

Solare Kühlung: Vielversprechend, aber noch nicht ausgereift

Andrea Voigt, Pourrain (F)



Der Kongress wurde vom Otti Technik-Kolleg im Kloster Banz organisiert

Mit Hilfe von Sonnenwärme Kälte zu erzeugen, ist ein faszinierendes Konzept. Dabei fallen Angebot und Nachfrage zeitlich genau zusammen, denn Klimatisierung wird dann benötigt, wenn die Sonne am heißesten scheint. Doch trotz dieser vielversprechenden Voraussetzungen steckt die Technologie „noch in den Kinderschuhen“, wie Dr. Hans-Martin Henning vom Fraunhofer Institut ISE in Freiburg sagt. Woran liegt es, dass sich solare Kühlung nicht schon weiter durchgesetzt hat, welche Technologien stehen zur Verfügung und wie sehen die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen aus? Antworten auf diese Fragen und vieles mehr gab es auf dem Kongress für solare Klimatisierung in Bad Staffelstein zu hören.

Rund 150 Teilnehmer aus über 25 Ländern, davon 43% aus Deutschland, 9% aus Spanien und jeweils 8% aus Österreich, Italien und Frankreich fanden sich zum Thema solare Kühlung am 6. und 7. Oktober im Kloster Banz, Bad Staffelstein, ein. Veranstaltet wurde die Konferenz vom Otti Energie Kolleg e.V., seit langem bekannt für sein Engagement im Bereich erneuerbarer Energien. Trotz der teilweise sehr wissenschaftlichen Vorträge, die für manche Zuhörer nur schwer verständlich waren, war die allgemeine Stimmung sehr positiv und wurde von einem der Teilnehmer mit der Bemerkung „da ist richtig was in Bewegung“ treffend zusammengefasst.

Energieverbrauch

Laut der International Energy Agency (IEA) könnte der weltweite Energieverbrauch bis zum Jahr 2030 um rund 60% ansteigen und sich bis 2050 sogar verdoppeln oder gar verdreifachen. Gleichzeitig führen steigende Temperaturen im Sommer zu einer zunehmenden Nachfrage nach Klimatisierung. Beispielsweise in Deutschland werden bereits heute rund 40 000 GWh Strom für die Klimatisierung von Bürogebäuden verbraucht, so Joachim Nick-Leptin vom Bundesumweltministerium [1]. Deshalb ist solare Kühlung ein vielversprechender Ansatz, der durch verschiedene Förderprogramme unterstützt



Rund 150 Teilnehmer fanden sich zum Thema solare Kühlung im Kloster Banz, Bad Staffelstein, ein

wird. Eines davon ist das Solar Heating and Cooling Programme der IEA, das bereits in der Vergangenheit einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der solaren Kühlung leistete und jetzt fortgesetzt werden soll. Hans-Martin Henning verspricht sich hiervon einen wichtigen Schritt hin zur Standardisierung der Technologie, die für Wirtschaftlichkeit und Rentabilität der Systeme dringend erforderlich ist.

Kostenintensiv

„Jede der derzeit rund 85 Pilotanlagen zur solaren Kühlung in Europa ist ein Unikat“, unterstreicht Henning, wenn man ihn auf den aktuellen Stand der Technik anspricht.



Dr. Hans-Martin Henning (Fraunhofer Institut ISE): „Jede der derzeit rund 85 Pilotanlagen zur solaren Kühlung in Europa ist ein Unikat!“



Sören Paulußen (SorTech): „Ein großer Vorteil von Adsorption im Vergleich zu Absorption besteht darin, dass der Adsorptionsansatz keine beweglichen Teile wie z.B. Pumpen enthält.“

Volker Clauß (Phönix): „Für uns als Hersteller von Solarthermie-Installationen ist die solare Kühlung eine sinnvolle Ergänzung. Unsere Anlagen können um den Klimasteil erweitert und ihr Nutzungsgrad optimiert werden.“



Kein Wunder, dass Wirtschaftlichkeit trotz der im Vergleich zur klassischen Kompressionskälte niedrigeren Betriebskosten momentan noch kein Thema ist: „Die Investitionskosten für den Kälteanteil sind 2–2,5 mal höher und dann kommt noch die Solartechnik hinzu. Damit kann sich die Anlage während ihrer Lebensdauer (15–20 Jahre) kaum amortisieren.“ Dies wird sich erst dann ändern, wenn die Anlagen weiter standardisiert werden und der Planungsaufwand geringer ist. Außerdem handelt es sich bei den bisherigen Systemen um Großprojekte (siehe Infokasten Givaudan), im kleineren Leistungsbereich war das Angebot bislang technisch noch nicht ausgereift. Hier besteht die Lösung für die Zukunft im Angebot von Komplettsystemen, wie seit Jahren in der Solarthermie der Fall. Dies hätte den Vorteil einer höheren Kosteneffizienz sowie einer Vereinfachung der Installation.

Technologien

Grundsätzlich ist es Ziel der solaren Kühlung, Primärenergie einzusparen. Derzeit werden zwei Technologien eingesetzt: Geschlossene Systeme mit Kaltwassererzeugern und offene sorptive Prozesse, auch sorptionsgestützte Klimatisierung (SGK) oder englisch Desiccant Cooling Systems (DCS) genannt. Bei Ersteren handelt es sich um solarthermisch angetriebene Kältemaschinen mit festem Sorptionsmittel (Adsorption) oder flüssigem Sorptionsmittel (Absorption). Adsorptionsanlagen arbeiten meist mit dem Stoffsystem Silikagel/Wasser oder Zeolith/Wasser, Absorptionsanlagen mit dem Arbeitsstoffpaar Wasser/Lithiumbromid. Derzeit am häufigsten betrieben werden Absorptionsanlagen in Kombination mit Kraft-Wärme-Kopplung wie z. B. BHKWs. Der wirtschaftliche Vorteil ergibt sich hier aus dem höheren Nutzungsgrad und dem niedrigeren Preis für Wärmeleistung im Vergleich zu Strom. Wird die Antriebswärme von einer Solaranlage geliefert, muss deren Anteil

mindestens bei 10% bis 55% liegen, um primärenergetisch mit konventioneller Kältetechnik gleichzuziehen. Nur bei solaren Deckungsanteilen darüber liegenden, können Primärenergieersparnisse erzielt werden. Für den Erfolg von Techniken der solaren Klimatisierung ist es daher entscheidend, diesen Sachverhalt bei der Auslegung von Anlagen zu prüfen [2]. Bei SGK-Systemen handelt es sich um offene, luftkühlende Systeme, in denen Luft durch ein Sorptionsmittel getrocknet und anschließend durch Kälterückgewinnung aus der Abluft und durch Verdunstung von Wasser gekühlt wird. Sie empfehlen sich besonders dann, wenn es in erster Linie um die Bereitstellung von Frischluft geht und Kühlung erst das zweite Kriterium ist.

Lösungen

Verschiedene Hersteller bieten inzwischen Lösungen für den kleineren Leistungsbereich von 10–15 kW an. Zwar sind diese von standardisierten, wirtschaftlichen Komplettlösungen noch ein ganzes Stück entfernt, liefern aber dennoch vielversprechende Ansätze.

Das sächsische Unternehmen SorTech AG beispielsweise sieht die Lösung der Zukunft in der Adsorptionstechnik. „Ein großer Vorteil von Adsorption im Vergleich zu Absorption besteht darin, dass der Adsorptionsansatz keine beweglichen Teile wie z. B. Pumpen enthält. Das verringert den Wartungsaufwand und verlängert die Lebensdauer“, so Sören Paulußen, Projektmanager bei SorTech.

Den wirklichen Durchbruch bringen jedoch neue Adsorptionsmittel, wie ein vor kurzem speziell für die solare Kühlung entwickeltes Zeolith von Mitsubishi Chemicals. „Ein entscheidender Faktor für die Leistung eines Adsorptionssatzes ist das Adsorptionsmittel und seine Fähigkeit zur Wasseraufnahme. Mit dem neuen Mitsubishi Zeolith wird der Wasserumsatz maximiert“, sagt Paulußen. Ein zweiter wichtiger Faktor ist der Wärmeübergang zwischen Adsorptionsmittel und Wärmeübertrager. „Unser neues Beschichtungsverfahren ermöglicht extrem kurze Zykluszeiten von rund 90 Sekunden, d. h. fast fünf Mal schneller als die Konkurrenz. Das bringt höhere Kosteneffizienz, da weniger Sorptionsmittel benötigt wird.“

Der Berliner Hersteller Phönix Sonnenwärme AG hingegen setzt auf Absorption und entwickelte in Zusammenarbeit mit der TU Berlin und dem ZAE Bayern einen 10 kW Absorptionssatz mit dem Arbeitsstoffpaar Wasser/Lithiumbromid. Hier liegt



Gregor Weidner (EAW): „Der solare Kühlungs-
markt hat ein gigantisches Potenzial.“

die Betonung auf den niedrigen Antriebs-
temperaturen, die mit den relativ kosten-
günstigen Flachkollektoren erzielt werden

können, dem günstigen Teillastverhalten
und dem kompakten Design. Volker Clauß,
Ingenieur bei Phönix, unterstreicht: „Für
uns als Hersteller von Solarthermieinstal-
lationen ist die solare Kühlung eine sinn-
volle Ergänzung. Unsere Anlagen können
um den Klimasteil erweitert und ihr Nut-
zungsgrad optimiert werden.“ Zwei Phönix
Anlagen laufen bereits seit 2003 erfolg-
reich, die Markteinführung ist für 2006/2007
geplant.

Von der anderen Seite, nämlich der des
Anlagenbaus, kommt die Lösung WEGRA-
CAL, ein 15 kW Absorptionssatz, ebenfalls
mit dem Arbeitsstoffpaar Wasser/Lithium-
bromid, der gemeinsam von EAW Westen-
feld und dem ILK Dresden entwickelt
wurde. „Der solare Kühlungsmarkt hat ein
gigantisches Potenzial“, so Gregor Weid-
ner, Vertriebsleiter bei EAW. „Wir wurden
schon von verschiedenen Solarthermie-
Herstellern angesprochen, die an unserer
Kälteanlage interessiert sind und diese in
ein komplettes Systemangebot für ihre
Endkunden einbinden wollen.“ Die WEG-

RACAL Anlage wurde bereits neun Mal in
Deutschland für den Anwendungsbereich
solare Kühlung verkauft und ist damit mit
der Markteinführung am weitesten fortge-
schritten.

Ausblick

Bei Preisen bis zu 15 000 Euro für Anlagen
im 10–15 kW Bereich, wobei der Teil für
die Solaranlage nicht inbegriffen ist, kann
man sich vorstellen, dass Privathaushalte
oder kleine und mittlere Gewerbe bislang
noch vor den hohen Investitionskosten
zurückschrecken. Dennoch: die Technolo-
gie hat Zukunft, ganz besonders in südli-
chen Ländern mit hoher Sonneneinstrah-
lung und Klimatisierungsbedarf. Die Preise
werden sich mit steigender Nachfrage und
zunehmender Standardisierung mit Sicher-
heit regulieren. Bis dahin ist es wichtig, die
Systemtechnik weiter zu entwickeln, wei-
tere Anlagen zu realisieren und die Öffent-
lichkeit über Fortschritte auf dem Laufen-
den zu halten.

Anwendung bei Givaudan*, Paris

Die Luftqualität hat für die Givaudan Niederlassung in Argenteuil (Großraum Paris) absolute Priorität, denn hier sind neben Büroräumen ein Labor für salzige Aromen, ein Labor für süße Aromen, eine Kantine sowie ein Schulungszentrum für die Parfümherstellung untergebracht. Es versteht sich von selbst, dass es auf keinen Fall zu einer Vermischung der Gerüche kommen darf und dass es für das Wohlbefinden der Mitarbeiter absolut unerlässlich ist, ständig mit Frischluft versorgt zu werden.

Bei der Suche nach der besten Lösung für diese hohen Anforderungen spielte die globale Philosophie des Unternehmens, bei der Umwelt und grünes Image im Vordergrund stehen, eine entscheidende Rolle. Dies allein reichte jedoch nicht aus, denn die Entscheidung, Solarenergie einzusetzen, erforderte auch entsprechende finanzielle Mittel. „Für das Gelingen dieses Projekts war es absolut notwendig, dass alle Beteiligten von der Unternehmensspitze über den Finanzdirektor bis hin zu den technischen Verantwortlichen an einem Strang ziehen“, so Dominique Chaize, Leiter der Abteilung Technik/Sicherheit/Umwelt. Kein Wunder, denn die Gesamtinvestition für die Solare Klimatisierung lag bei rund 700 000 Euro! An Subventionen durch die ADEME (französische Umweltbehörde) sind maximal 30% zu erwarten, so dass die Kosten für Givaudan auf rund 500 000 Euro reduziert werden könnten. Dennoch liegen die Kosten für die solare Lösung trotz der geringeren Betriebskosten weit über der klassischen Kompressionskälte, wie ein Vergleich (siehe Tabelle) zeigt. Auf der anderen Seite werden die CO₂-Emissionen dank der Solarenergie um 17,9 Tonnen pro Jahr reduziert, d.h. um 358 Tonnen über eine geschätzte Lebensdauer der Anlage von 20 Jahren. ■

Technische Daten:

Der Gesamtenergiebedarf des Gebäudes liegt bei 800 kW im Winter und bei 700 kW im Sommer. Rund 100 kW werden durch Solarenergie geliefert, der Rest durch einen gasbetriebenen Yazaki Absorptionssatz und drei klassischen Lennox Trockenkühler.

Neben der Klimatisierung wird die Solarenergie zur Warmwassererzeugung eingesetzt. Architekturbüro: Du Rivau
Planungsbüro: Tecsol (Solarenergie), TopBis (Industrieprozesse)
Anlagenbauer: Hourdain



Die CO₂-Emissionen werden dank der Solarenergie erheblich reduziert



Rund 100 kW werden durch Solarenergie geliefert, der Rest durch einen gasbetriebenen Yazaki Absorptionssatz und drei klassischen Lennox Trockenkühler

Anlagen im 10–15 kW Leistungsbereich

	SorTech [3]	Phönix [4]	EAW [5]
Technologie	Adsorption	Absorption	Absorption
Arbeitsstoffpaare	Fest Wasser/Zeolith	Flüssig Wasser/LiBr	Flüssig Wasser/LiBr
Nominale Kühlleistung	10 kW	10 kW	15 kW
Antriebstemperatur bzw. Heißwassertemp. ein/aus	70 °C bis 80 °C	75 °C/65 °C	90 °C/80,5 °C
Kaltwassertemperatur ein/aus	12 °C/6 °C	18 °C/15 °C	17,5 °C/11 °C
Kühlwassertemperatur ein/aus	30 °C/35 °C	27 °C/34,7 °C	30 °C/36 °C
COP	0,6	0,76	0,71

Vergleich der Investitionskosten

Lebensdauer: 20 J.	Solar	Gas	Strom
Investition	708 774 Euro	110 000 Euro	180 000 Euro
Produktion/Sommer	838 000 kWh	Idem	Idem
Produktion/Winter	1 964 000 kWh	Idem	Idem
Zusatzkosten für Energie	–		103 180 Euro
Gesamtkosten	708 774 Euro	251 680 Euro	283 180 Euro

Absorptionsanlage

Anlagentyp	Yazaki WFC SC-30
Technologie	Absorption
Arbeitsstoffpaar	Wasser/LiBr
Nominale Kühlleistung	105 kW
Heißwassertemperatur ein/aus	88 °C/83 °C
Kaltwassertemperatur ein/aus	12,5 °C/7 °C
Kühlwassertemperatur ein/aus	31 °C/35 °C

Kollektorfeld

Kollektorentyp	Mazdon TMA 600
Technische Merkmale	Vakuümrohrenkollektor, 30 Röhren pro Kollektor
Fläche/Kollektor	3 m ²
Anzahl Kollektoren	100
Kollektorfeld	300 m ²

* Givaudan ist weltweit führender Hersteller von Aromen und Riechstoffen. Das Unternehmen hat seinen Sitz in der Schweiz, erzielte 2004 einen Umsatz von 2,680 Millionen CHF und beschäftigt weltweit rund 5900 Mitarbeiter.

Quellen:

- [1] Political Framework of Research and Development in the Field of Renewable Energies
Joachim Nick-Leptin, BMU
- [2] Solare Klimatisierung von Gebäuden – eine Übersicht
Dr. Hans-Martin Henning, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE
- [3] A novel compact absorption chiller in the range of 10 kW of cooling power
Sören Paulußen, Niels Braunschweig, Walter Mittelbach, SorTech AG Halle (Saale)
- [4] Operational results of a 10 kW absorption chiller and adaptation of the characteristic equation
Annett Kühn, Felix Ziegler, TU Berlin
- [5] Performance data of a small capacity absorption chiller, Mathias Safarik, Lutz Richter, Fabian Möckel, Sven Kretschmar, ILK Dresden, TU Leipzig, TU Dresden