

# Mit 100% Sonnenenergie Solar autarke Klimatisierung

**K**ühlung und Klimatisierung sind thermodynamisch zu unterscheiden. „Kühlung“ wird thermodynamisch korrekt nur für Prozesse verwendet, in denen das Ziel eine reine Temperaturabsenkung ist. Dies kann die Temperatur eines Produkts, einer Prozessgröße aber auch eines Raumes oder eines Gebäudes sein. Bei der Klimatisierung hingegen werden immer die Zustandsgrößen Temperatur und Feuchte von Luftströmen durch die Prozesse Heizen und Kühlen sowie Befeuchten und Entfeuchten zur Regelung von Temperaturen und Feuchten in den zu klimatisierenden Zonen oder Prozessen gezielt beeinflusst. Weil die Luftgeschwindigkeit im Raum ebenfalls einen großen Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden hat, wird diese Größe bei der Komfortklimatisierung ebenfalls gezielt beeinflusst. „Klimatisierung“ ist also hinsichtlich der Anzahl der notwendigen Prozesse grundsätzlich weiter gefasst, schließt aber andererseits die reine Temperaturabsenkung von Medien oder Produkten nicht mit ein. Im Folgenden wird trotzdem – wenn nicht explizit erwähnt – der Begriff der solaren Klimatisierung als Überbegriff für die Prozesse der solaren Kühlung und der solaren Klimatisierung [1], [2] verwendet.

## Solar autarke und solar unterstützte Klimatisierung

Bei der solaren Klimatisierung kann zwischen solar unterstützten und solar autarken Anlagen unterschieden werden (Tabelle 1).

Einen Grenzfall stellen Systeme dar, in denen zwar der Pufferspeicher solar autark beheizt wird, aber ein elektrisch angetriebener Kaltwassersatz zur Nachkühlung bzw. zur zusätzlichen Entfeuchtung zum Einsatz kommt. Dann ist das System im Sommerfall zwar bezüglich der benötigten Antriebswärme solar autark, es werden aber nennenswerte Mengen elektrischer Energie eingesetzt, um die gewünschten Raumluftzustände bzw. die gewünschten Produkttemperaturen streng

**Generell sind alle Fälle von Prozesskühlung, in denen durch die Lagerung von gekühlten Produkten prozessinhärent große thermische (Kälte-)Speicher vorhanden sind, für die solar autarke Kühlung interessant, beispielsweise die Weinherstellung. Es gibt aber auch Anwendungsfälle im Bereich der Gebäudeklimatisierung, bei denen eine solar autarke Kühlung technisch machbar und zugleich ökonomisch darstellbar ist.**

einhalten zu können. Hier werden diese Systeme den solar unterstützten Systemen zugerechnet.

## Auslegungskriterien für solare Klimatisierungssysteme

Hinsichtlich der Auslegung von solaren Klimatisierungssystemen gibt es Gemeinsamkeiten aber auch prinzipielle Unterschiede zwischen solar unterstützten und solar autarken Systemen. Gemeinsam ist beiden Systemen, dass mit den Auslegungsrechnungen ermittelt werden soll, mit welcher Kombination aus Solarspeicher und Kollektorfeld welche Energieeinsparung zu welchen Kosten erreicht werden kann.

Weiterhin kann für beide Systeme die Primärenergieeinsparung berechnet werden, um die unterschiedlichen Antriebsenergiearten Wärme und Strom zu vergleichen. Es gibt darüber hinaus zwei weitere Größen, die für beide Systemansätze aussagekräftig sind. Dies sind die CO<sub>2</sub>-

Einsparung und der spezifische Solarkollektorertrag. Aus dem spezifischen Solarkollektorertrag lässt sich bei Kenntnis der Systemkosten für das Solarsystem der solare Wärmegestehungspreis errechnen. Mit dieser abgeleiteten Größe können die Systeme mit fossil versorgten thermisch angetriebenen Systemen rein ökonomisch verglichen werden.

Bei solar unterstützten Systemen wird bisher zumeist die solare Deckungsrate als Auslegungskriterium verwendet. Die solare Deckungsrate bezieht sich dann üblicherweise nur auf den Sommerfall. Sie gibt an, welcher Anteil der für den thermischen Antrieb des Kühlungs-/Klimatisierungssystems notwendigen Antriebsenergie durch die Solaranlage bereitgestellt wird. Ziel der Auslegung ist es, die Kombination aus Solarspeicher und Kollektorfeld zu ermitteln, die eine vorgegebene Deckungsrate mit den geringsten Investitionskosten und/oder kürzesten Amortisationszeiten erfüllt.

Solar autarke Klimatisierung	Solar unterstützte Klimatisierung
Der Solarkollektor liefert die gesamte im Sommerfall benötigte Antriebswärme. + Die Systemhydraulik wird einfacher. + Die Investitionskosten auf der konventionellen Systemseite verringern sich durch den Wegfall von Komponenten. + Die potenzielle Primärenergieeinsparung ist am höchsten. - Die strenge Einhaltung von Raumluftzuständen oder Produkttemperaturen ist nicht zu garantieren bzw. ohne große thermische Speicher schwierig <sup>*)</sup> .	Der Solarkollektor liefert nur einen Teil der im Sommerfall benötigten Antriebswärme. Das notwendige Backup-System kann entweder wärmeseitig oder kälteseitig eingebunden werden. + Die strenge Einhaltung von Raumluftzuständen oder Produkttemperaturen kann garantiert werden. - Die Systemhydraulik wird durch das notwendige Backup-System komplexer. - Die potenzielle Primärenergieeinsparung ist kleiner gegenüber solar autarker Klimatisierung.
*) Bei der sorptionsgestützten Klimatisierung mit flüssigen Sorbentien (noch in Entwicklung) kann unter Einbeziehung von Solespeichern auf große thermische Speicher verzichtet werden und gleichzeitig können die Raumluftzustände bei entsprechender Auslegung der Komponenten streng eingehalten werden. Erste Pilotanlagen sind zurzeit in Erprobung [3].	

Tabelle 1 Gegenüberstellung von solar autarker und solar unterstützter Klimatisierung

## Solar autarke Kühlung

Viel Sonnenschein ist Voraussetzung für die Entstehung eines guten Weins. Zur Veredelung der sonnengereiften Trauben muss der Wein während der Herstellung und der Lagerung aber auch gekühlt werden. Was liegt da näher, als zur Kühlung des Sonnenprodukts die Sonne selbst zu nutzen? Die Kühlung von Wein auf der Basis von solarthermisch angetriebenen Kühlverfahren ist schon heute technisch möglich, erste Pilotanlagen sind installiert. Bei der solaren Kühlung von Wein kann man aber sogar noch einen Schritt weiter gehen: Die gesamte thermische Antriebsenergie für den Kühlprozess kann durch die Sonne ohne konventionelles Nachheizsystem geliefert werden. Als zusätzliche Energie wird nur elektrischer Strom benötigt, um die Pumpen im System anzutreiben. Eine entsprechende Anlage mit solar autarker Kühlung wurde z. B. in Südfrankreich in Banyuls in der Nähe von Perpignan realisiert.



Solar autarke Weinkühlung in Banyuls

Foto: J.-Y. Quinette, TecSol

Zur Bewertung solar autarker Systeme eignet sich die Angabe der solaren Deckungsrate nicht, da sie per Definition 100% ist. Aussagekräftig ist die Berechnung von „Überschreitungsstunden“ hinsichtlich geforderter Raumluftzustände (oder Produkttemperaturen), in denen das solarthermisch angetriebene Klimatisierungsverfahren die notwendige Kühlleistung nicht vollständig zur Verfügung stellen kann. Anhand dieser Ergebnisse kann mit dem Kunden abgewogen werden, ob die prognostizierten Werte akzeptabel sind. Auch für solar autarke Systeme gilt es bei der Auslegung die aussichtsreichste Kombination aus Solarspeicher und Kollektorfeld unter Berücksichtigung der Investitionskosten und/oder Amortisationszeiten zu ermitteln. Anhand der Überschreitungsstunden können die verschiedenen Szenarien zusätzlich beurteilt werden.

lich der Anlagensimulation ist anzumerken, dass eine detaillierte Betrachtung der Regelung momentan noch einen zu hohen Aufwand verursacht. Die wirtschaftliche Betrachtung kann in die Simulation integriert werden oder in einer nachfolgenden Analyse erfolgen.

Für solar unterstützte Systeme können die Gebäude- bzw. Prozesssimulation und die Anlagensimulation getrennt durchgeführt werden. Dazu wird das Gebäude oder der mit Kälteenergie zu versorgende Prozess getrennt abgebildet und simuliert. Das Ergebnis in Form einer stündlichen Kühl- oder Heizlastreihe bildet dann die Grundlage für die Anlagensimulation.

Da mit solar autarken Systemen nur sehr schwer die Einhaltung von Grenzwerten

garantiert werden kann, ist es sehr empfehlenswert, eine gekoppelte Systemsimulation durchzuführen. Das stellt zwar hohe Anforderungen an die Simulation, ist aber erforderlich, um die dynamischen Reaktionen des Gebäudes hinreichend genau abzubilden.

## Anwendungsgebiete für solar autarke Systeme

Unabhängig von der thermischen Kälte-technologie steigen die Chancen der Realisierbarkeit von solar autarken Systemen mit zunehmender zeitlicher Korrelation zwischen abzuführenden Kühllasten und solarem Einstrahlungsangebot. Projektspezifisch ist auf Basis der Auslegungsrechnungen zu prüfen, inwieweit die Einbindung eines (ausreichend dimensionierten) thermischen Solarpufferspeichers räumlich möglich und finanziell sinnvoll ist. Bei thermisch angetriebenen Kaltwassersätzen ist auch die Einbindung eines (ausreichend dimensionierten) kälteseitigen Pufferspeichers zu prüfen, wodurch sich die Chance für eine solar autarke Klimatisierung deutlich erhöhen kann.

Die aussichtsreichsten Anwendungsgebiete können in zwei Hauptgebiete unterteilt werden. Zum einen die solar autarken Systeme in Verbindung mit einem thermisch angetriebenen Kaltwassersatz und zum anderen die offenen sorptionsgestützten Klimatisierungsverfahren (SGK). Bild 1 zeigt das prinzipielle Hydraulikschema für ein solar autarkes System in Verbindung mit einem thermisch angetriebenen Kaltwassersatz. Das dargestellte System beinhaltet zwar einen Heizkessel, dieser ist aber nur für den Winterfall vorgesehen.

## Simulationsrechnungen sind ein notwendiges Werkzeug

Um zu einer Systemauslegung anhand der genannten Kriterien zu gelangen, ist es für beide Systeme unbedingt erforderlich Jahressystemsimulationen durchzuführen. Dabei sollte die Zeitschrittweite für die Simulationen maximal eine Stunde betragen. In die Simulationen fließen stündliche Werte für die wichtigsten meteorologischen Größen wie Temperatur, Feuchte, solare Einstrahlung und Windgeschwindigkeiten ein. Dazu sind repräsentative Datensätze zu verwenden, die auch häufig wiederkehrende extreme Wetterlagen abbilden. Dies ist insbesondere für den Sommerfall bei vielen Wetterdatensätzen nicht oder nicht ausreichend der Fall. Hinsicht-

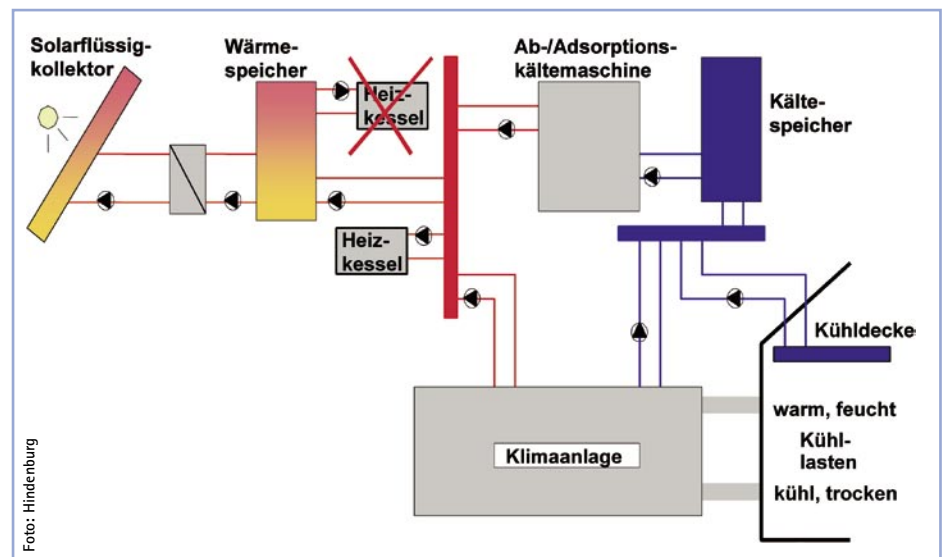


Bild 1 Solar autarkes Klimatisierungssystem mit Kaltwassersatz

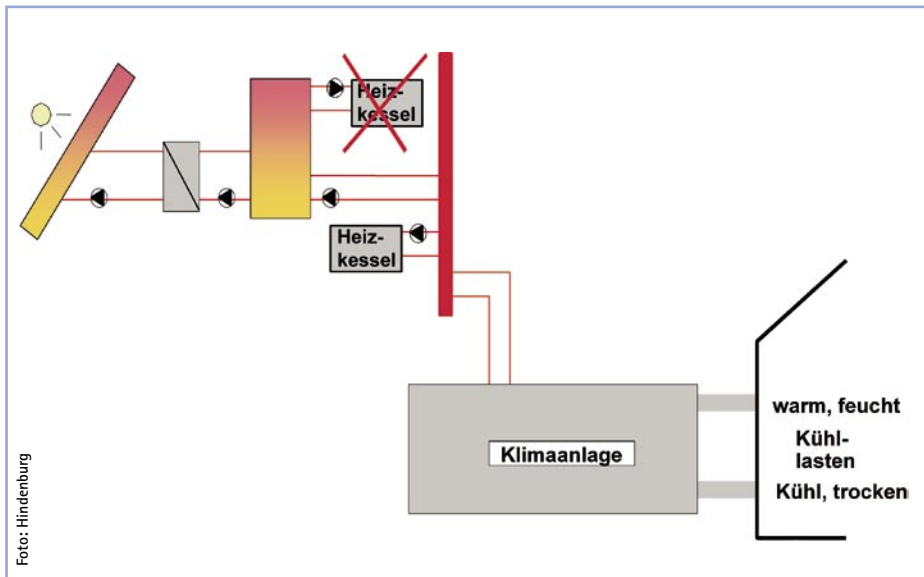


Bild 2 Solar autarkes Klimatisierungssystem mit sorptionsgestützter Klimatisierungsanlage

Zur Produktkühlung (z.B. Wein, Lebensmittel) ergeben sich aufgrund der großen thermischen Pufferkapazität des Kühlgutes sehr gute Möglichkeiten für solar autarke Systeme. Im Rahmen einer Voruntersuchung ist aber unbedingt zu prüfen, wie häufig und in welchem Umfang ungekühlte Produkte zugeführt werden. Dies kann zu großen Lastspitzen führen, bei denen der Ansatz der solar autarken Klimatisierung schnell an die Grenzen der Machbarkeit stößt. Weiterhin ist zu prüfen, wie tolerant das Produkt bzw. der Prozess gegenüber Temperaturschwankungen ist.

Bild 2 zeigt das prinzipielle Hydraulikschema für solar autarke Systeme in Verbindung mit sorptionsgestützten Klimatisierungssystemen. Auch hier ist der Heizkessel nur für den Winterfall vorgesehen. Die möglicherweise notwendigen Sole-speicher im Fall einer sorptionsgestützten Klimatisierung mit flüssigen Sorbentien sind zur Vereinfachung nicht dargestellt.

Mit der Flüssigsorption ist bei solar autarkem Ansatz aufgrund der verlustfreien Solarenergiespeicherung in konzentrierter Salzlösung auch eine größere zeitliche Verschiebung zwischen Kühllast und Solareinstrahlung abzapfbar [3]. Erste Pilotanlagen sind, z.T. mit wissenschaftlicher Begleitung, im Einsatz und liefern positive Ergebnisse. Solar autarke sorptionsgestützte Systeme, die auf Sorptionsrotoren mit einer Wärmeversorgung durch Solarluftkollektoren ohne Pufferspeicher basieren, können unter sehr günstigen Bedingungen wirtschaftlich errichtet werden, wenn eine starke zeitliche Korrelation zwischen Kühllast und Solarstrahlung gegeben ist, beispielsweise bei der Komfortklimatisierung in vorwiegend tags-

über genutzten Gebäuden, insbesondere für die Klimatisierung von gut frequentierten Seminarräumen (siehe unten).

## Solar autarke Anlage in Banyuls Südfrankreich

Bei der Anlage in Banyuls in Südfrankreich (Bild 3) handelt es sich um eine solar autarke Anlage zur Weinkühlung. Mit drei Klimaanlagen und einer Gesamtluftleistung von 25000 m<sup>3</sup>/h werden ca. 3 Millionen Flaschen in einem modernen Weinkeller gekühlt.

Bei der Anlage wurde eine Absorptionskältemaschine mit einer Nennleistung von 52 kW installiert. Die Antriebsenergie wird ausschließlich durch ein Solarkollektorfeld von 130 m<sup>2</sup> Vakuumröhrenkollektoren zur Verfügung gestellt. Zur Speicherung überschüssiger Solarenergie und zur Vergleichmäßigung der Antriebstemperatur der Kältemaschine wurde ein 1000-Liter-Pufferspeicher eingebunden.

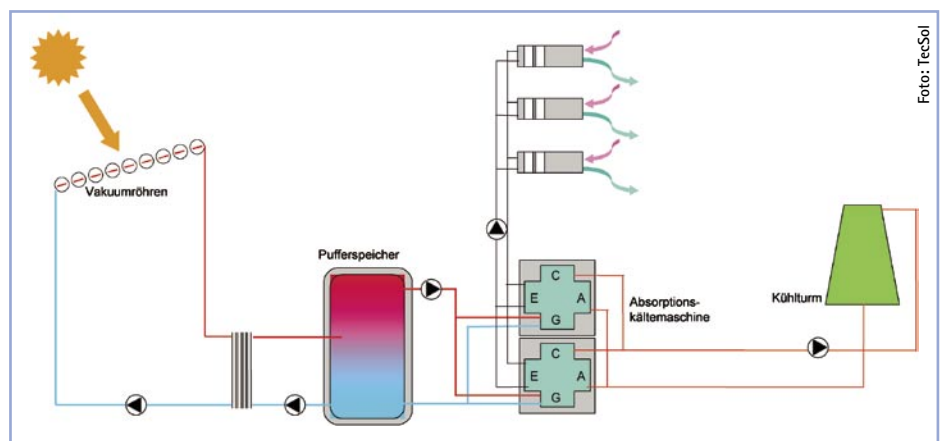


Bild 3 Hydraulikschema der Anlage in Banyuls

Zusätzlich ist in die Anlage ein offener Kühlturm mit einer Nennleistung von 180 kW integriert (Bild 3). Die Wärme der Solaranlage wird sowohl zum Kühlen als auch zum Heizen eingesetzt.

Die Investitionskosten für das System lagen bei ca. 223 000 Euro, wovon ca. 60% auf das Kollektorfeld entfielen. Die spezifischen Investitionskosten lagen damit bei ca. 4290 Euro/kW Nennkälteleistung, die Systemkosten für das Solarkollektorfeld lagen bei ca. 1000 Euro/m<sup>2</sup> Kollektorfeld (Quelle: TecSol, Perpignan). Die Kosten sind relativ hoch, für zukünftige Projekte kann allerdings mit einer Kostenreduktion gerechnet werden. Das System ist seit 1991 erfolgreich in Betrieb.

## Solar autarke Anlage bei der IHK in Freiburg

Im Juni 2001 wurde bei der IHK Südlicher Oberrhein die erste solar autarke sorptionsgestützte Klimaanlage für einen Verwaltungsbau in Deutschland in Betrieb genommen. Die Pilotanlage entstand im Rahmen eines geförderten Projekts und wird seit der Inbetriebnahme mit umfangreicher Messtechnik kontinuierlich überwacht und optimiert. Es werden zwei Versammlungsräume im Dachgeschoss mit einer Grundfläche von 213 m<sup>2</sup> und einem Raumvolumen von 815 m<sup>3</sup> klimatisiert. Der große Sitzungssaal fasst bis zu 100 Personen. Beide Räume haben einen sehr transparenten Charakter und sind großzügig verglast (Bild 4). Der hohe Verglasungsanteil in der Fassade bestimmt wesentlich die thermische Behaglichkeit in den Räumen bei Strahlungswetter.

Die großen Fensterflächen beider Räume lassen sich mit außen liegenden Jalousien verschatten. Diese Verschattungseinrichtungen sind während der Kühltage nahezu immer geschlossen, werden aber manuell gesteuert. Vor dem Beginn des Pilot-Projekts waren beide Räume jeweils mit einer sepa-





Bild 4 Solar klimatisierter Versammlungsraum bei der IHK in Freiburg

raten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Zulufterhitzung, aber ohne Kühl-, Befeuchtungs- oder Entfeuchtungsfunktion ausgestattet. Im Sommer resultierten aus der eingesparten Klimatisierung Temperaturspitzen von bis zu 35°C bei gleichzeitig hohen relativen Raumluftfeuchten von über 50%.

Aufgrund der guten zeitlichen Korrelation von solarer Einstrahlung und abzuführenden Kühllasten und der bereits vorhandenen Lüftungskanäle konzipierte das Freiburger Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE eine Demonstrationsanlage zur solaren sorptionsgestützten

Klimatisierung. Der Nennvolumenstrom beträgt 10 200 m<sup>3</sup>/h, die Nennkälteleistung 70 kW und die thermische Antriebsleistung für die Anlage wird im Sommer ausschließlich von einem 100-m<sup>2</sup>-Solarluftkollektorfeld zur Verfügung gestellt. Das System hat im Sommerfall keine Nachheizung und auf eine Speicherung von Solarenergie wurde gänzlich verzichtet. Die Einbindung der Solarluftkollektoranlage trägt auch zur Beheizung der Räume bei. Bild 6 zeigt ein vereinfachtes Schema für den Sommerfall.

Die 100 m<sup>2</sup> Solarluftkollektoren sind in vier parallelen Reihen à 25 m<sup>2</sup> angeordnet (Bild 5). Durch die Parallelschaltung können die Druckverluste im Kollektorfeld auch bei der maximalen Luftmenge von 8000 m<sup>3</sup>/h niedrig gehalten werden. Zur Regeneration des Sorptionsrades genügt es, auf der Regenerationsluftseite mit ca. 60 bis 80% des Zuluftvolumenstromes zu regenerieren. Am Anfang jeder Kollektorreihe befindet sich ein Filterkollektor an dessen Unterseite wird die Außenluft angesaugt und gefiltert.

Eine der entscheidenden Bewertungsgrößen ist die thermische Behaglichkeit, die sich in den Räumen einstellt. So lagen

## Tipps und Erfahrungen zu SGK-Anlagen

- Eine detaillierte Auslegung der Anlagen unter Einbeziehung einer gekoppelten Gebäude- und Anlagensimulation ist sehr zu empfehlen. Dies gilt insbesondere bei solar autarken Konzepten.
- Die solar autarke sorptionsgestützte Klimatisierung (SGK) mit Solarluftkollektoren ist für stark verglaste Versammlungsräume mit vorwiegender Tagnutzung sehr gut geeignet. Vor einer Realisierung sollten aber zunächst eine Reduktion der Kühllasten (außen liegende Verschattung) geprüft werden, da sonst das Solarkollektorfeld schnell sehr groß und unwirtschaftlich werden kann.
- Eine intensive Inbetriebnahmephase deutlich über das am Markt übliche Maß hinaus, ist auch für „nichtsolare“ Klimaanlage im Sinne einer Energiesparung dringend anzuraten.
- Die Regelung von Klimaanlage unter Einbeziehung von CO<sub>2</sub>-Raumgrenzwerten ist energetisch sinnvoll. Für die Wahl der Grenzwerte muss jedoch besonders die lokale Luftbelastung (Straßenverkehr) beachtet werden, da sonst eine ständige zu hohe Luftwechselrate hohen Hilfsenergiebedarf verursacht.
- Die sommerliche Drehzahl des Sorptionsrades ist kritisch für die Anlagenleistung. Eine zu hohe Drehzahl des Sorptionsrades kann eine suboptimale Entfeuchtungsleistung zur Folge haben. Dies sollte unbedingt bei der Inbetriebnahme überprüft und dokumentiert werden. Die Drehzahlen für den Sommerbetrieb sind herstellerabhängig zu wählen.
- Durch die Nutzung des Sorptionsrades im Winter als zusätzlicher Wärmerückgewinner wird eine stark erhöhte Drehzahl im Winter notwendig. Damit ergibt sich ein sehr großes Verhältnis zwischen Sommerdrehzahl (oft nur ca. 10 bis 12 pro Stunde) und Winterdrehzahl (ca. 10 pro Minute). Die mit den Rädern ausgelieferten Motoren und deren Regelung sind teilweise nicht in der Lage, dieses große Drehzahlverhältnis von ca. 1:60 zu realisieren. Um eine optimale Performance sowohl im Winterfall als auch im Sommerfall zu gewährleisten, ist es zu empfehlen, diese Anforderungen ins LV und später in das Abnahmeprotokoll aufzunehmen. Dies gilt generell für SGK-Anlagen unabhängig von der Einbindung der Solarenergie.
- Die thermische Kapazität des Luftkanalnetzes zwischen Kollektorfeldaustritt und Anlageneintritt macht sich auch bei kurzen Kanalstrecken in der Regelung stärker bemerkbar als zunächst erwartet. Die Führungsgröße zur Regelung der Regenerationstemperatur sollte direkt nach dem Kollektorausstritt und nicht erst vor dem Sorptionsrad gemessen werden.
- Für Anlagen mit sehr stark schwankenden Raumanforderungen ist die zeitweise Teilabschaltung von Solarkollektorreihen sinnvoll, da ein potenzielles Überangebot an Regenerationswärme zu verschlechterten Zuluftbedingungen führen kann.
- Eine Erhöhung des Kollektorertrags durch Einbeziehung von Solarwärme zur Raumbeheizung außerhalb der Nutzungszeiten der Räume ist sinnvoll. Eine Einsparung von 20 bis 30% der konventionellen Energie des Zulufterhitzers im Winterfall kann auch bei ungünstiger Ausrichtung der Solarluftkollektoren erreicht werden.



Bild 5 100-m<sup>2</sup>-Solarluftkollektorfeld als thermischer Antrieb einer SGK-Anlage

Die Anlage bei der IHK in Freiburg ist in vielerlei Hinsicht eine besondere Anlage. Dies gilt auch für die Investitionskosten. So sind beispielsweise durch den Umbau von vormals zwei getrennten Lüftungsgeräten zu nun einem Lüftungsgerät Zusatzkosten durch Umbauten im Technikraum entstanden. Andererseits war das komplette Lüftungskanalnetz vorhanden. Die Gesamtinvestitionskosten inkl. Solarkollektorfeld, Regelung und Montage lagen bei ca. 210 000 Euro. Davon entfallen nur ca. 10% auf das Solarluftkollektorfeld, was Systemkosten für die fertig installierte Kollektoranlage von 210 Euro/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche bzw. 228 Euro/m<sup>2</sup> Absorberfläche entspricht. Bei der IHK-Anlage haben besonders die kostengünstige Unterkonstruktion sowie der Verzicht auf die Solarenergiespeicherung zu den niedrigen Systemkosten beigetragen.

Nach [4] würde bereits ein spezifischer Jahreskollektorertrag von 200 kWh/m<sup>2</sup> Kollektorfläche zu spezifischen solaren Wärmegestehungskosten von ca. 0,10 Euro/kWh führen. Nach den Erfahrungen bei dem IHK-Pilotprojekt sind durchaus Anwendungen mit hohen Anlagenbetriebsstunden denkbar (z. B. Klimatisierung von Büroräumen, die täglich von 8 bis 18 Uhr genutzt werden) bei denen Solarenergieerträge von ca. 400 kWh/m<sup>2</sup> Kollektorfläche möglich sind. Im Pilotprojekt lagen die Erträge bisher aufgrund der geringen Anlagenbetriebsstunden unter 150 kWh/m<sup>2</sup> Kollektorfläche.

## Ausblick

z. B. im Sitzungssaal in 2002 nur 56 Stunden außerhalb des Behaglichkeitsfeldes nach DIN 1946-2. Die Temperaturen im Sitzungssaal überschritten bis auf zwei extrem heiße Tage mit Außentemperaturen von bis zu 37°C die Grenze von 27°C nicht.

Auch während des Jahrhundertsommers 2003 gab es im Sitzungssaal im gesamten Jahr nur 94 Überschreitungsstunden. Dies beinhaltet sowohl die Stunden mit Temperaturüberschreitungen als auch mit Feuchteüberschreitungen.

In Deutschland und besonders in Südeuropa steigt der Bedarf an Raumklimatisierung und Prozesskühlung. Höhere Komfortansprüche sowie eine zunehmende Anzahl von Produktionsprozessen mit Kühlbedarf tragen dazu bei. Die

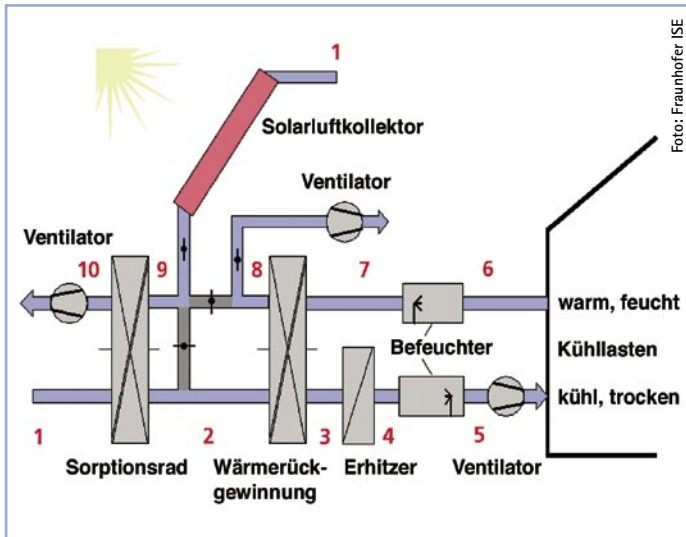


Bild 6 Prinzipschema der solaren SGK-Anlage bei der IHK Freiburg (Sommerfall)

steigenden Durchschnittstemperaturen der letzten 15 Jahre zeigen, dass der Kühlbedarf aber auch bedingt durch den Klimawandel steigen wird.

Der Ansatz der solar autarken Kühlung oder Klimatisierung ist in bestimmten Anwendungsfällen bereits mit heutiger Technik sinnvoll umsetzbar. So sind nicht nur maximale Primärenergieeinsparungen zu erreichen, sondern kann auch der Stromverbrauch stark abgesenkt werden. Prinzipiell ebnet die solar autarke Kühlung auch den Weg hin zu einer vom Stromnetz unabhängigen Kühlung, wenn der verbleibende Hilfsstrombedarf ebenfalls lokal solar erzeugt wird.

Die noch in Entwicklung befindlichen sorptionsgestützten Klimatisierungssysteme mit flüssigen Sorbentien werden künftig den Anwendungsbereich von solar autarken Klimatisierungssystemen deutlich ausweiten. Aufgrund der möglichen zeitlichen Entkopplung von Luftentfeuchtung und solarer Regeneration sind auch dann solar autarke Systeme und eine strenge Einhaltung von Grenzwerten möglich, wenn es eine deutliche zeitliche Verschiebung zwischen Kühllasten und solarer Einstrahlung gibt. ←

## Literatur

- [1] Hans-Martin Henning (Interview): Fachinstitute bieten Unterstützung an. Solare Klimatisierung, eine Aufgabe für den Planer. Stuttgart: Gentner, TGA Fachplaner 9-2003
- [2] Carsten Hindenburg: Solar autark mit Luftkollektoren. Sorptionsgestützte Klimatisierung. Stuttgart: Gentner, TGA Fachplaner 3-2004
- [3] BINE: Klimatisierung mit wässrigen Salzlösungen. Karlsruhe, BINE Projekt Info 08/02, [www.bine.info](http://www.bine.info)
- [4] Carsten Hindenburg, Hans-Martin Henning, Gerhard Schmitz: Einsatz von Solarluftkollektoren in sorptionsgestützten Klimatisierungssystemen. Kloster Banz: Ottilie Kolleg, 8. Symposium thermische Solarenergie, 1998

Dipl.-Ing.  
Carsten Hindenburg,  
Projektleiter für solare  
Klimatisierung am  
Fraunhofer ISE, Freiburg,  
und Berater und Autor  
von Fachartikeln.  
E-Mail-Kontakt  
zu diesem Artikel:  
[carsten.hindenburg@web.de](mailto:carsten.hindenburg@web.de)

