

## **Solare Klimatisierung und Kälteerzeugung aus Sicht eines Systemanbieters**

**Dr. Uli Jakob**

SolarNext AG  
Nordstrasse 10, 83253 Rimsting  
[uli.jakob@solarnext.de](mailto:uli.jakob@solarnext.de)  
[www.solarnext.de](http://www.solarnext.de)

### **Einleitung**

Der Energiebedarf für Klimatisierung in Gebäuden und Kälteerzeugung in der Industrie bzw. dem Gewerbe steigt weltweit an. Die Absatzzahlen bei der konventionellen Klimatisierung, vor allem von Mini-Split-Geräten, steigen somit rasant. Die japanische Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA) erwartet für den kleinen Leistungsbereich bis 5 kW für Wohn- sowie Verwaltungsgebäude einen weltweiten Absatz von 82,3 Millionen Geräten im Jahr 2008, davon 8,6 Millionen in Europa (JARN, 2008). Herkömmliche elektrisch betriebene Split-Geräte zur Raumkühlung haben einen maximalen Stromverbrauch zur Spitzenlastzeit im Sommer. Dies führt in den letzten Jahren regelmäßig zur Überlastung von Stromnetzen, auch in Europa. Die derzeit eingesetzten Kältemittel in den Split-Geräten haben zwar kein Ozongefährdungspotenzial mehr, aber besitzen aufgrund von Leckagen des Kältemittels im Bereich von 5 bis 15 % pro Jahr ein deutliches Global Warming Potential (GWP).

Die Solare Klimatisierung hingegen bietet eine nachhaltige, innovative Alternative. Der Hauptvorteil von solarer Klimatisierung liegt in der Deckungsgleichheit von Solarangebot und Klimatisierungsbedarf. Eine ganzjährige Energienutzung der erneuerbaren Energiequellen zur Warmwasserbereitung, Heizungsunterstützung und solaren Klimatisierung ist speziell bei Wohngebäuden unabdingbar. Um hier ein Lösung zu bieten und dem wachsenden Interesse nach thermisch betriebenen Kältesystemen gerecht zu werden wurde von der SolarNext speziell im kleinen Kälteleistungsbereich chillii<sup>®</sup> Cooling Kits bzw. chillii<sup>®</sup> Solar Cooling Kits entwickelt, welche Wasser oder Ammoniak als umweltfreundliches Kältemittel verwenden.

### **Sorptionstechnologien**

Sorptionskältemaschinen im mittleren und großen Kälteleistungsbereich über 35 kW sind seit Jahrzehnten am Markt erhältlich. In den letzten Jahren wurden speziell in Europa aber viele neue Sorptionskältemaschinen im kleinen Leistungsbereich auch speziell für die solare Klimatisierung entwickelt. Viele dieser Absorptionskälte- und Adsorptionskältemaschinen sind nun aus dem Prototypentwicklungsstadium in den Feldtest bzw. in erste Kleinserien übergegangen. So gibt es Absorptionskältemaschinen im Leistungsbereich von 10 kW bis 35 kW und Adsorptionskältemaschinen mit 7,5 bis 15 kW Kälteleistung.

Im Bereich der geschlossenen Adsorptionsanlagen wurden in den letzten Jahren einige Maschinen entwickelt. So bietet die SorTech aus Halle seit 2007 Wasser/ Silikagel Adsorber an, derzeit mit 7,5 und 15 kW Kälteleistung. An der Shanghai Jiao Tong University in China wurde ein weiterer 10 kW Wasser/ Silikagel Adsorber entwickelt, welcher in mehreren Projekten in China derzeit getestet wird. Mit dem Arbeitsstoffpaar Wasser/ Zeolith beschäftigt sich in Berlin die Firma InvenSor, welche verschiedene Adsorptionskältemaschinen im Leistungsbereich 5-10 kW entwickelt hat, welche seit Herbst 2008 erhältlich sind (Abb. 1).



Abb. 1: Neuartige Wasser/ Zeolith Adsorptionskältemaschine chillii® ISC10 besonders geeignet für hohe Umgebungstemperaturen (Quelle: InvenSor)

Die japanische Firma Yazaki bietet seit 1977 Wasser/ Lithiumbromid Absorptionskältemaschinen an, wobei die 35 kW Maschine die bisher weltweit am meisten verwendete Absorptionskältemaschine für Projekte der solaren Klimatisierung ist. Seit Anfang 2008 gibt es nun eine 17,5 kW Maschine. Weitere Wasser/ LiBr Absorber mit 15 kW bis 200 kW Kälteleistung bietet seit einigen Jahren EAW aus Westenfild an. An verschiedenen europäischen Standorten führt die Firma Sonnenklima aus Berlin seit 2002 mit einer 10 kW Lithiumbromidmaschine Feldtests durch. Während für die Vermeidung von Kristallisation in konventionellen Absorptionskältemaschinen ein hoher Aufwand getrieben wird, nutzt die Firma Climatewell aus Schweden genau dieses Prinzip der Kristallisation von hochkonzentrierter Lithiumchlorid Lösung zur Erhöhung der internen Speicherdichte. Erste Maschinen im Leistungsbereich 7-10 kW sind seit 2005 in Spanien installiert. Seit Ende 2006 vertreibt SolarNext exklusiv eine Ammoniak/ Wasser Absorptionskältemaschine der Firma Pink aus Österreich, welche derzeit als chillii® PSC12 mit 12 kW Kälteleistung erhältlich ist.

Die Tabelle 1 zeigt beispielhaft für die verschiedenen chillii® Solar Cooling Kits die von SolarNext vertriebenen Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen.

Tabelle 1: Sorptionskältemaschinen für chillii® Solar Cooling Kits

Hersteller	SorTech	InvenSor	SolarNext	SorTech	Yazaki
Produktname	chillii® STC8 (ACS 08)	chillii® ISC10 (HTC 10)	chillii® PSC12	chillii® STC15 (ACS 15)	chillii® WFC18 (WFC-SC5)
Technologie	Adsorption	Adsorption	Absorption	Adsorption	Absorption
Arbeitsstoffpaar	Wasser/ Silikagel	Wasser/ Zeolith	Ammoniak/ Wasser	Wasser/ Silikagel	Wasser/ Lithium- bromid
Kälteleistung [kW]	7,5	10	12	15	17,5
Heizwassertem- peraturen [°C]	75 / 68	85 / 77	85 / 78	75 / 69	88 / 83
Kühlwassertem- peraturen [°C]	27 / 32	27 / 32	24 / 29	27 / 32	31 / 35
Kaltwassertem- peraturen [°C]	18 / 15	18 / 15	12 / 6	18 / 15	12,5 / 7
Leistungszahl COP [-]	0,56	0,50	0,62	0,56	0,70
Größe (BxTxH) [m x m x m]	0,79 x 1,06 x 0,94	0,65 x 1,30 x 1,65	0,80 x 0,60 x 2,2	0,79 x 1,35 x 1,45	0,60 x 0,80 x 1,77
Gewicht [kg]	260	370	350	510	420
Max. Leistungs- aufnahme [W]	20	20	300	30	72

## Systementwicklung

Erst Firmen haben sich in den vergangenen Jahren als Systemanbieter für Solare Klimatisierung am Markt positioniert. Dies ist für den kleinen Leistungsbereich bis 30 kW Kälteleistung z.B. SolarNext mit ihren chillii® Solar Cooling Kits basierend auf dem chillii® STC8, chillii® ISC10, chillii® PSC12, chillii® STC15, chillii® WFC18 und Absorptionskältemaschinen von EAW und Yazaki. Diese Solar Cooling Kits beinhalten grundsätzlich Solarkollektoren mit Zubehör, Warmwasserspeicher, Pumpen-Sets, Kältemaschine, Rückkühler, teilweise Kaltwasserspeicher und die Systemregelung.



Abb. 2: chillii® Cooling Kit PSC12 für Klimatisierung oder Prozesskälte  
(Quelle: SolarNext)

Beispielhaft ist in Abb. 2 ein chillii® Cooling Kit PSC12 abgebildet, welches optional noch durch ein Solarpaket, Kältespeicherpaket, Kälteverteilungspakete, etc. ergänzt werden kann. Die chillii® Cooling Kits eignen sich je nach verwendeter Sorptionstechnologie für verschiedene Applikationen wie Wohngebäude, Bürogebäude, Hotels, Verwaltungsgebäude, Kreditinstitute und Bäckereien oder auch Prozesskühlung z.B. Milch- oder Weinkühlung.

Die spezifischen Gesamtkosten von solarer Klimatisierung (ohne Installationskosten und Kälteverteilung) lagen bisher in Europa bei der Verwendung von Absorptions-/ Adsorptionskältemaschinen in einem Bereich zwischen 5.000 und 8.000 EUR/kW. In 2008 konnten aufgrund von ersten standardisierten Solar Cooling Kits nun Systempreise von 4.500 EUR/kW realisiert werden, zukünftig sollen 3.000 EUR/kW erreicht werden.

## Zentraler Systemregler

Für die Entwicklung standardisierter Solar Cooling Kits ist es unabdingbar, dass für das Gesamtsystem ein Systemregler zum Einsatz kommt. Der Status in den bisherigen Demonstrations- und Pilotprojekten der solaren Klimatisierung ist die Verwendung von mehreren Einzelreglern z.B. für die Solaranlage, die Kältemaschine, den Rückkühler sowie für die Kälte- bzw. Wärmeverteilung, welche zusammen kostenintensiv sind und nicht immer optimal im Betrieb zusammenarbeiten. Die alternative war bisher eine teure SPS Steuerung die im Einzelfall programmiert werden musste. Daher hatte sich die SolarNext im Jahr 2007 entschlossen einen eigenen Systemregler für das Gesamtsystem zu entwickeln (Abb. 3), welcher mit Einflüssen aus dem Automotivbereich eine kostengünstige und systemorientierte Regelung darstellt.

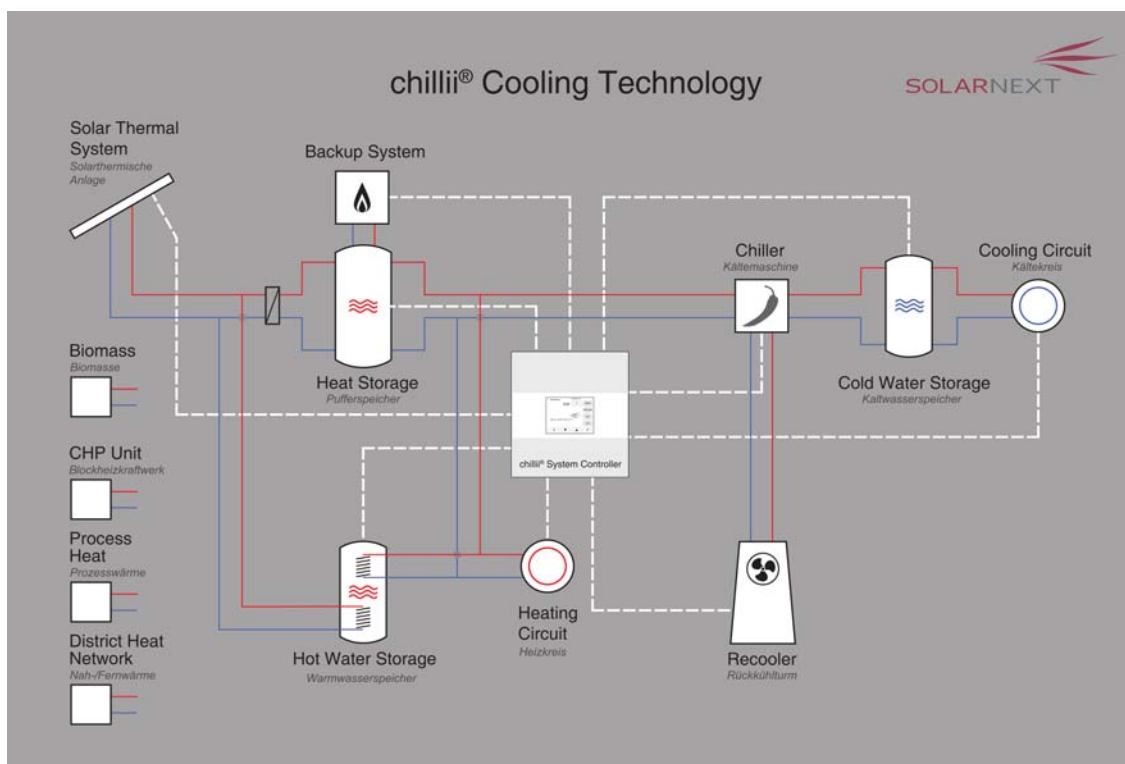


Abb. 3: chillii® Solar Cooling Kit Schema mit chillii® System Controller  
(Quelle: SolarNext)

Der Funktionsumfang des chillii® System Controllers umfasst die Regelung von verschiedenen Wärmequellen (z.B. Solarwärme, BHKW Abwärme, Fern-/ Nahwärme, etc.), das Back-up System (z.B. steuerbar Öl-/ Gaskessel oder nicht steuerbar Holzvergaser-/ Stückholzkessel bzw. Abgasrückgewinnung), das Speichermanagement (Wärme- und Kältespeicher), die Trinkwassererwärmung, die Kältemaschine (z.B. chillii® STC8, ISC10, PSC12, STC15, WFC18, EAW SE15, Yazaki WFC-SC10, etc.) und die Rückkühlung (z.B. Nass-, Trocken-, und Hybridkühler) sowie Heiz- und Kühlkreise.

Der chillii® System Controller ist somit der erste Systemregler für thermische Kühl- und Heizsysteme mit dem viele umfangreiche Hydraulikvarianten mit einem Gerät regelbar sind. Damit wird die höchste Systemeffizienz über bedarfsgerechte Energieerzeugung mit Vorrang der Regenerativen Energiequellen, dem optimierten Betrieb der Kältemaschine sowie der Rückkühlung mit Drehzahlregelung der Pumpen und der Rückkühlflüster erreicht.

## **Fazit**

Bei einem generellen Trend zu größeren solarthermischen Anlagen im Wohnungsbau aber auch für Bürogebäude oder in der Industrie bieten kleine thermische Sorptionskältemaschinen gute Möglichkeiten, sommerliche Wärme effizient zu nutzen. Wird allerdings auf ein Backup-System zurückgegriffen, das nicht auf erneuerbaren Energieträgern basiert, so steigt der Primärenergieverbrauch schnell wieder an. Grundsätzlich sollte der solare Deckungsgrad von solarer Klimatisierung über 70% liegen oder besser ein vollständiges solares Heizsystem vorliegen.

Im kleinen Leistungsbereich bis 35 kW Kälte sind nun seit wenigen Jahren verschiedene Wasser/ Lithiumbromid Absorptionskältemaschinen, ein Ammoniak/ Wasser Absorber sowie Wasser/ Silikagel und Wasser/ Zeolith Adsorptionskältemaschinen in Europa marktverfügbar. Die SolarNext bietet als Systemanbieter standardisierte chillii® Cooling Kits im kleinen Leistungsbereich an, welche für Anwendungen aus den Bereichen Solarthermie, Fern-/Nahwärme, Prozessabwärme, BHKW-Abwärme oder Biomasse stetig weiter entwickelt werden.

Wird aktiv gekühlt, sind lange Laufzeiten der Kältemaschine entscheidend für die Wirtschaftlichkeit von solarer Klimatisierung bzw. Kälteerzeugung. 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.

## **Literatur**

JARN (2008), World Air Conditioner Market, JARN, Serial No. 472-S, Seite 57-70