

# Optimierte Projektbedingungen für solare Kühlung

## Genaueres Rechnen beim Einsatz von solarer Kühlung lohnt sich

Dipl.-Ing. Christian Stadler, Technical Head Solar Thermal

Herkömmliche Kühlsysteme basieren auf Kompressions-Kältemaschinen (KKM), sind vollintegriert, günstig in der Anschaffung und einfach einzusetzen. Im Gegenzug dazu verursachen sie nicht zu unterschätzende Betriebskosten durch hohe Stromverbräuche. Solare Kühlsysteme (SAC – Solar Air Conditioning) stehen am Anfang der Markteinführung, sind aus diversen Einzelkomponenten zusammengesetzt und bei überschlüssiger Betrachtung zu teuer.

Im Folgenden sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, die die Einsatzbedingungen für solare Kühlung wesentlich verbessern.

### AUFBAU

In solaren Kühlsystemen werden diverse Einheiten zusammengefasst, wie z.B.

- ▶ Kollektorfeld,
- ▶ thermisch angetriebene Kältemaschine,
- ▶ Rückkühleinheit (nass/trocken),
- ▶ Regelung für gemeinsamen Betrieb.

Durch die Einzelkomponenten, ihre individuelle Abstimmung auf die Kunden-Gegebenheiten, den aufwändigeren Vor-Ort-Aufbau und die vergleichswei-

se sehr geringen Stückzahlen sind die SAC-Systeme noch wesentlich höher in den Investitionskosten.

Der wesentliche Vorteil von SAC-Systemen sind aber die niedrigeren Betriebskosten, die bei nur 15..40 % von Systemen auf KKM-Basis liegen. Weitere Vorteile sind die Eliminierung von teuren Strom-Spitzenlasten und die natürlich reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### AUSLEGUNG BISHER

Bisher werden die für ein Gebäude benötigten Kälteleistungen häufig durch eine Auslegung nach VDI 2078 nach statischen Methoden ermittelt. Vielfach wird jedoch mit Erfahrungswerten (z.B.



Abb.1 Gebäudeansicht La Coruna

90 W/m<sup>2</sup>) überschlägig abgeschätzt. In diese gehen die zu kühlenden Räumlichkeiten, die Wand-/Fensteranteile mit ihrer jeweiligen Orientierung, die inneren Lasten und wenige weitere Parameter ein. Durch diese statischen Auslegungen auf den Norm-Auslegungszustand, der selten erreicht wird, werden die Anlagen sehr groß dimensioniert. Im Betrieb beobachtet man jedoch häufig zu hohe Leistungen der Kühlsysteme. Eine Auswertung einer normgerechten Auslegung für verschiedene Anwendungsfälle ergab, dass die häufigsten Betriebsstunden im Bereich von 20..30 % der Nennlast liegen, Abb.2. Im praktischen Teillastbetrieb weisen die aktuellen KKM jedoch wesentlich niedrigere COP von zum Teil unter 2 auf. Im Gegensatz dazu ist bei Absorptionskältemaschinen häufig das Teillastverhalten sogar besser als die Effizienz bei Nennlast (z.B. Verbesserung um 11 % bei 57 % der Nennlast).

### UNTERSCHIEDE IN DER PRAXIS UND DYNAMISCHE BERECHNUNG

Wird hingegen eine dynamische Kühlleistungsberechnung durchgeführt, treten große Unterschiede zutage, die durch die zeitliche Verteilung der Lasten und den Einfluss der Gebäudemassen hervorgerufen werden. Im Folgenden soll dies an einem Beispiel exemplarisch verdeutlicht werden: In der Simulation

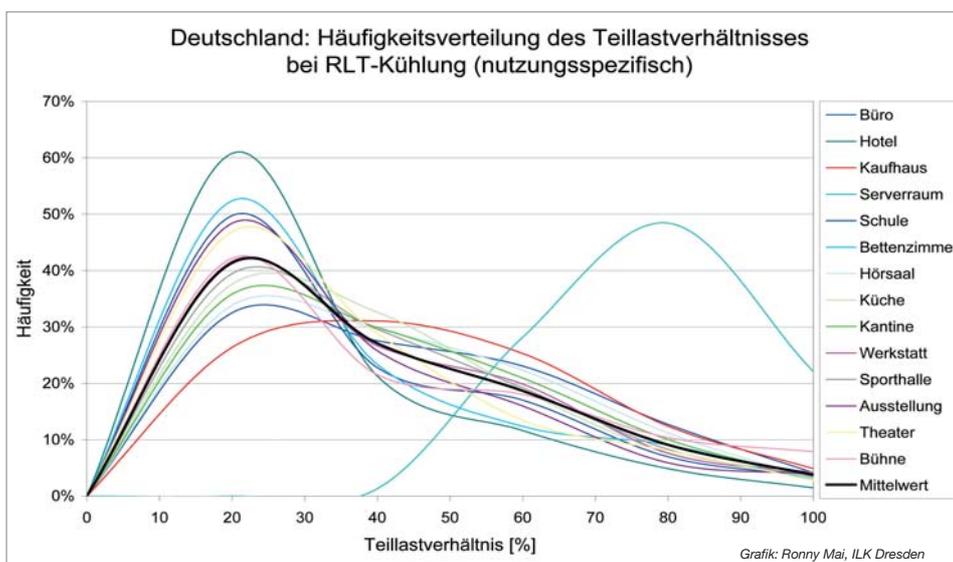


Abb.2 Häufigkeitsverteilung des Teillastverhältnisses bei RLT-Anwendungen

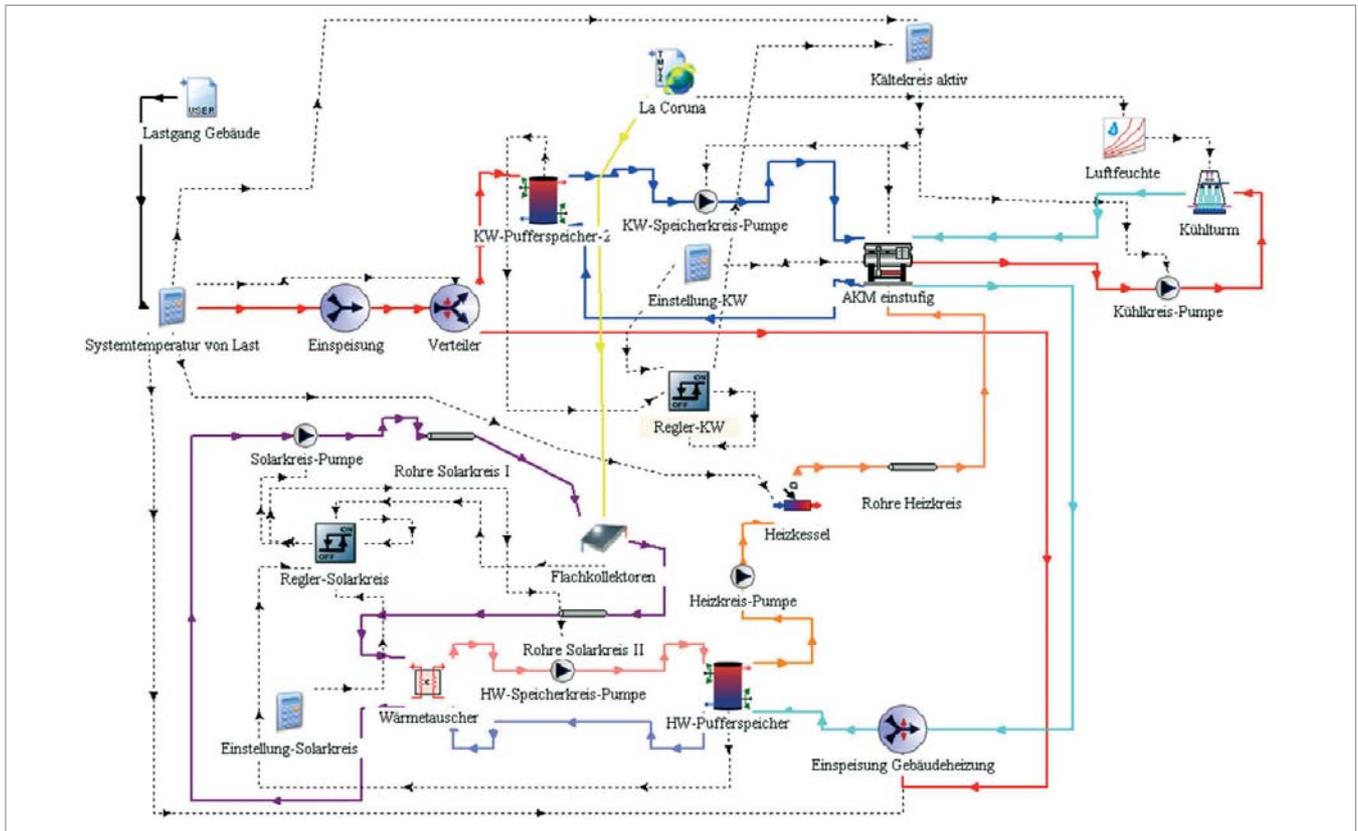


Abb.6 TrnSys-Simulationsmodell der Anlage

wurde die benötigte Kälteleistung für ein Gebäude in La Coruña (Nordspanien am Atlantik) durch eine dynamische Berechnung ermittelt. Die Bausubstanz ist für Spanien als üblich anzusehen, entspricht allerdings nicht deutschen Maßstäben. In den Büros wird von einer konstanten Belegung nach Belegungsplan ausgegangen (19 zu kühlende Büroräume), Abb.1 und Abb.3 bis 5. Die herkömmliche Schnellauslegung ergibt für das Gebäude 50kW Kühllast. Als Ergebnis einer dynamischen Simulation mittels TrnSys ergibt sich durch die Verschiebung der Lasten über den Tag sowie durch den Einfluss der Bau-

masse eine notwendige Spitzenleistung am heißesten Tag von nur 17 kW, Abb.6 und Abb.7. Zum Vergleich wurde das gleiche Gebäude virtuell nach Madrid verschoben, um die Berechnung für ein wärmeres und weniger ausgeglichenes Temperaturprofil durchzuführen (Außentemperaturen von -5 °C bis +36 °C). Selbst im heißeren Madrid beträgt die dynamisch ermittelte maximale Kühllast nur 36kW, Abb.8. Ähnliche Erfahrungen wurden mit der SAC-Pilotanlage im EAR-Tower in Pristina, Kroatien gemacht, wo die bereits korrigierte statische Planerauslegung 110kW benötigte Leistung ergab [1]. Die Auswertung

der Anlage im Realbetrieb zeigt nun eine Maximallast von nur 70 kW.

**DIE GENAUE BERECHNUNG SENKT DIE INVESTKOSTEN ERHEBLICH**

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass es sich lohnt, beim geplanten Einsatz von SAC-Systemen eine sehr differenzierte Auslegung zu erstellen. Der Aufwand der genaueren Auslegung wird durch die exaktere Lastbestimmung und die daraus resultierende in der Regel erheblich kleinere Anlage mehr als gerechtfertigt! Durch die systembedingt höheren Investitionskosten macht sich die exakte Dimensionierung bei solaren Kühlsystemen also wesentlich stärker bemerkbar, als dies bisher bei KKM-Systemen der Fall war.

**INDUSTRIELLE VORMONTAGE REDUZIERT KOSTEN UND FEHLER**

Um den Aufwand und die Fehleranfälligkeit bei einer Vor-Ort-Installation der diversen Anlagenkomponenten zu reduzieren, ist eine industrielle Vorfertigung empfehlenswert. Hierbei werden alle Anlagenkomponenten aufeinander abgestimmt und vor allem die Verrohrung sowie die hydraulischen Einbauten wie Mischer, Ventile usw. im Betriebs-

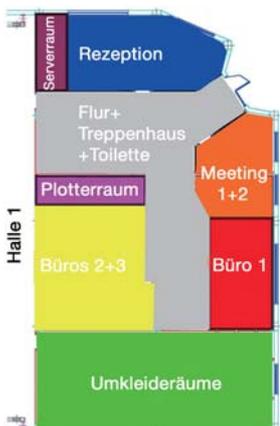


Abb.3 Grundriss EG



Abb.4 Grundriss 1. OG



Abb.5 Grundriss 2. OG

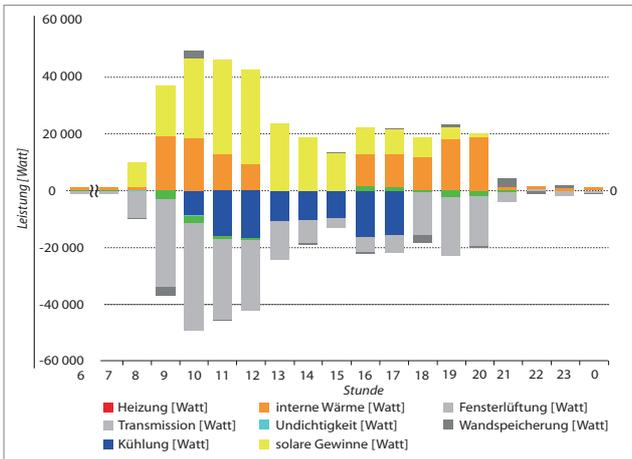


Abb.7 Lastgang am heißesten Tag in La Coruña.



Abb.8 Lastgang am heißesten Tag in Madrid

verhalten optimal abgestimmt. Hierfür empfiehlt sich die Vormontage in einem Container oder vergleichbaren Einheiten. Dabei ergibt sich zum einen ein Kostenvorteil, zum anderen wird der Container im Werk komplett in Betrieb genommen, geprüft und quasi „warm eingestellt“, Abb. 9.

**WEITERE RANDBEDINGUNGEN ZUR PROZESSOPTIMIERUNG**

Aber auch weitere Randbedingungen bestimmen über optimale Gegebenheiten für SAC-Systeme.

1. Durch die Physik des Prozesses ist es notwendig, auf einem Temperaturniveau von ungefähr 30..35 °C rückzukühlen. Die Rückkühlleistung entspricht dabei dem 2,5..3-fachen der Kälteleistung. Anwendungen, bei denen diese Energie zur Brauchwasservorwärmung, Schwimmbadbeheizung o.Ä. genutzt werden kann, ergeben eine stark verbesserte Gesamtenergiebilanz.
2. In den meisten Zonen Europas ist die ganzjährige Warmwasserbereitung bzw.

die winterliche Heizungsunterstützung notwendig. Durch die Größe des Kollektorfeldes lassen sich hierbei wesentliche Deckungsraten im Heizbetrieb realisieren, die die Amortisation stark beeinflussen.

3. Die Auslegung der Kaltwassersysteme bestimmt den notwendigen Temperaturhub des SAC-Systems. Durch



Abb.9 SAC-Komplettlösung aus Kollektorfeld und Kompaktinstallation im Container

den Einsatz von höheren Kaltwasserpumpen, wie z.B. 14/17 °C lässt sich der COP um 20..30% steigern. Hierfür kommen Wandkühlungen, Kühlsegel, stille Kühlung oder Betonkernaktivierung zum Einsatz.

**FAZIT**

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass solare Kühlung (SAC) noch keine Anwendung aus dem Katalog ist. Bei einer aufmerksamen Fachplanung zusammen mit einem erfahrenen Partner spielt sie bei passenden Objekten aber den größten Vorteil der niedrigen Betriebskosten bei vertretbaren Investitionskosten voll aus. Zusätzlich werden die Spitzenstromaufnahmen sehr stark abgesenkt, die in der Zukunft vermehrt zur Preisbildung bei Strom herangezogen werden.

*Autor  
Dipl.-Ing. Christian Stadler,  
Technical Head Solar Thermal  
Conergy AG, Hamburg  
Fotos und Grafiken: Conergy  
[www.conergy.de](http://www.conergy.de)*

Literatur

- [1] aus Vortrag Ernst Meissner, Tagung „Solares Kühlen“ an der AEE Intec, 5.7.2004

# Haben Sie die Nase vorn?

## Mit dem richtigen Riecher für Solartechnik gehen Sie als erster durchs Ziel.

**Werden Sie WESTFA-Partner!**

[www.westfa.de](http://www.westfa.de) oder  
**01801/47 11 47** (zum Ortstarif)

# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]

Anmeldung  
Service-Box



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

Fach.**Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne