

SOLARE KÜHLUNG

ÖKOLOGISCH NOTWENDIG – ENERGETISCH NAHE LIEGEND



Matthias Hüttmann

Fürth: 100 Quadratmeter Kollektoren kühlen und beheizen 1000 Quadratmeter Bürofläche

Um auch an heißen Sommertagen produktiv im Großraumbüro arbeiten zu können bedarf es Maßnahmen zur Klimatisierung. Immer häufiger werden in Hotels, Labors oder öffentlichen Gebäuden Klimaanlage eingesetzt. Insbesondere Büros haben durch den Einsatz von Computern, Kopierern, Leuchten und anderen elektrischen Verbrauchern einen großen Kühlungsbedarf. Die Nachfrage ist weltweit steigend, auch in Deutschland. Um die Gebäude zu kühlen werden in der Regel energieintensive Klimaanlage eingesetzt. Der höchste Kühlbedarf fällt zeitlich mit der Mittagsspitze im Lastprofil des Stromverbrauchs zusammen. Sie ist damit mitverantwortlich für die Auslegung von Kraftwerken und Stromnetz. Spitzenlaststrom ist ökonomisch wie ökologisch besonders aufwändig. Noch dazu arbeiten Kompressionskältemaschinen meist mit Kältemitteln, die beim Entweichen zur Globalen Erwärmung beitragen. Im heißen Sommer 2003 führte der verstärkte Einsatz von Klimaanlage in vielen Ländern zur Überlastung der Stromnetze. In Italien mussten beispielsweise sechs Millionen Einwohner zeitweilig ohne Strom auskommen.

Steigender Bedarf an Klimageräten

Der weltweite Bedarf an Klimaanlage ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Während in den USA und Japan etwa 80% aller Büroflächen klimatisiert werden, sind es in Europa weniger als 50%. Das wird sich in den nächsten Jahren

ändern: Der Bedarf an Kühlenergie in Europa steigt stark an (Abb. 1 und 2). Der Energieverbrauch von Raumklimageräten wird sich bis zum Jahr 2020 sogar verdoppeln. In zwanzig Jahren wird der Kühlenergiebedarf in Europa dann in etwa genau so hoch sein wie der Heizenergiebedarf. Zwei Hauptgründe sind für den stark steigenden Kühlbedarf verantwortlich: Einerseits werden die Komfortansprüche an die eigenen vier Wände, an Büros und an Geschäftslokale immer höher. Dazu kommt, dass moderne Glasfassaden bereits ab einer Außentemperatur von sechs Grad bei entsprechender Sonneneinstrahlung Kühlung benötigen. Andererseits sorgt verbesserte Gebäudedämmung zwar dafür, dass Wärme im Winter in den Gebäuden bleibt – aber eben auch im Sommer. Die Hitze, die sich durch Beleuchtung und EDV-Anlagen in den Räumen entwickelt, verbleibt dadurch im Gebäude ¹⁾.

Solare Klimatisierung ist nahe liegend

Da immer dann klimatisiert werden muss, wenn Gebäude durch Sonnenstrahlung aufgeheizt werden, steht auch immer nahezu zeitgleich Sonnenenergie zur Verfügung. Die höchste Lufttemperatur ist in unseren Breitengraden gegenüber dem Moment der höchsten Einstrahlung leicht verschoben. Steht die Sonne bei uns um 13 Uhr Sommerzeit im Zenit, ist meist die höchste solare Einstrahlungsleistung zu verzeichnen. Der Zeitpunkt der höchsten Temperatur tritt dagegen erst gut zwei Stunden später ein. Auch die

Gebäude sind durch ihre Wärmekapazität thermisch träge, der Klimatisierungsbedarf folgt mit einer Verzögerung.

Wassergestützte Klimaanlage können Gebäude mittels Solarenergie kühlen. Sonnenkollektoren liefern dabei die benötigte Energie für den Betrieb. Ihr Anteil an der für die Klimatisierung benötigten Energie ist dabei nicht gering. Bei der solaren Klimatisierung wird ein Gebäude, ein Raum oder, abstrakter gesehen, ein Volumen durch Solarenergie gekühlt und getrocknet. Dazu wird die Antriebsenergiequelle einer Kältemaschine durch solare Strahlung, statt elektrischer Energie aus dem Stromnetz, betrieben. Eine Zwischenspeicherung ist aufgrund der nahezu vollständigen Übereinstimmung von Bedarf und Angebot nur bedingt notwendig. In Europa liefern bereits über 100 Solarwärmesysteme die nötige Energie für Kühl- und Klimatisierungsprozesse.

Neben der Kontrolle der Raumlufttemperatur durch die angepasste Abfuhr von

Abb. 1: Weltmarkt für Raumklimageräte ²⁾

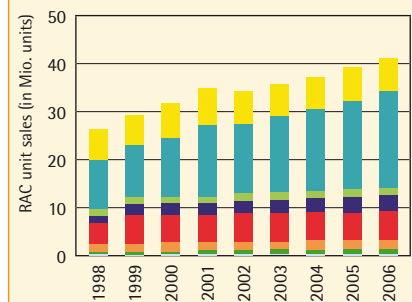
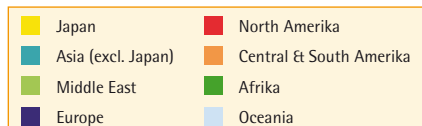
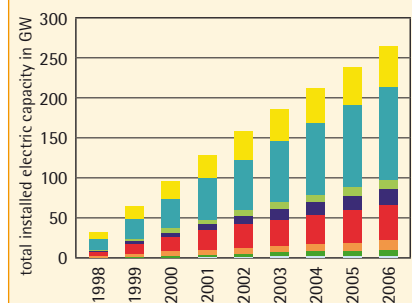


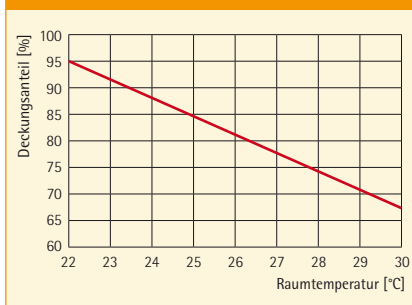
Abb. 2: Kumulative Zunahme an installiertem Leistungsbedarf ²⁾



sensiblen Wärmelasten hat die Gebäudeklimatisierung noch eine weitere Aufgabe, die Kontrolle der Raumluftfeuchte durch die angepasste Abfuhr von latenten Lasten. Da die Wärmeregulierung des menschlichen Körpers zum Teil durch Verdunstung über die Haut erfolgt, hat auch die Luftfeuchte Auswirkungen auf das thermische Behaglichkeitsgefühl des Menschen. Je höher die Luftfeuchtigkeit ist, desto weniger Wärme kann vom Körper durch Verdunstung von Schweiß abgegeben werden.

Die geistige Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden des Menschen am Arbeitsplatz werden zu einem wesentlichen Teil von seiner Umgebung beeinflusst. In modern eingerichteten Büroräumen entstehen trotz optimaler Bautechnik durch innere und äußere Wärmequellen Raumtemperaturen von über 26 °C an oftmals mehr als 400 Arbeitsstunden im Jahr. Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen aus den USA und Skandinavien reduziert sich die geistige Leistungsfähigkeit auf etwa 75%, wenn die Raumtemperatur auf 28 °C ansteigt. (Abb. 3)

Abb. 3: Geistige Leistungsfähigkeit des Menschen nach D. Wyon



Beispiel solarautarke Kühlung der iba AG in Fürth

Das am 29. August 2007 in Betrieb genommene solarautarke System im Gebäude der iba AG in Fürth ist ein Modellprojekt zur solargestützten Kühlung, Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Es wurde im Rahmen des Programms „Solarthermie2000plus“ vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Nach den extremen Erfahrungen des heißen Sommers 2003 und mehrerer vorgenommenen energetischen Maßnahmen entschloss man sich, die Büroräume auf bislang noch unkonventionelle Weise zu kühlen.

Am Standort Innenstadt Fürth steht der Gebäudekomplex der iba AG. Dieser besteht aus Hauptgebäude, Seitenbau und Rückgebäude, die miteinander verbunden sind. Er war 1958 errichtet und 2001 anlässlich des Erwerbs durch den jetzigen Eigentümer nach den damaligen Erkenntnissen umfangreich umgebaut und modernisiert

worden. So wurden neue Fenster eingebaut (U-Wert 1,3–1,5W/(m²K)), die Außenwand mit einer Thermohaut verkleidet (U-Wert 0,32W/(m²K)), der Dachaufbau des Nebengebäudes erneuert (U-Wert 0,27W/(m²K)) und eine Einzelraumregelung mit Temperaturgradientenerfassung installiert. Im Jahr 2003 wurde außerdem ein neuer Gas-Brennwertkessel mit einer Heizleistung von 128 kW installiert. Der jährliche Heizwärmebedarf und die CO₂-Emissionen hatten sich daher bereits durch diese „konventionellen“ Energiesparmaßnahmen seit 2001 um 17% witterungsbereinigt reduziert.

Nach diesen energetischen Einzelmaßnahmen wurde nun die Pilotanlage errichtet. Basierend auf Solarenergie ist ein kombiniertes System zur Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser und Kühlung entwickelt worden. Ziel ist es, mit der thermischen Solaranlage den Primärenergiebedarf für Wärme zu senken und gleichzeitig ein Kühlsystem zu betreiben.

Wesentliche Komponenten:

- Die Kollektorfläche beträgt ca. 100 m², es handelt sich um Großflächenkollektoren mit Antireflexglas der Fa. Solvis. (Abb. 4)
- Die beiden Puffer-Schichtenspeicher des Typs Solvis Strato SR haben ein Volumen von insgesamt 3700 l.
- Als Absorptionskälteanlage wurde der gerade erst entwickelte Typ WegraCal-SE30 der Fa. EAW, Energieanlagenbau Westenfeld ausgewählt. (Abb. 5)

System:

Die Kollektoren sind in Aufdachmontage nach Süden orientiert auf die Sparrendachkonstruktion gesetzt worden. Da im Sommer der Wärmebedarf auf die Warmwasserbereitung beschränkt ist, wird mit der überschüssigen Energie der Solarkollektoren Kälte erzeugt. Hierzu kommt eine Absorptionskälteanlage zum Einsatz. Das technische System hat eine Leistung von 30 kW, es versorgt 1000 m² Nutzfläche, die zu beheizen bzw. zu kühlen sind. Das Kühlsystem stellt einen Prototyp dar, der später nicht nur im Gewerbe, sondern auch in der Wohnungswirtschaft bei Mehrfamilienhäusern Anwendung finden könnte.

Bei der Solaranlage handelt es sich um das Konzept der Fa. Solvis mit einem Schichtenspeicherpaar, einer Frischwasserstation und einer Be- und Entladestation, welche im Wesentlichen für die solare Heizungsunterstützung zuständig ist. Bei der Kälteerzeugung im Sommer kommt eine Absorptionskälteanlage der Fa. EAW, Energieanlagenbau Westenfeld zum Einsatz. Die Konzeption sieht vor, eine solare

Kältedeckungsrate im Sommer von 100% zu erzielen.

Die vergleichsweise geringe Heizwassertemperatur ermöglicht den Einsatz von wartungsfreundlichen Flachkollektoren. Neben der Kälteerzeugung wird die gewonnene thermische Solarenergie außerhalb der Kühlperiode auch zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung genutzt. Zudem ist als eine Art Überschussmanagement vorgesehen, zeitweilig Wärme in Form von Warmwasser an das benachbarte Kurbad abzugeben.

Das Konzept sieht vor, die Kälteanlage im Sommer als solar autonomes System zu betreiben. Neben der Solaranlage ist weiterhin ein Gas-Brennwertgerät eingebunden. Die solare Kälte- und Trinkwarmwasserdeckungsrate ist im Sommer 100%. Wenn die Temperaturen des Kollektorfeldes nicht für eine vollständige Kältebedarfsdeckung ausreichen, ergeben sich zwangsläufig höhere Kaltwassertemperaturen und damit auch eine geringere Leistungsfähigkeit der Raumkühlsysteme. Die solare Heizungsunterstützung in den Übergangsjahreszeiten und im Winter erfolgt durch die Anbindung des Brennwertkessels an das System. Die Kälteleistung wird über ein Kühldeckensystem übertragen. Bei einer Kühlwassertemperatur von 27 °C und einer erforderlichen Kaltwassertemperatur von ca. 18 °C kann dieser Kältebedarf ggf. mit Antriebstemperaturen von weniger als 75 °C gedeckt werden. Diese werden allein durch die in den Pufferspeichern bevorratete Wärmeenergie gedeckt. Durch die niedrigen Temperaturanforderungen, sowohl bei der Raumwärme, als auch bei dem Kältebedarf ist es deshalb möglich, leistungsoptimierte Flachkollektoren einzusetzen, welche aus ökonomischer Sicht wie auch aufgrund ihrer Wartungsfreundlichkeit günstig sind.



Abb. 4: Montage der Flachkollektoren



Abb. 5: Die Absorptionskälteanlage wird angeliefert

Der Kreislauf (Abb. 6)

Die den Absorber (A) verlassende kältemittelreiche Lösung wird durch eine Pumpe abgesaugt. Diese Lösungsmenge wird durch einen Wärmetauscher zum Generator (G) gefördert und dort gleichmäßig über dem Generator verteilt. Durch die Zufuhr von Warmwasser wird aus der Lösung Kältemittel ausgedampft. Die nun wieder konzentrierte Lithiumbromid-Lösung wird mit einer Pumpe zurück zum Absorber gefördert. Der im Generator ausgetriebene Kältemitteldampf strömt zum Kondensator (K) und wird dort verflüssigt. Die dabei frei werdende Wärme wird an das Kühlwasser abgegeben. Das verflüssigte Kältemittel wird über eine Drossel entspannt und dem Verdampfer (V) zugeführt. Das vom Kondensator kommende Kältemittel fließt zur Verdampferwanne, wo es von einer Kältemittelpumpe angesaugt, nach oben in ein Berieselungssystem gepumpt und über den Verdampferrohren verteilt wird. Auf Grund des hohen Vakuums verdampft ein Teil des Kältemittels bereits bei sehr niedrigen Temperaturen. Die für die Verdampfung notwendige Wärme entzieht das Kältemittel dem in den Verdampferrohren fließenden Kaltwasser, welches sich dabei um bis zu 8 °C abkühlt. Dieses Kaltwasser wird über einen Kältespeicher in die Konvektoren gepumpt, wo es die Raumluft in den Büros unterhalb der Zimmerdecke abkühlt. ³⁾

Eine Besonderheit stellt die aktive und fachkundige Beteiligung des anwendenden Betriebes und seiner MitarbeiterInnen an der Projektentwicklung und Durchführung dar. Mit den zu erwartenden positiven Ergebnissen des Modellprojektes soll ein Fallbeispiel als „best-practice“ geschaffen werden, das es erlaubt, solche Systeme weiterzupfehlen und anschließend in die serielle Anwendung zu gehen. Ein künftiger Markt dafür kann schon aufgrund der vorhandenen Masse vergleichbarer Objekte angenommen werden.

Quellen:

- 1) Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen, Österreich
- 2) Kalkulation Dr. H-M. Henning (Fraunhofer ISE) basierend auf Daten aus: Federico Butera: The use of environmental energies for sustainable building in mediterranean climates. Intelligent Building Middle East, Bahrain, Dec. 2005.
- 3) iba-AG Fürth, Projektleitung Henry Regn, www.iba-ag.com

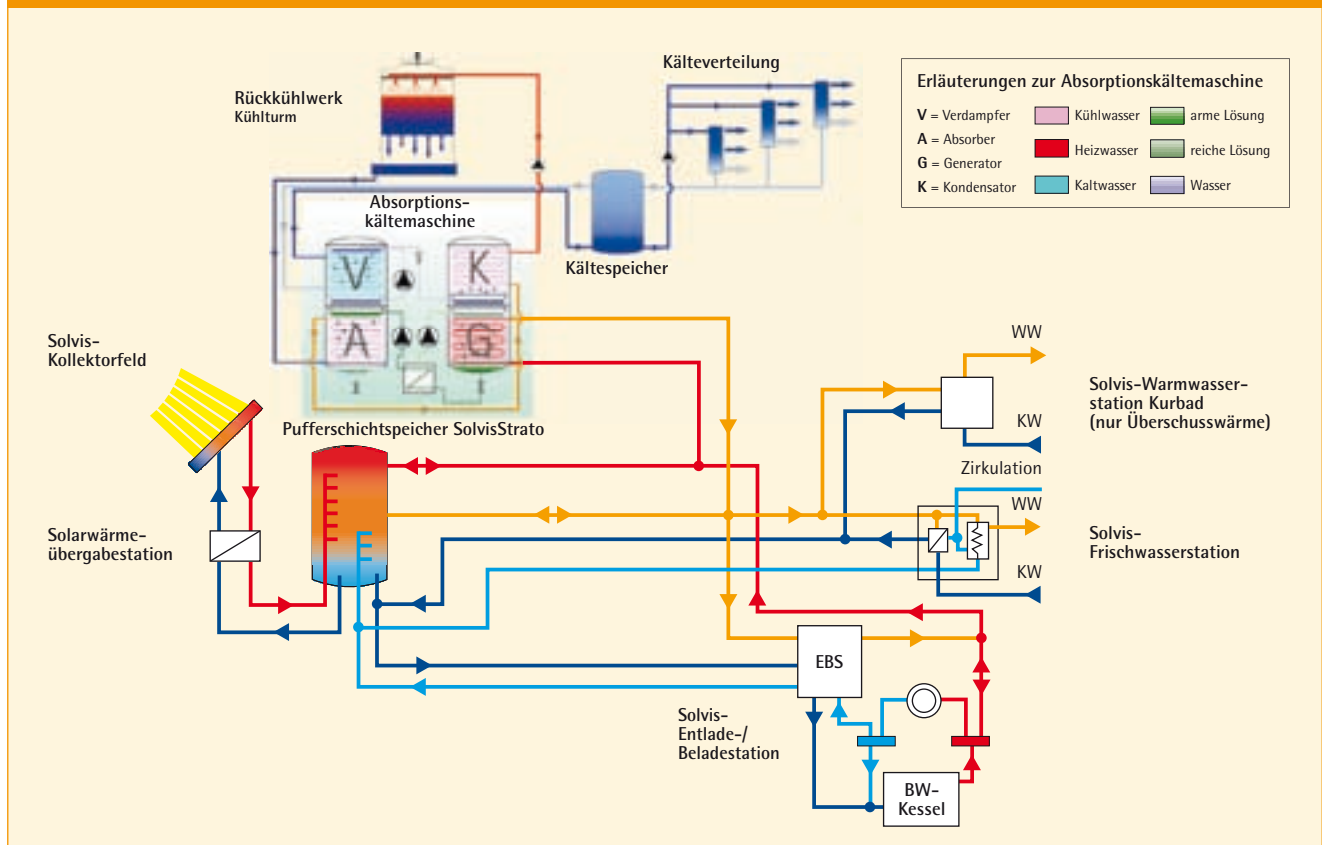
ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hüttmann* ist Mitarbeiter bei solid in Fürth (www.solid.de) und Vorsitzender der Sektion Mittelfranken in der DGS
huettmann@dgs.de

Technische Daten			
Absorptionskälteanlage			
Kälteleistung	30 kW		
Kaltwasser	Eintrittstemperatur	15 °C	
	Austrittstemperatur	9 °C	
	Menge	4,3 m ³ /h	
Heizwasser	Heizleistung	40 kW	
	Eintrittstemperatur	86 °C	
	Austrittstemperatur	73 °C	
	Menge	2,6 m ³ /h	
Kühlwasser	Eintrittstemperatur	27 °C	
	Austrittstemperatur	32 °C	
	Menge	12 m ³ /h	
Kollektoren			
Typ	Flachkollektoren		
Fläche	96 m ² brutto		
	88 m ² netto		
Leistung	ca. 52 kW		
Eintrittstemperatur	73 °C		
Austrittstemperatur	87 °C		
Durchfluss	ca. 4 m ³ /h		
Warmwasserspeicher			
Speichervolumen	3,7 m ³ (2 x 1,85 m ³)		
Typ	Schichtspeicher		
Kaltwasserspeicher			
Speichervolumen	1,4 m ³		
Typ	Standardspeicher		
Brennwertkessel			
Leistung	128 kW, modulierend		
Typ	Gas-Brennwertkessel		
Gebäudedaten			
Gesamtnutzfläche	ca. 980 m ²		

iba-AG

Abb. 6: Die wesentlichen Anlagenkomponenten des solaren Kühlsystems



Solvis/iba-AG

Die **DGS** ist ...

- eine technisch-wissenschaftliche Organisation für erneuerbare Energien und Energieeffizienz.
- Mittler zwischen Wissenschaft, Ingenieuren, Handwerk, Industrie, Behörden und Parlamenten.
- nationale Sektion der International Solar Energy Society (ISES).
- Mitglied des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine (DVT).

Die **DGS** fordert ...

- die nachhaltige Veränderung der Energiewirtschaft durch die Nutzung erneuerbarer Energien.
- technische Innovationen bei Energieerzeugung und -effizienz durch einen breiten Wissenstransfer.
- solide Gesetze und technische Regelwerke für die direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie.

Die **DGS** bietet ...

- jährlich 6 Ausgaben der **SONNENERGIE** als Teil der Vereinsmitgliedschaft.
- Rabatte bei DGS-Veranstaltungen, Publikationen und Schulungen sowie der RAL Gütegemeinschaft.
- ein starkes lebendiges Netzwerk aus über 3.000 Solarfachleuten und Wissenschaftlern.



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Werden Sie Mitglied
und erhalten Sie die
SONNENERGIE
regelmäßig frei Haus

www.dgs.de/beitritt

oder rufen Sie uns an
Tel.: 089/524071

auf dem Weg in die solare Zukunft ...

werden Sie Mitglied im starken Netzwerk
www.dgs.de/beitritt



Die RAL-Gütegemeinschaft Solarenergieanlagen e.V.

Qualität ist das Einhalten von Vereinbarungen

Bei der Solartechnik bedeutet dies, dass Solaranlagen gut funktionieren und hohe Erträge erwirtschaften, wenn sie von qualifiziertem Personal nach der guten fachlichen Praxis geplant, ausgeschrieben, gebaut und betrieben sowie hochwertige Komponenten verwendet werden.

Fach- und Endkunden

können die technischen Lieferbedingungen kostenfrei nutzen, indem sie in ihre Bestellungen, Ausschreibungen oder Auftragsvergabe mit dem Passus „Bestellung gemäß RAL-GZ 966“ ausführen. Hierdurch schaffen sie eine rechtssichere technische Vertragsbasis und definieren gerichtsfest ihr Pflichtenheft für die Solarenergieanlage.

Vorteile für Fach- und Endkunden:

- Eindeutige Lieferbedingungen durch klare Produkt- und Leistungsbeschreibungen
- Transparenz durch objektive, neutral geprüfte und jederzeit einsehbare Gütekriterien
- Verlässlichkeit durch neutrale Fremdüberwachung der zertifizierten Unternehmen

Mitgliedsunternehmen:

können ihren eigenen Qualitätsanspruch durch eine Prüfung neutral bestätigen lassen und Kunden gegenüber mit dem RAL Gütezeichen dokumentieren. Sie haben Zugriff auf die Beratungsleistungen der Prüfer und können die Inhalte der Güte- und Prüfbestimmungen selber mitgestalten.

Vorteile für Unternehmen:

- Sichtbarer Qualitätsausweis durch das RAL-Gütezeichen gegenüber den Kunden
- Unternehmensberatung und Prozessverbesserung durch den Prüfvorgang
- Mitspracherecht an der Gestaltung der Güte- und Prüfbestimmungen



Mehr Informationen zum
RAL Solar Gütezeichen
(RAL-GZ 966)
und zur Mitgliedschaft
in der Gütegemeinschaft
finden Sie unter:

www.ralsolar.de

Qualität ist das Einhalten von Vereinbarungen

www.ralsolar.de