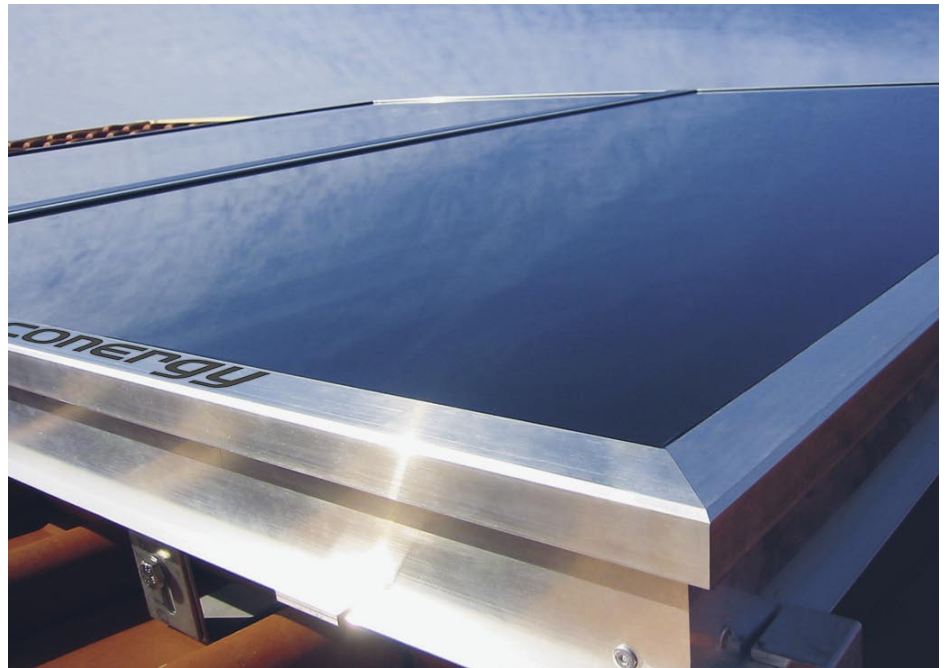


Die Verwendung von kostenloser Solarenergie für die Kühlung von Gebäuden stößt auf immer größeres Interesse. Solarthermische Anlagen entlasten die Stromnetze und verringern den CO₂-Ausstoß. Zudem reduzieren die solarthermischen Systeme die Stromkosten für die Gebäudeklimatisierung um mindestens 40 bis 70 %. Zusätzlich wird die Solarwärme zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung genutzt.

Das Thema Kühlung gewinnt nicht zuletzt wegen der globalen Erwärmung an Bedeutung. Auch steigende Komfortansprüche lassen den Bedarf für Klimatisierung weltweit stetig wachsen. In Städten wie Houston, Sydney, Madrid und Rom sind z. B. bereits heute nahezu alle Gebäude vollklimatisiert. Auch in Deutschland wird bereits die Hälfte der größeren Büneubauten mit Klimaanlage ausgerüstet, Tendenz stark steigend. Die Verwendung von kostenloser Solarenergie für die Kühlung von Gebäuden stößt daher bei Planern, Regierungen und Gebäudeeignern auf zunehmend großes Interesse. Solarthermische Anlagen entlasten die Stromnetze und verringern den CO₂-Ausstoß. Neben der Reduktion von Schadstoffen ist der Einsatz der modernen Solartechnologie auch wirtschaftlich rentabel: Effiziente solarthermische Systeme reduzieren die Stromkosten für die Gebäudeklimatisierung um mindestens 40 bis 70 %. Zusätzlich wird die Solarwärme ganzjährig zur Warmwasserbereitung und an kalten Tagen zur Heizungsunterstützung genutzt.

Den Verursacher hoher Temperaturen als Antrieb nutzen

Der Hauptanteil der Kühllast kommt üblicherweise aus der solaren Einstrahlung, sowie Wärmeeinleitung aufgrund hoher Außentemperaturen. Zusätzlich findet man in Büros und gewerblichen Räumen große interne Wärmeverursacher wie PCs, Leuchten, Kopierer usw. Auch ein vermehrter Glaseinsatz in modernen Gebäuden führt zu einem kontinuierlich steigenden Kühlbedarf. Daraus er-



Raumklimatisierung mit kostenloser Energie

Kühlen mit der Sonnenwärme

gibt sich ein erhöhter Einsatz von konventioneller Kühlung, die den Stromverbrauch durch Kompressionskältemaschinen stark ansteigen lässt (Bild 1). In immer mehr Ländern der Erde führt dieser Anstieg zunehmend häufig zur Überlastung und letztlich zum Zusammenbruch des Stromnetzes. Auch die Arbeitsleistung und das Wohlbefinden der Menschen, die in den Gebäuden arbeiten, hängen stark von der Umgebungstemperatur ab. Herkömmliche Klimaanlage und Kühlgeräte nutzen elektrische Kompressoren, deren Energiebedarf bei wärmerer Umgebungsluft überdurchschnittlich steigt. Die clevere Idee der solaren Kühlung besteht darin, quasi den Verursacher der hohen Temperaturen als Antrieb für Kältemaschinen zu nutzen: die Sonne selbst. Denn wann funktioniert eine Solarwärmanlage am wirksamsten? Und wann ist der Bedarf an Kühlung am höchsten? Auf beide Fragen gibt es dieselbe Antwort: Wenn die Sonne am intensivsten scheint (Bild 2). Der Kühlbedarf steigt und fällt nahezu zeitgleich mit dem Angebot an Sonnenenergie, im saisonalen Verlauf ebenso wie auch größtenteils während des Tages. Umweltfreundli-

che Solartechnik zur Klimatisierung der Räume nutzt diesen Effekt. Aufgrund der Trägheit des Baukörpers liegt die zeitliche Verschiebung zwischen Antriebsenergie (Sonne) und Kühllast des Gebäudes im Bereich von ein bis drei Stunden und kann durch geeignete Puffer (z. B. Heißwasserpuffer bzw. Kaltwasserpuffer) oder über Baukörperaktivierung ausgeglichen werden.

Grundprozesse und -systeme der solaren Kühlung

Solare Kühlanlagen sind bereits hoch entwickelt und technologisch ausgereift. Bereits in den 80er Jahren wurden in Japan und den USA im Bereich der thermischen Klimatisierungsanlagen erhebliche Forschungsmittel eingesetzt, um diese Maschinen weiterzuentwickeln. Auch Hochleistungskollektoren wurden in den letzten 20 Jahren speziell für die Anwendung bei dauerhaft hohen Temperaturen erheblich weiterentwickelt. Insbesondere in Mitteleuropa sind die Kollektoren für die Anwendung zur Heizungsunterstützung optimiert.

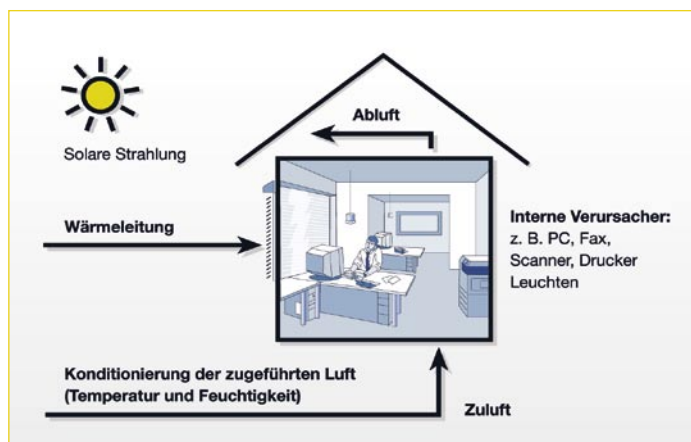


Bild 1 Zahlreiche Verursacher tragen in modernen Gebäuden zu einem kontinuierlich steigenden Kühlbedarf bei

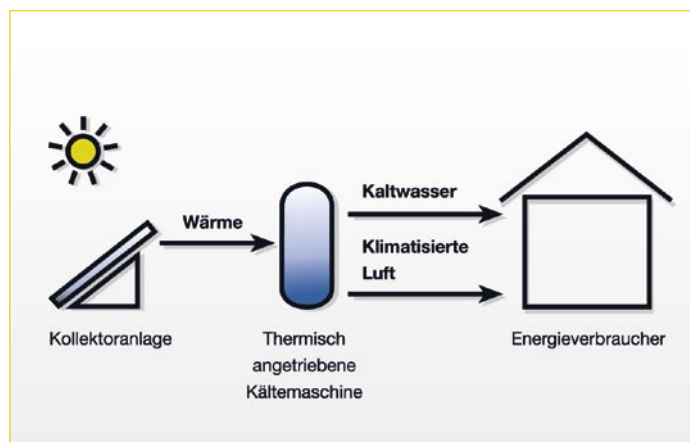


Bild 2 Die clevere Idee bei der solaren Kühlung: der Verursacher der hohen Temperaturen, die Sonne, wird als Antrieb für Kältemaschinen genutzt

Je nach Art des verwendeten Funktionsbetriebs kann zwischen geschlossenen Kältemaschinen zur Kaltwasserbereitstellung und offenen Sorptionsverfahren zur direkten Luftkonditionierung unterschieden werden. Die in Bild 3 blau unterlegten Prozesse sind bereits im Markt verfügbar. Die übrigen befinden sich im Labor-Status oder in der Feldtest-Phase.

Bei offenen Verfahren (DEC – Desiccant and Evaporative Cooling) wird generell eine Kombination aus sorptiver Luftentfeuchtung und Verdunstungskühlung eingesetzt, die in Lüftungsanlagen zur Raumluftklimatisierung angewendet wird. Grundsätzlich ist die so genannte sorptionsgestützte Klimatisierung eine ausgereifte Technologie. Als Kälte-träger dient

die befeuchtete Abluft und über die Wärmerückgewinnung (WRG) auch die Zuluft, die direkt in den Raum eingblasen wird. Die minimale Zulufttemperatur liegt zwischen 16 und 18 °C (Bild 4).

Geschlossene Systeme (Absorption und Adsorption) hingegen sind vergleichbar mit konventionellen Kompressions-Kältemaschinen. Die thermisch angetriebenen Kältemaschinen liefern Kaltwasser zwischen 6 und 20 °C und sind damit für Zentralklimageräte wie auch für Kältenetze mit dezentraler Luftbehandlung (Fan-Coils, Kühldecken etc.) einsetzbar (Bild 5). Übliche Auslegungen führen bei einstufigen Kältemaschinen zu COP-Werten (COP – Coefficient of Performance) um die 0,6 bis 0,7.

Erzeugung der Antriebsenergie durch Kollektoren

Da der Kühlbedarf nahezu zeitgleich mit dem Angebot an Sonnenergie steigt und fällt, ist es nahe liegend, diese Komponenten zu verknüpfen, um die gewünschte Klimatisierung zu erzeugen. Für die Klimatisierung von Gebäuden mit solarthermischer Kühlung ist es notwendig, Antriebstemperaturen von 60 °C und größer für den Kühlungsprozess zur Verfügung zu stellen. Optimal ist in der Regel eine Beheizung der Systeme mit einer Temperaturpaarung von 90/70 °C. Bei den bisherigen Anwendungsgebieten von Sonnenkollektoren sind hingegen Temperaturen um die 40 °C (im Bereich der Heizungsunterstützung) und 50 bis 70 °C (im Bereich der Warmwasserbereitung) ausreichend. Da die Warmwasserbereitung eine ganzjährige Anwendung ist und über einen in Relation zum Verbrauch großen Trinkwasserspeicher verfügt, ist die Tagesleistungskurve von untergeordneter Bedeutung. Solange die Sonne günstig steht, wird der Trinkwasserspeicher beheizt und die erwärmte Wassermenge reicht für ein bis zwei Tage.

Die Erfordernisse der Kollektoren zur solaren Kühlung sind vergleichbar mit den Erfordernissen der Kollektoren zur Heizungsunterstützung. Kollektoren zur Heizungsunterstützung benötigen eine verbesserte Dämmung, da die Differenz zwischen mittlerer Kollektortemperatur ($t_m = 40$ bis 60 °C) und Umgebung ($t_a = -10$ bis 10 °C) auf Werte um die 50 °C steigen kann. Bei der solaren Kühlung ist die Differenz ähnlich ($t_m = 80$ °C; $t_a = 25$ bis 35 °C), jedoch ist die Globalstrahlung im Sommer höher.

Während für den Betrieb einer herkömmlichen Solarthermieanlage in der Regel nicht mehr als 10 bis 30 Kollektoren notwendig sind, braucht man für solare Kühlung größere

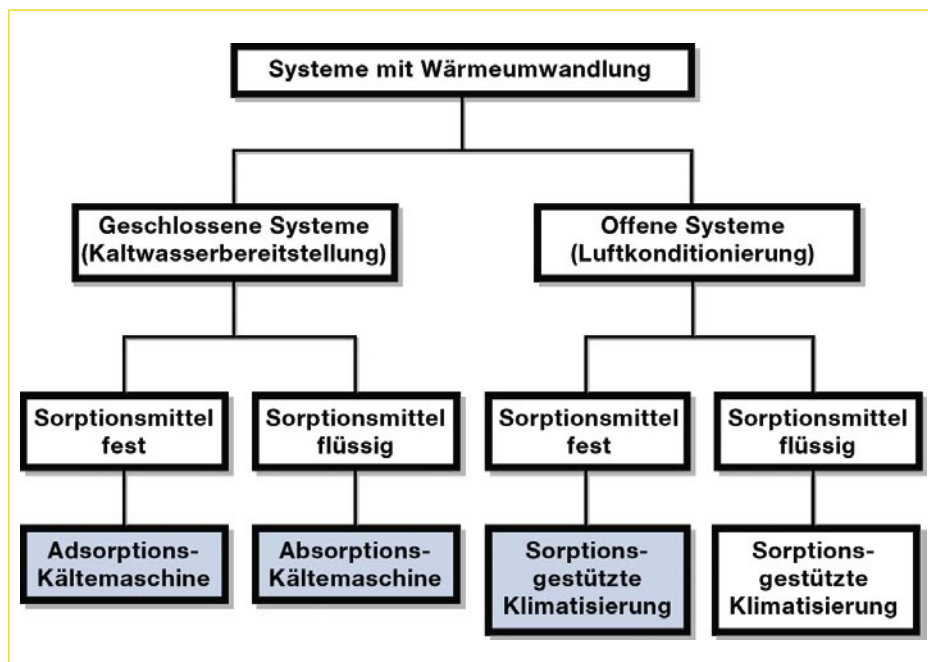


Bild 3 Die blau unterlegten Prozesse sind bereits im Markt verfügbar. Die übrigen befinden sich im Labor-Status oder in der Feldtest-Phase.

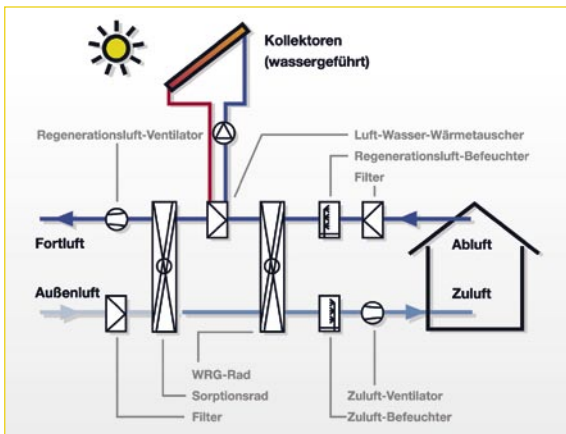


Bild 4 Bei offenen Verfahren wird generell eine Kombination aus sorptiver Luftentfeuchtung und Verdunstungskühlung eingesetzt, die in Lüftungsanlagen zur Raumluftklimatisierung angewendet wird

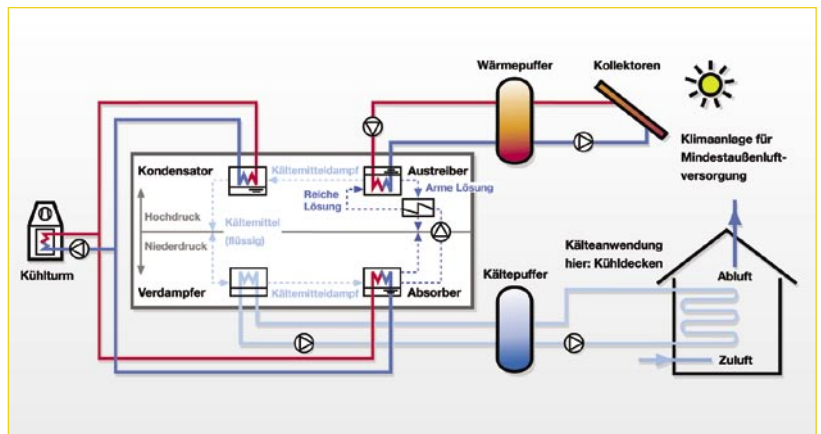


Bild 5 Die geschlossenen Systeme (Absorption und Adsorption) sind vergleichbar mit konventionellen Kompressions-Kältemaschinen. Die thermisch angetriebenen Kältemaschinen liefern hier Kaltwasser zwischen 6 und 20 °C

Kollektorfelder. Um den Leistungsbedarf für übliche Kühlanwendungen zu decken, werden in der Regel zwischen 200 und 1000 m² benötigt. Der Feldaufbau besteht dabei aus bis zu 100 bis 500 Kollektoren, die hydraulisch in einem System zusammenspielen. Dabei hat der interne konstruktive Aufbau der Rohrregister einen erheblichen Einfluss auf die gleichmäßige Durchströmung der Einzelfelder. Eine hydraulisch gleichmäßige Fluidführung mit geringem Druckverlust garantiert eine konstante Leistungsfähigkeit der Kollektoren. Bei Ungleichmäßigkeiten können sich so genannte Hot Spots bilden (loka-

le Überhitzung), die zu einer Leistungsstagnation führen. Die optimierte Durchströmung von antireflexbeschichteten Kollektoren verhindert die Bildung von Hot-Spots in einzelnen Feldern, die zur irreversiblen Schädigung der eingesetzten Wärmeträgerflüssigkeit führen können.

Pilotprojekt zur solaren Kühlung in Ingolstadt

Auf dem Dach des neuen Service Centers GVZ (Güterverkehrszentrum Ingolstadt) der IFG Ingolstadt wurden erstmals in Bayern

zwei Anlagen zur solaren Kühlung installiert, die mit dem oben erwähnten offenen DEC-Prozess arbeiten. Die thermischen Anlagen haben jeweils einen Luftdurchsatz von 8000 m³/h und eine Kühlleistung von ca. 35 kW. Hochleistungskollektoren, u. a. vom Typ Conergy F 6000, treiben die neue solare Kühlanlage an, die ihre thermische Energie vollständig aus der Sonne bezieht. Insgesamt wurden 140 Kollektoren mit einer Gesamtfläche von 280 m² für eine optimale Energiegewinnung auf dem Flachdach aufgeständert (Bild 6).

Ein Stockwerk des Gebäudes wird als Hotel mit 70 Betten genutzt. Das Warmwasser für die Gäste wird ebenfalls ganzjährig über die solarthermische Anlage gewonnen. Das Projekt wurde von dem Architektur- und Ingenieurbüro pbb gemeinsam mit dem Kompetenzzentrum Solartechnik der Fachhochschule Ingolstadt und dem Bauherrn, der IFG Ingolstadt GmbH, initiiert. Seit der offiziellen Inbetriebnahme im Juli 2005 wird die Anlage für zwei Jahre intensiv vom Kompetenzzentrum Solartechnik vermessen, um die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit solarer Klimatisierung auch in unseren Breitengraden aufzuzeigen. Das richtungweisende Pilotprojekt wird auch vom Bayerischen Umweltministerium unterstützt.



Bild 6 Auf dem Dach des neuen Service Centers GVZ wurden 140 Kollektoren mit einer Gesamtfläche von 280 m² für eine optimale Energiegewinnung auf dem Flachdach aufgeständert

Christian Stadler, Technical Head Solar Thermal, Conergy AG, 20537 Hamburg, Telefon (040) 23 71 02-0, Telefax (040) 23 71 02-1 48, www.conergy.de