

Solare Kühlung – Erste Beispiele aus der Praxis

Dr. Uli Jakob

SolarNext AG, Nordstraße 10, 83253 Rimsting
 Tel. +49 (0)8051 6888-403, e-mail: uli.jakob@solarnext.de, www.solarnext.de

1. Einleitung

Die aktive Klimatisierung von Gebäuden ist auch unter deutschen Klimabedingungen erforderlich, wenn hohe innere und äußere Lasten nicht mehr über passive Nachtlüftung abgeführt werden können oder andere Niedrigenergie-Kühltechniken über Erdsonden oder Erdreichkollektoren nicht verfügbar oder leistungsmäßig ausreichend sind und hohe Komfortansprüche an das sommerliche Raumklima gestellt werden. Wird aktiv gekühlt, sind lange Laufzeiten der Kältemaschine entscheidend für die Wirtschaftlichkeit einer solarthermischen Kühlung. Während im Wohnungsbau in Mitteleuropa nur etwa 50 bis 200 Kühlstunden auftreten, sind im südlichen Mittelmeerraum sowie in einigen Industrie- und Verwaltungsbauten etwa 1.000 Volllaststunden erforderlich. Das Potential für Solare Kühlung ist jedoch hoch - alleine in Deutschland fallen etwa 40.000 GWh Stromverbrauch alleine für die Klimatisierung von Bürogebäuden an [1]. In vielen Demonstrationsprojekten in Deutschland und Europa werden Betriebserfahrungen gesammelt. Dadurch werden die Regelstrategien verbessert und die Planung der Anlagen erleichtert.

2. Solare Kühlungstechnologien

Die Technologie des solaren Kühlens wird seit einigen Jahrzehnten schon eingesetzt, aber es gibt bisher wenig kommerziell erhältliche Solare Kühlung Komplettsysteme. Die solarthermisch betriebenen Kühlverfahren lassen sich grundsätzlich in zwei Hauptgruppen einteilen, die geschlossenen Systeme zur Kaltwassererzeugung und die offenen Systeme zur Klimatisierung der Luft [2].

Tabelle 1: Marktgängige solarthermische Kälte- und Klimatisierungsverfahren

Technologie System	Absorption			Adsorption geschlossen	DEC offen
	einstufig geschlossen	zweistufig geschlossen	einstufig geschlossen		
Kältemittel	Wasser	Wasser	Ammoniak	Wasser	–
Sorptionsmittel	Lithiumbromid	Lithiumbromid	Wasser	Silikagel	Silikagel oder Lithiumchlorid
Kälte­träger	Wasser	Wasser	Wasser- Glykol	Wasser	Luft
Kälte­temperatur- bereich	6 – 20°C	6 – 20°C	-30 – +20°C	6 – 20°C	16 – 20°C
Heiztemperatur- bereich	70 – 100°C	130 – 160°C	80 – 180°C	55 – 100°C	55 – 100°C
Kühlwasser- temperatur	25 – 50°C	25 – 50°C	25 – 50°C	25 – 35°C	nicht erforderlich
Kälte­leistungs- bereich pro Einheit	15 – 20.500 kW	170 – 23.300 kW	10 – 1.000 kW	70 – 350 kW	6 – 300 kW
Leistungs­zahl (COP)	0,6 – 0,7	1,1 – 1,4	0,5 – 0,6	0,6 – 0,7	0,5 – 1,0

3. Historie und Marktpotential

Die ersten Anlagen des solaren Kühlens zur Raumklimatisierung wurden in Europa und den USA schon in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts unter anderem von den Firmen Dornier-Prinz Solartechnik GmbH [3,4] und Arkla Industries Inc., USA (heute Robur SpA, Italien) [5] entwickelt und in Demonstrationsprojekten verwirklicht. Aufgrund des mangelnden Absatzes wurde die Produktion dieser solaren Kühlsysteme eingestellt.

Auch heute sind solar betriebene Kältemaschinen noch nicht wirtschaftlich. Die solarthermische Anlage ist der größte Kostenfaktor, die Betriebs- und Wartungskosten der Kältemaschinen sind niedriger als bei konventionellen Anlagen, die Investitionskosten aufgrund der geringen Stückzahlen höher [5]. Der Markt für solarthermische Kühlung ist daher noch klein: insgesamt sind in Europa heute etwa 12 MW Kälteleistung installiert, das entspricht rund 120 Anlagen [6]. Die meisten der Anlagen wurden in Deutschland (39,1%), Spanien (27,5%) und Griechenland (8,7%) realisiert. Die insgesamt installierte Kollektorfläche beträgt ungefähr 20.000 m². Rund 60 % der Anlagen verwenden Absorptionskältemaschinen (Abb. 1), etwa 11% Adsorptionskältemaschinen und rund 29% offene Kühlverfahren, wobei hier die Anlagen mit Sorptionsrotoren (DEC) dominieren und bislang nur wenige Systeme (4%) mit offener Flüssigsorption arbeiten. Eine ganzjährige Energienutzung der erneuerbaren Energiequellen zur Warmwasserbereitung, Heizungsunterstützung und solaren Kühlung ist unabdingbar.



Abb. 1: Solar betriebene 10 kW Ammoniak/Wasser Absorptionskältemaschine chillii[®] PSC10 mit Nasskühlturm des Trainingcenter und Bürogebäudes der Bachler Austria GmbH in Gröbming, Österreich (Quelle: SolarNext)

Die Absatzzahlen bei der konventionellen Klimatisierung, vor allem von kleinen Mini-Splittgeräten, steigen hingegen rasant an. Die japanische Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA) gibt für Kältemaschinen im kleinen Leistungsbereich bis 4 kW für Wohn- sowie Verwaltungsgebäude einen weltweiten Absatz von 62,97 Millionen Geräten im Jahr 2006 an, davon 5,38 Millionen in Europa [7]. Für das Jahr 2008 wird ein Anstieg auf 68,65 Millionen Geräten weltweit bzw. 6,12 Millionen in Europa prognostiziert. Im Wohnungsbau ist die Marktdurchdringung von Kältemaschinen in Europa mit etwa 2% der Haushalte sehr gering verglichen mit 70% aller Haushalte in Japan und 55% in den USA.

4. Kennwerte

Der Mittelwert der spezifischen Kollektorfläche aller bisher installierten solaren Kühlungsanlagen in Europa beträgt rund 3,0 m²/kW. Ein Wert von 3-3,5 m²/kW kann als Anhaltspunkt für thermisch angetriebene Ab-/Adsorptionskältemaschinen gelten. Bei den offenen Verfahren (DEC, Flüssigsorption) ist eine Angabe bezogen auf die Luftmenge üblicher; hier hat sich ein Wert zwischen 8 und 10 m² pro 1.000 m³/h installierter Luftleistung als sinnvolle Größenordnung herausgestellt [8]. Diese Werte sind aber nur grobe Anhaltspunkte und ersetzen keinesfalls eine detaillierte Anlagenauslegung.

Die spezifischen Gesamtkosten von installierten solaren Kühlungsanlagen liegt bei der Verwendung von Ab-/Adsorptionskältemaschinen in einem Bereich zwischen 5.000 und 8.000 EUR/kW. Bei den offenen Systemen wurden spezifische Gesamtkosten von 2.500 bis 3.500 EUR/kW ermittelt [2].

5. Fazit

Der Energiebedarf für Klimatisierung steigt in Deutschland, Europa und weltweit. Thermische Kühlung mit Solarthermie oder Biomasse kann zu einer deutlichen Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂ Emissionen führen. Allerdings können die niedrigen Leistungszahlen schnell zu hohen Primärenergieverbräuchen führen, wenn mit nicht erneuerbaren Energieträgern nachgeheizt werden kann. Deshalb muss vor allem bei einstufigen Sorptionskältemaschinen der solare Deckungsgrad hoch sein (größer 70%) oder besser ein vollständiges solares Heizsystem vorliegen. Um die Anlagen wirtschaftlich betreiben zu können, müssen die zusätzlichen Investitionskosten der thermischen Kältetechnik noch reduziert werden, was bei höheren Stückzahlen durchaus zu erwarten ist. Bei einem generellen Trend zu größeren solarthermischen Anlagen bieten dann kleine thermische Kältemaschinen gute Möglichkeiten, sommerliche Wärme effizient zu nutzen. In den nächsten Jahren können daher vermehrt solare Kühlungssysteme auch im kleinen Leistungsbereich auf dem Markt erwartet werden.

6. Literatur

- [1] Nick-Leptin J.: Political framework for research and development in the field of renewable energies. Tagungsband 1st International Conference Solar Air-Conditioning, Bad Staffelstein. Regensburg: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI), 2005 Oktober 6-7, Seite 16-20, ISBN 3-934681-41-7
- [2] Jakob U., Eicker U.: Solare Kühlung in Gebäuden. Tagungsband 9. Energietag Rheinland-Pfalz, Bingen, FH Bingen – Transferstelle Bingen, 2006 September 21
- [3] Schubert K., Dreyer J.: Kühlen mit Sonnenenergie. Dornier Post 1977, Nr. 1, Seite 9-11
- [4] Solarwärme sorgt für angenehme Kühlung. Sonnenenergie & Wärmetechnik 1993, Nr. 1, Seite 29
- [5] Grossman G.: Solar-powered systems for cooling, dehumidification and air-conditioning. Solar Energy 2002, Vol. 72, Nr. 1, Seite 53-62
- [6] Henning H.-M.: Overview on solar cooling. Tagungsband 3rd European Solar Thermal Energy Conference – estec 2007, Freiburg, Germany, 2007 June 19-20
- [7] JRAIA: Estimates of World Demand for Air Conditioners (2000-2008). The Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association 2006, <http://www.jraia.or.jp/>
- [8] Henning H.-M.: Solare Klimatisierung – Stand der Entwicklung. erneuerbare energien 2005, Nr. 2, Seite 7-11