten und Vorlauftemperaturen wurden Versuche durchgeführt und Kälteverhältnisse von 0,35 bis 0,66 erreicht. Die normale Zykluszeit ist 7 min und die Regelung ist durch vorzeitigen Zyklusabbruch möglich.

Die Heizung im Winter erfolgt mittels Fernwärme, aber die niedrigen Vorlauftemperaturen von 59 bis 71 °C sind auch für Solarbetrieb geeignet, der auch im Verbund realisiert ist.

Das Simulationsprogramm zur Berechnung der Leistungscharakteristik der solaren Adsorptionsanlage geht vom Schaltschema mit Kollektor, Speicher, Nachheizer, Adsorber, Kühlturm und zu klimatisierendem Gebäude aus. Es berücksichtigt die Wetterdaten und die Daten der genannten Komponenten sowie den Verlauf und die Größe der thermischen Lasten. Als Engpaß bei der Leistungsübertragung hat sich der Wärmetransport im Silikagel herausgestellt. Der genannte Kostenfaktor von ca. 1000 DM/kW liegt zwischen denen für Kompressions- und Absorptionsanlagen.

Damit ging die interessante Veranstaltung zu Ende, allerdings bedauerlicherweise, ohne daß das Fachgebiet Solartechnik des ILK selbst in Erscheinung getreten wäre. Die Schlußbemerkungen von Dr.-Ing. König orientierten dann aber noch einmal auf den Schwerpunkt der solarunterstützten SGK bei der Themenauswahl. Er faßte zusammen:

- Bei der SGK gibt es in Deutschland einen Nachholbedarf gegenüber den USA.
- Die Nutzung der Solarenergie dabei ist machbar, aber noch als Exot anzusehen. Dieser Technik ist zukünftig weiterer Raum zu gewähren.

- Diese Technik ist offenbar für sonnenreichere Länder besser geeignet, deshalb sollte sie unter dem Gesichtspunkt der Exportmöglichkeiten weiterentwickelt werden.



Dr.-Ing. König konnte abschließend eine gute Bilanz für den hohen fachlichen Inhalt der Vorträge des Kolloquiums ziehen

- Die Kostensituation verlangt noch Zugeständnisse, d.h. man muß dafür Bauherren gewinnen und bedienen, die dem Umweltaspekt gegenüber aufgeschlossen sind.
- Die Planung derartiger Anlagen muß als integraler Prozeß mit dem Gebäude und seiner technischen Ausrüstung erfolgen.

U. A.