

Kühlen mit der Sonne

Solar unterstützte Klimatisierung

Dipl.-Ing. Christian Stadler, Produktmanager Solarthermie

Das Interesse an der Verwendung von kostenloser Solarenergie für die Kühlung von Gebäuden wächst beständig bei Planern, Regierungen und Gebäudeeignern. Ihre Motivation ist hierbei jedoch unterschiedlich: Die Regierungen sind bestrebt, die CO₂-Emissionen zu verringern, sowie die Stromnetze für alle Stromkunden zu stabilisieren – man denke nur an den Zusammenbruch der Stromnetze in Italien und

Kalifornien im Sommer 2003 bedingt durch die Klimaanlagen. Die Planer sind daran interessiert, moderne Verfahren einzusetzen, um den Energieverbrauch gegenüber herkömmlichen Kompressionskältemaschinen zu reduzieren. Und nicht zuletzt möchten Hausbesitzer die laufenden Kosten für Ihre Gebäude verringern. Dies alles wird möglich, wenn die Sonne als Antriebsenergie für die Kühlung eingesetzt wird.



Abb. 1 Kollektorfeld für solare Kühlung mit optimierten Kollektoren (Conergy F 6000)

Allgemeines

Steigende Komfortansprüche lassen den Bedarf für Klimatisierung weltweit stetig wachsen. Der Hauptanteil der Kühllast kommt üblicherweise aus der solaren Einstrahlung, sowie der Wärmeinleitung aufgrund hoher Außentemperaturen. Zusätzlich sind speziell aus Büros und gewerblichen Räumen

arbeiter wie auch der menschliche „Wohlfühlfaktor“ hängen stark von den Umgebungsbedingungen ab. Hinzu kommt ein vermehrter Glaseinsatz in modernen Gebäuden, der dazu führt, dass der Kühlbedarf stetig steigt. Daraus ergibt sich ein erhöhter Einsatz von konventioneller Kühlung, die den Stromverbrauch durch die Kompressionskältemaschinen stark ansteigen lässt. In mehreren Staaten, wie z.B. Italien oder Kalifornien, führte der ansteigende Stromverbrauch bereits mehrfach zur Überlastung und letztlich zum Zusammenbruch der Stromnetze. Der Kühlbedarf geht allerdings mit dem Strahlungsangebot der Sonne einher. Im Gegensatz zu den bisherigen Anwendungen für die Solarwärme drängt sich eine Verknüpfung von Solarwärme und Kühlung geradezu auf, Abb. 2. Die Übereinstimmung zwischen Strahlungsangebot und Kühllast liegt zum einen im saisonalen Verlauf wie auch größtenteils im Tagesverlauf. Aufgrund der Trägheit des Baukörpers

liegt die zeitliche Verschiebung zwischen Antriebsenergie (Sonne) und Kühllast des Gebäudes zwischen 1 bis 3 Stunden und kann über geeignete Puffer (z.B. Heißwasserpuffer 5-10m³) oder über Baukörperaktivierung abgefangen werden.

Hauptbestandteile des Prozesses:

Die Hauptbestandteile für eine solare Klimatisierungsanlage sind ausgereift und hoch entwickelt:

- Im Bereich der thermisch angetriebenen Kältemaschinen wurden in den 80er Jahren in Japan und den USA erhebliche Forschungsgelder eingesetzt, um diese Maschinen weiterzuentwickeln. Sie sind gut eingeführt und verkaufen sich in Stückzahlen um die 10.000 pro Jahr.
- Hochleistungskollektoren, die heute am Markt stehen, wurden zum Teil speziell für die Anwendung bei dauerhaft hohen Temperaturen weiterentwickelt. Speziell in Mitteleuropa

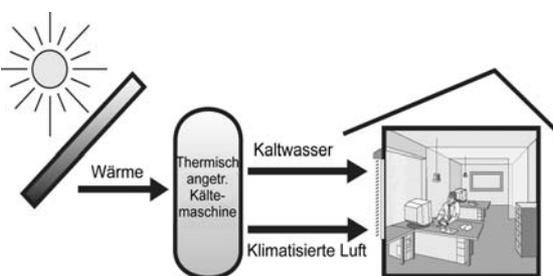
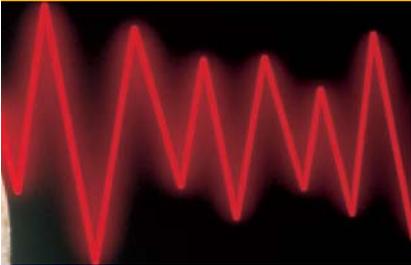


Abb. 2 Grundprozess der solaren Kühlung

hohe interne Lasten durch PCs, Leuchten, Kopierer usw. abzuführen. Status quo: Die Klimatisierung der Räume benötigt Energie zur Absenkung der Temperatur und zur Entfeuchtung. Die Arbeitsleistung der Mit-

www.robatherm.de



MSR-Technik



Kältetechnik



Sorptionstechnik



**Direkt-
befeuerung**



Hygiene

robatherm 
the air handling company

robatherm – der Spezialist, wenn es um Raumluftechnische Geräte geht. Individuell, leistungsstark und wirtschaftlich: das ist unsere Stärke. Genau deshalb finden Sie unsere Geräte überall dort, wo komplexe Anforderungen projektspezifische Lösungen verlangen. In Bürogebäuden und Produktionshallen ebenso wie in Konzertsälen und Krankenhäusern. Wir sprechen von „air handling“ und meinen damit raumluftechnische Lösungen auf den jeweiligen Einsatzzweck individuell abgestimmt. Mehr Informationen finden Sie unter www.robatherm.de

robatherm · Industriestr. 26 · 89325 Burgau, Germany · Telefon 08 222 / 999-0 · Telefax 08 222 / 999-222 · E-Mail info@robatherm.de · www.robatherm.de

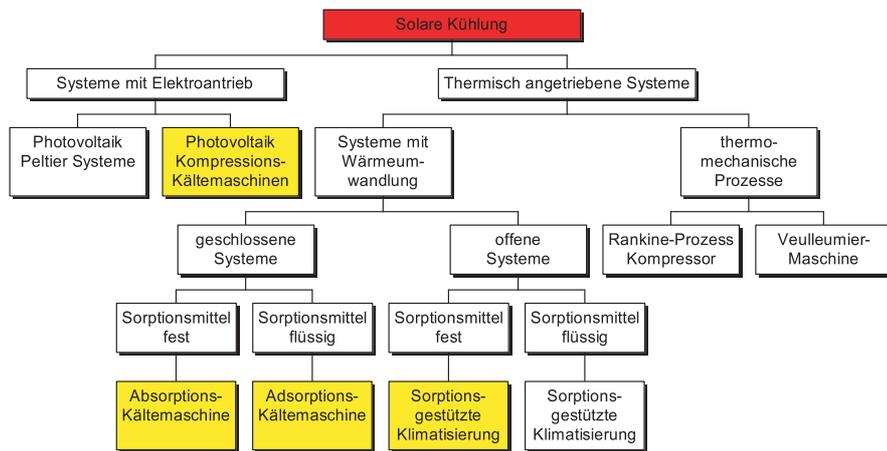


Abb. 3 Verfahrensübersicht: Umwandlung solarer Einstrahlung in Kälte

sind die Kollektoren für die Anwendung zur Heizungsunterstützung optimiert. Die Erfahrung mit größeren Kollektorfeldern, deren Mediumtemperaturen im Sommer aufgrund geringer Leistungsabnahme während Stagnationsphasen auf bis zu 200°C steigen, führte zur Weiterentwicklung bei den Kollektoren.

Mögliche Prozessarten

Nach der Art des verwendeten Funktionsprinzips kann zwischen geschlossenen Kältemaschinen zur Kaltwasserbereitstellung und offenen Sorptionsverfahren zur direkten Luftkonditionierung unterschieden werden. Die in Abb. 3 gelb unterlegten Prozesse sind bereits am Markt verfügbar. Die übrigen befinden sich im Labor-Status oder in der Feldtest-Phase. Die wichtigsten Systeme können wie folgt unterschieden werden:

Einstufige Absorptions-Kältemaschinen

- viele Produkte im Bereich > 100kW
- wenige im Bereich 30 bis 100kW

Zweistufige Absorptions-Kältemaschinen

- einige Hersteller
- oftmals direkt-befeuerte Systeme
- keine Produkte < 100kW

Adsorptions-Kältemaschinen

- zwei kommerziell verfügbare Systeme aus Japan >70kW, teurer als einstufige Absorption aufgrund geringerer Antriebstemperaturen
- prinzipiell gut geeignet für solaren Antrieb

Offenes sorptionsgestütztes Verfahren (DEC – Desiccant and Evaporative Cooling)

- Sorptionsräder für die direkte Luftkonditionierung
- mehrere Hersteller
- Bereich 6 bis 300 kW

Offene Systeme

Bei offenen Verfahren wird generell eine Kombination aus sorptiver Luftentfeuchtung und Verdunstungskühlung eingesetzt, Abb. 4. Der Einsatz erfolgt hier direkt in Lüftungsanlagen zur Raumluftbehandlung. Grundsätzlich ist die sorptionsgestützte Klimatisierung eine ausgereifte Technologie.

Durch den offenen Prozess können im Gegensatz zu den folgenden geschlossenen Prozessen keine Vorlauftemperaturen von 6-10°C erreicht werden. Als Kälte-träger dient hier die befeuchtete Abluft und über die Wärmerückgewinnung (WRG) auch die Zuluft, die direkt in den Raum eingeblasen wird. Die minimalen Zulufttemperaturen liegen zwischen 16 und 18°C. Für Details sei hier auch auf den Artikel zur sorptionsgestützten Klimatisierung im letzten Fach.Journal verwiesen[1].

Geschlossene Systeme

Im Gegensatz zu den offenen Systemen sind die thermisch angetriebenen Kältemaschinen (Absorption oder Adsorption) von der Anlagenintegration her am ehesten mit den bekannten Kompressions-Kältemaschinen vergleichbar. Die Kältemaschinen liefern Kaltwasser im Bereich von 6 bis 20°C und sind damit für Zentralklimageräte wie auch für Kältenetze mit dezentraler Luftbehandlung einsetzbar (Fan-Coils, Kühldecken, usw.). Übliche Auslegungen führen bei einstufigen Maschinen zu COP-Werten (COP = Coefficient of Performance) um die 0,6 bis 0,7. Der zu erreichende Wert hängt aber sehr stark von den Randbedingungen der Gesamtanlage

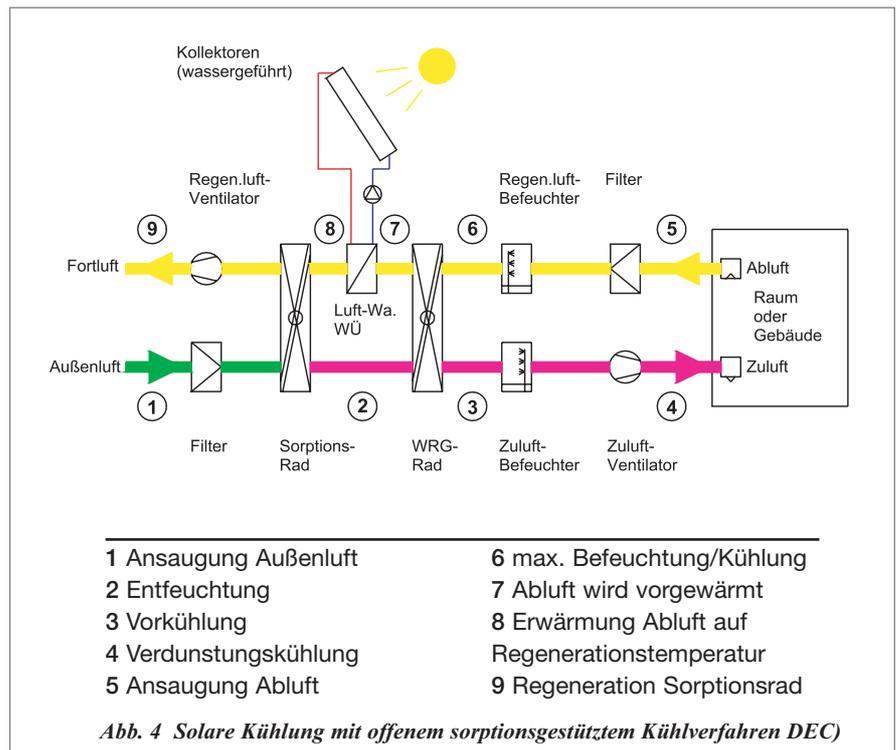


Abb. 4 Solare Kühlung mit offenem sorptionsgestütztem Kühlverfahren DEC)

OHNE KSB GÄBE ES HIER EIN FROSTIGES KLIMA.

KSB-Heizungstechnik sorgt für eine angenehme Arbeitsatmosphäre. Dank des intelligenten Steuerungssystems BOA-Systronic lassen sich Pumpen und Armaturen in Heizkreisläufen besonders energiesparend betreiben. Pumpen, Armaturen und Dienstleistungen von KSB sind weltweit in der Gebäudetechnik, der Industrie- und Energietechnik sowie der Wasser- und Abwassertechnik im Einsatz. Als international führender Systemanbieter und Servicepartner bringen wir für Sie alles wirtschaftlich in Fluss. Damit das Klima in allen Bereichen stimmt.

KSB Aktiengesellschaft • Johann-Klein-Str. 9 • 67227 Frankenthal
Telefon 06233 86-0 • Fax 06233 86-3401 • E-Mail: info@ksb.com • www.ksb.com



BOA-Systronic kombiniert Pumpe und Regelventil zu einem Steuerungssystem für die Vorlauftemperaturregelung. So verbrauchen elektrisch angetriebene Umwälzpumpen bis zu 50 Prozent weniger Energie.



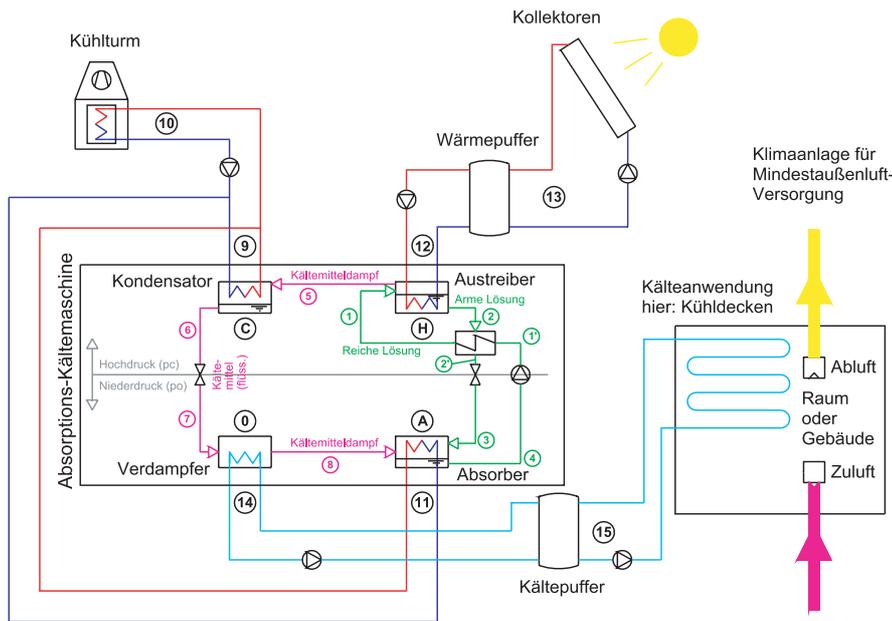


Abb. 5 Anlagenschema solare Kühlung mit Absorptions-Kältemaschine (ABKM)

ab. Am Beispiel einer Absorptions-Kältemaschine, Abb. 5, seien hier folgende qualitative Angaben genannt (die Zahlen sind Ergebnisse von Simulationsrechnungen und sollen den ungefähren Trend aufzeigen):

■ **Einfluss Heiztemperatur (Kollektor):** Je höher die Antriebstemperatur, umso besser wird die Entgasungsbreite der Absorptionsmaschine. Dadurch wird mehr ausgetrieben und der COP steigt. Eine Erhöhung der Vorlauftemperatur der Beheizung von 80°C auf 95°C führt hier zu einer Steigerung im COP von ungefähr 20%. Allerdings wird dieser Vorteil durch sinkende Wirkungsgrade im Kollektor "erkauft". Der Schnittpunkt des gemeinsamen Optimums liegt für übliche Kollektorkonstruktionen in der Regel zwischen 80°C und 95°C.

■ **Einfluss Kaltwassertemperatur:** Die Kaltwasserpaarung 10/14°C ergibt einen cirka 15% besseren COP als die Paarung 6/12°C. Nochmals 20% Verbesserung lassen sich beim Wechsel auf ein 14/17°C-System gewinnen. Daraus folgt die Empfehlung, bei Neubauten, bei denen thermisch angetriebene Kältemaschinen zum Einsatz kommen, nach Möglichkeit auf flächig arbeitende Kühlsysteme zurückzugreifen (Kühldecken, Bauteilaktivierung). Nebenbei steigt damit auch das Wohlbefinden der Nutzer.

■ **Einfluss Rückkühltemperatur:** Hier bringt eine Veränderung der Temperaturen von 25/30°C hin zu 20/25°C eine Verbesserung im COP der Maschine von ungefähr 25%. Allerdings sind beide Paarungen in der Regel nicht mit trockenen Rückkühlwerken zu erreichen, sondern bedingen eine feuchte Rückkühlung. Die damit erzielbare wesentliche Verbesserung legt den Wechsel aber nahe.

Beheizung durch Kollektoren

Aufgrund der bereits oben beschriebenen Phasengleichheit zwischen Kühllast und Leistungsangebot durch die Sonne ist es naheliegend, diese Komponenten zu verknüpfen. Die Umwandlung von Wärme in Kälte wurde in den vorigen Kapiteln bereits erläutert. Dabei wurde deutlich, dass es notwendig ist, Antriebstemperaturen im Bereich größer 60°C für den Prozess zur Verfügung zu stellen. Noch besser ist in der Regel eine Beheizung der Systeme mit einer Temperaturpaarung von 90/70°C.

Die bisherigen Anwendungen für Sonnenkollektoren sind dagegen mit Temperaturen zwischen 40°C (Heizungsunterstützung) und 50-70°C (Warmwasserbereitung) gut bedient. Da die Warmwasserbereitung eine ganzjährige Anwendung darstellt und über ein in Relation zum Verbrauch großes Puffersystem verfügt (Trinkwasserspei-

cher), ist die Leistungskurve über den Tag von untergeordneter Bedeutung. Solange die Sonne günstig steht, wird der Trinkwasserspeicher beheizt und die erwärmte Wassermenge reicht für 1 - 2 Tage. Die Anforderung der Heizungsunterstützung führt darüber hinaus schon zu einer wesentlich verbesserten Dämmung des Kollektors, da die Differenz zwischen mittlerer Kollektortemperatur ($t_m = 40$ bis 60°C) und Umgebung ($t_a = -10$ bis 10°C) auf Werte um die 50K steigt. Bei der solaren Kühlung liegt diese Differenz ähnlich ($t_m = 80^\circ\text{C}$; $t_a = 25$ bis 35°C). Allerdings ist die Globalstrahlung im Sommer höher.

Wirkungsgrad bei senkrechter Einstrahlung

Zur Beurteilung von Kollektoren wird auf der Basis der EN 12975 die Wirkungsgradkurve ermittelt. Als Bezugsgröße wird auf der X-Achse ein Quotient aus mittlerer Kollektortemperatur t_m abzüglich Umgebungstemperatur t_a geteilt durch die Einstrahlung aufgetragen:

$$Tm^* = \frac{t_m - t_a}{G}$$

Dieser Kurvenverlauf wird durch die Parameter η_0 , a_1 , a_2 mathematisch vollständig beschrieben.

Leistungscharakteristik über den Tagesgang

Aufgrund der Wirkungsgradkurve kann die Kollektorleistung allerdings nur bei senkrechter Einstrahlung hergeleitet werden. Da eine senkrechte Einstrahlung über den Tagesgang der Sonne allerdings so gut wie nie vorliegt, ist zur vollständigen Beurteilung noch die Winkelabhängigkeit des Kollektors zu prüfen und anzugeben. Für die Winkelabhängigkeit werden bei Kollektoren zwei Kennwerte ermittelt: $K_\theta(50^\circ)$ bestimmt die verbleibende Leistung bei direkter Strahlung unter einem Einfallswinkel von 50° zur Senkrechten und K_{od} als Korrekturwert bei diffuser Strahlung.

Speziell im Bereich der Winkelabhängigkeit ist es möglich, mit Antireflexschichten (AR) den Winkelkorrekturfaktor bei einem Einstrahlwinkel von 50° zur Senkrechten auf 95% anzu-

Intelligente Lösungen für RLT-Geräte und -Anlagen



SYSTEM HP-WRG

Effiziente Systeme für raumlufttechnische Anlagen nutzen Energiesparpotentiale
und schaffen eine behagliche Atmosphäre in Räumen.

Einladung zum HCAD-Seminar:
Sicherheit bei der Auslegung
von Klimazentralgeräten



Weitere Informationen
unter www.howatherm.de

HOWATHERM Klimatechnik GmbH
Keiperweg 11-15 D-55767 Brücken
Telefon +49 (06782) 99 99-0
0700HOWATHERM
Telefax +49 (06782) 99 99-10
www.howatherm.de
info@howatherm.de

heben (mit normalen Gläsern liegt dieser Wert zum Teil unter 90%). Das Resultat davon ist ein Kollektor, der bei der flach und seitlich stehenden Morgensonne bereits schneller eine hohe Leistung zur Verfügung stellt. Der gleiche Effekt stellt sich am Nach-

nachgereicht wird. Im Gegensatz dazu kommen AR-beschichtete Kollektoren schneller auf die Nennleistung und halten diese auch am Nachmittag länger auf dem Nenn-Niveau. Als Effekt ergibt sich damit eine kontinuierlichere Leistungsentfaltung und

sich grundsätzlich eine gleichmäßige Durchströmung durch die Einzelfelder einstellt oder nicht. Hier ist auf eine hydraulisch gleichmäßige Fluidführung mit einem geringen Druckverlust in jedem einzelnen Kollektor zu achten. Es ist auch notwendig, dass sehr enge Fertigungstoleranzen zu gleichen Druckverlusten bei allen verbauten Kollektoren führen. Zusätzlich ist für die Feinjustierung vor Ort noch ein hochtemperaturbeständiges Strangregulierventil je Feld einzusetzen.

Bei Ungleichmäßigkeiten in der Durchströmung ergeben sich Hot-Spots in einzelnen Feldern. Hierbei werden einzelne Felder zuerst schlechter durchströmt. Während einer Pumpenabschaltung oder bereits im Normalbetrieb gehen diese Teilfelder dann in Stagnation bzw. in Dampf über. Für den Rest des Tages verbleiben sie in der Dampfphase und sind hydraulisch abgeschnitten. Ein Beispiel hierfür ist die Anlage auf dem Bundespresseamt in Berlin[2]. Hochtemperaturfeste Kollektoren überstehen diese Stagnationsphase, allerdings wird die eingesetzte Wärmeträgerflüssigkeit irreversibel geschädigt. Wenn die Stagnationsphase länger andauert oder häufiger vorkommt, dann laufen Kollektoren mit kleinen internen Strömungsquerschnitten (3-4 mm) Gefahr, dass die Absorberrohre durch geackte Wärmeträgerflüssigkeit verstopfen (speziell bei Röhrenkollektoren).

Temperaturerfassung

Um die Einschaltzeitpunkte durch die Regelung richtig zu bestimmen, muss die Kollektortemperatur exakt gemessen werden. Herkömmliche Tauchhülsen am Absorberblech führen hier zu Abweichungen um die 10K. Um einen richtigen Pumpen-Einschaltzeitpunkt zu ermitteln ist es notwendig, die Temperatur exakt im Fluid innerhalb des Kollektors aufzunehmen. Noch vorteilhafter ist eine Ankopplung des Absorbers an das Fluidrohr im Bereich der Temperaturmessung.

Ökonomische Aspekte

Am Fraunhofer ISE in Freiburg wurden in einer aufwändigen Simulation verschiedene Systeme für unterschiedliche Lastfälle durchgerechnet[3].

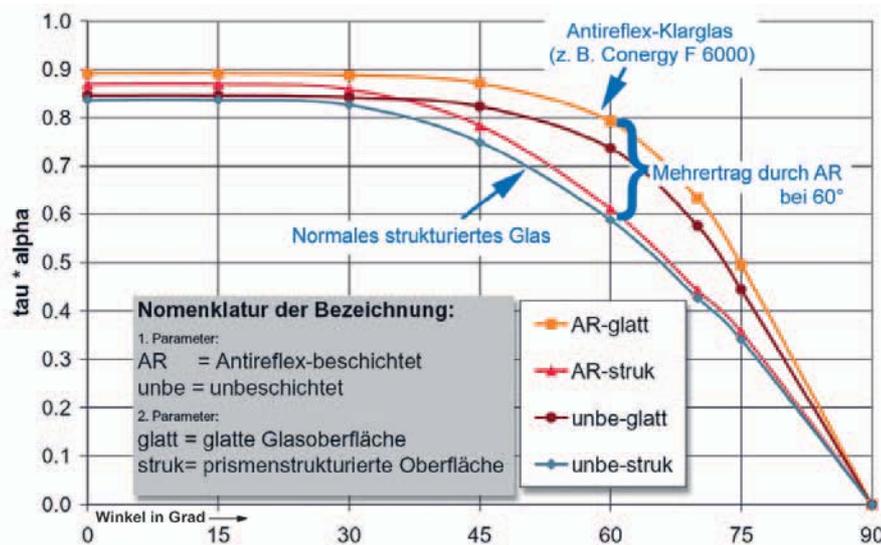


Abb. 6 Kollektor-Wirkungsgradabfall bei schräger Einstrahlung für verschiedene Glasarten, dargestellt am Produkt aus Transmission und Absorption (Quelle: Fraunhofer ISE, OTTI-Symposium 2002)

mittag/Abend ein, wo üblicherweise die höchsten Lasten in der Gebäudekühlung auftauchen. In Abb. 6 wird anschaulich die höhere Leistung von Kollektoren mit antireflexbeschichteten Glasscheiben bei schräger Einstrahlung demonstriert.

Mit herkömmlichen Kollektoren würde man in der Planung die Kollektorfeldleistung auf einen Mittelwert zwischen der Spitzenleistung zur solaren Mittagszeit und der geringeren Leistung am Nachmittag auslegen. Dies hat den Nebeneffekt, dass die zur Mittagszeit produzierte Leistung zu hoch ist. Da die Sonneneinstrahlung nun nicht reguliert werden kann, führt dieser Nachteil zu einem Ansteigen der Temperatur im Kollektorkreis. Höhere Vorlauftemperaturen bewirken zusätzlich einen ansteigenden COP-Wert in der Kältemaschine, woraufhin dieser Effekt der zu hohen Leistung durch den verbesserten Gesamtwirkungsgrad noch verstärkt wird. In der Folge wird das System in eine kontrollierte Abschaltung gehen. Bis zum nächsten Start ist dann mit einer Zykluszeit von ungefähr 20 min zu rechnen, in denen keine Kühlleistung

ein stabilerer Lauf des Gesamtsystems (Reduzierung des Taktens der Kältemaschine).

Hydraulik:

Im Gegensatz zu den üblichen solarthermischen Anwendungen mit einer Verschaltung von etwa 10 bis höchstens 30 Kollektoren ist es im Bereich der solaren Kühlung notwendig, größere Kollektorfelder aufzubauen und auch sicher zu beherrschen. Um den Leistungsbedarf für übliche Kühlanwendungen zu decken, werden in der Regel um die 200 bis 500 m² benötigt, zum Teil gehen die Auslegungen auch auf 1.000 m² und mehr. Der Einzelaufbau besteht dabei aus 100 bis 500 Kollektoren, die hydraulisch in einem System zusammenspielen müssen (Großkollektoren sind in der Regel vom hydraulischen Aufbau her gleich zu bewerten).

Bei einem Feld von z. B. 100 Kollektoren, bei dem je 5 Kollektoren in Reihe verschaltet sind, ergeben sich somit 20 parallele Felder. Wie die Erfahrung zeigt, hat der interne konstruktive Aufbau der Rohrregister einen erheblichen Einfluss darauf, ob

Als Anwendungen wurden ein Bürogebäude mit 930 m² bzw. mit 9.300 m², ein Hotel mit 643 m² bzw. mit 6.430 m² und ein Seminarraum mit 216 m² herangezogen.

Alle Lastfälle wurden für die beiden Standorte Madrid und Freiburg sowie mit unterschiedlichsten Komponenten durchgerechnet (Flach/Röhre, Absorption/Adsorption, Backup mit Heizkessel oder Kompressionskältemaschine). Als Resultat ergaben sich für den Standort Madrid Primärenergiekosten in Höhe von 4,4 bis 28 ct/kWh. Am Standort Freiburg entstanden durch die schlechtere Lage Kosten in Höhe von 7,5 bis 39 ct/kWh.

Generell kann man sagen, dass große Installationen mit Absorptions-Kältemaschinen, angetrieben mit Flachkollektoren, hier im Vorteil sind (Madrid: 4,4 bis 9,0 ct/kWh; Freiburg: 7,5 bis 20,6 ct/kWh). Die günstigsten Werte werden grundsätzlich in den Anlagen erreicht, in denen die solare Energie neben der Kühlungsaufgabe zusätzlich für die Warmwasserbereitung (Übergangszeit und Winter) oder für Heizzwecke (Winter) verwendet werden kann. Dementsprechend sind Hotels oder ähnliche Objekte im Kostenvorteil, da die einmalige Investition durch mehrere über das Jahr verteilte Verbraucher besser ausgelastet wird.

Fazit:

Solare Kühlung ist eine faszinierende Anwendung, nicht nur für die Zukunft.

In Europa bestehen heute bereits 65 Anlagen dieser Art, die auf ein rasch wachsendes Interesse stoßen. Die benötigten Komponenten sind bereits länger auf dem Markt und bewährt, aber im System nur mit Erfahrung einzusetzen. Ein Muss ist bei Installationen in dieser Größenordnung eine detaillierte Planung unter Zuhilfenahme von Spezialisten aus den jeweiligen Fachgebieten. Erfahrungsgemäß tauchen Fehler im Bereich der Hydraulik und der Regelungstechnik auf. Speziell diese Fehler können durch ein Monitoring der Anlage in den ersten beiden Betriebsjahren leicht erkannt und rasch korrigiert werden. Nur selten bietet sich die Möglichkeit, den Verursacher (die Sonne) zum Beseitigen der von ihm verursachten Auswirkungen (Kühllast) heranzuziehen.

[1] Detlef Hagenbruch: „Die sorptionsgestützte Klimatisierung“, Fach.Journal, Ausgabe 2002/2003

[2] Vortrag Jan Albers, IEMB an der TU Berlin, Symposium „Solare Kühlung“, AEE-Intec, 7.5.2004, Wien

[3] Vortrag Hans-Martin Henning, Fraunhofer ISE, Symposium „Solare Kühlung“, AEE-Intec, 7.5.2004, Wien

Autor:

Dipl.-Ing. Christian Stadler
Produktmanager Solarthermie
Conergy AG, Landshut
www.conergy.de

Auch für besonders haarige Fälle!



Kabelbündel- und Befestigungssysteme



Unsere Kabelbündel- und Befestigungssysteme lassen sich praktisch in jeder Situation einsetzen. Ob bei Wind und Wetter oder **hohen Temperaturen**, gegen **aggressive Medien** oder bei besonderer **mechanischer Belastung**. Kabelbündel- und Befestigungssysteme von **HellermannTyton** sind wie geschaffen für die besonders haarigen Fälle im Leben.

Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie direkt bei **HellermannTyton** oder unter www.HellermannTyton.de.

HellermannTyton GmbH
 Großer Moorweg 45
 25436 Tornesch
 Tel: +49 (0) 4122 701 1
 Fax: +49 (0) 4122 701 400

E-Mail: Info@HellermannTyton.de
 Internet: www.HellermannTyton.de

HellermannTyton
 A SPIRENT Company

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



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