

# Climasol

Leitfaden zum Thema solares Kühlen





### *Erstellt von:*

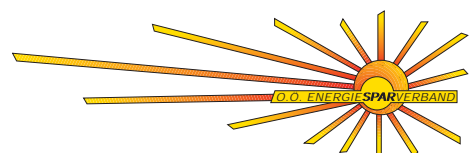
Marc Delorme, Reinhard Six: Rhônalpénergie-Environnement (Frankreich)  
Daniel Mugnier, Jean-Yves Quinette: Tecsol (Frankreich)  
Nadja Richler: O.Ö. Energiesparverband (Österreich)  
Frank Heunemann: Berliner Energieagentur GmbH (Deutschland)  
Edo Wiemken, Hans-Martin Henning:  
Fraunhofer-Gesellschaft für Angewandte Forschung e.V. (Deutschland)  
Theocharis Tsoutsos, Effie Korma: Zentrum für erneuerbare Energiequellen (Griechenland)  
Giuliano Dall'O', Paola Fragnito: Associazione Rete di Punti Energia (Italien)  
Pedro Oliveira, João Barroso: Agência Municipal de Energia de Sintra (Portugal)  
José Ramón-López, Santiago Torre-Enciso: Ente Vasco de la Energia (Spanien)

Mit Unterstützung der Europäischen Kommission (Generaldirektion für Energie und Verkehr)  
und des Conseil Régional von Rhône-Alpes  
Jedwede Wiedergabe des Inhaltes bedarf der Genehmigung der Europäischen Kommission und  
von Rhônalpénergie-Environnement.

Weder die Europäische Kommission noch irgendeine in deren Namen tätige Person

- a) übernimmt irgendwelche ausdrückliche oder implizierte Garantien oder Gewährleistungen  
in Bezug auf in dieser Broschüre enthaltene Informationen.
- b) übernimmt irgendwelche Haftungen im Zusammenhang mit der Benützung dieser  
Information oder allfälliger daraus erwachsenen Schäden.

Der Inhalt dieser Broschüre deckt sich nicht unbedingt mit der Meinung der Kommission.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>Seite 4</b>
1.1	Was ist solare Kühlung?	
1.2	Ist solare Kühlung attraktiv?	
1.3	Welcher Weg führt in Richtung solare Kühlung?	
<b>2</b>	<b>Reduzierung der Kühllast</b>	<b>Seite 6</b>
2.1	Wie entsteht Kühllast?	
2.2	Lösungsansätze	
2.3	Verfahren zur Reduzierung der Kühllasten	
<b>3</b>	<b>Solare Klimatisierung: technischer Überblick</b>	<b>Seite 10</b>
3.1	Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen	
3.2	Desiccant-Klimaanlagen	
3.3	Sonnenkollektoren	
3.4	Kühltürme und Luftaufbereitungsanlagen	
3.5	Investitions- und Betriebskosten	
<b>4</b>	<b>Solare Kühlung in Europa</b>	<b>Seite 16</b>
<b>5</b>	<b>Abwicklung eines Projektes</b>	<b>Seite 28</b>
5.1	Technologieauswahl	
5.2	Grundregeln für Planung und Dimensionierung	
5.3	Machbarkeitsstudien	
5.4	Förderungen und Beratung in OÖ	
	<b>Literaturhinweise, Kontakte</b>	<b>Seite 31</b>

## EINLEITUNG

Der Wunsch nach gekühlten Räumen, insbesondere in Bürogebäuden, nimmt europaweit stark zu. Immer mehr Energie wird für die sommerliche Klimatisierung von Gebäuden aufgewendet - zurückzuführen auch auf den durch den globalen Klimawandel verursachten Temperaturanstieg in den letzten Jahrzehnten.

Gründe für den steigenden Kühlbedarf sind neben der zunehmenden Außentemperatur auch die Abwärme der steigenden Anzahl von Bürogeräten, wie PCs, Server, Drucker etc., die gestiegenen Komfortansprüche und die immer größer werdenden verglasten Flächen. In einem ersten Schritt sollte bei der Planung vor allem an Energieeffizienz und "passive" Wärmeschutzmaßnahmen gedacht werden, wie z.B. zusätzliche Wärmedämmung, Sonnenschutz oder Verschattungen.

Ist eine Raumklimatisierung dennoch notwendig, ist zu überlegen, ob nicht die solare Kühlung einer konventionellen, mit Strom betriebenen Klimaanlage, vorgezogen werden kann. Unter "solare Kühlung" versteht man die Nutzung der Sonnenenergie zur Kühlung. Sie wird mithilfe von Sonnenkollektoren und innovativen Technologien umgesetzt. Die Sonne spendet uns noch dazu ihre Energie zu Zeiten, wo auch der Kühlbedarf besteht - und das kostenlos.

Ziel dieser Broschüre ist es, den aktuellen Stand der Entwicklung anhand von durchgeführten Vorzeigeprojekten in Europa aufzuzeigen, um das Wissen über die solare Kühlung zu verbreiten und vor allem Vertrauen in diese Technologie zu schaffen.

Die Broschüre informiert über die neuesten technologischen Entwicklungen und die am Markt verfügbaren Technologien, die wirtschaftlichen Anwendungen dieser Solarenergienutzung in der Praxis und bietet Entscheidungshilfen für die Planung und Abwicklung eines eigenen Projektes.



### 1.1 - Was ist solare Kühlung?

Während der Sommermonate steigt der Strombedarf durch den verstärkten Einsatz von Klimaanlagen. Das wiederum führt zu einem Anstieg der Spitzenlast und kann für die Stromversorgung ein erhebliches Problem bedeuten.

Solarenergie bietet sich als viel versprechende Lösung an. Sie kann in nahezu allen Gebäuden zum Betreiben der Kühlkreise und damit zur Raumklimatisierung genutzt werden. Kühllast ist meist dann gegeben, wenn Solarenergie verfügbar ist und folglich verläuft der Kühlbedarf eines Gebäudes annähernd phasengleich zur Sonneneinstrahlung.

Solare Klimaanlagen werden zumeist mit absolut unbedenklichen Betriebsflüssigkeiten, wie Wasser oder Salzlösungen, betrieben. Sie sind energieeffizient und umweltverträglich und können entweder als eigenständige Systeme oder in Verbindung mit herkömmlichen Klimaanlagen eingesetzt werden. Vorrangiges Ziel ist es, durch solare Technologien mit "Null-Emission" den Energieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu senken.

## 1.2 - Ist solare Kühlung attraktiv?

Obwohl ein großer potenzieller Markt für solare Klimatisierungsanlagen besteht, sind die heutigen solar betriebenen Kälteanlagen vor allem gegenüber den derzeit dominierenden elektrischen Klimatisierungssystemen wirtschaftlich in der Regel noch nicht konkurrenzfähig. Gründe dafür sind in erster Linie die hohen Investitionskosten für thermische Kälteanlagen und die niedrigen Preise für herkömmliche Brennstoffe bzw. elektrische Energie.

Diese Situation könnte sich ändern, wenn die Kosten für die verschiedenen Komponenten (Sonnenkollektoren, thermische Kältemaschinen, Regelung etc.) sinken und deren Leistung gesteigert wird. Vorherzusagen, wann diese Solartechnik ihre wirtschaftliche Reife erreichen wird, ist noch immer schwierig.

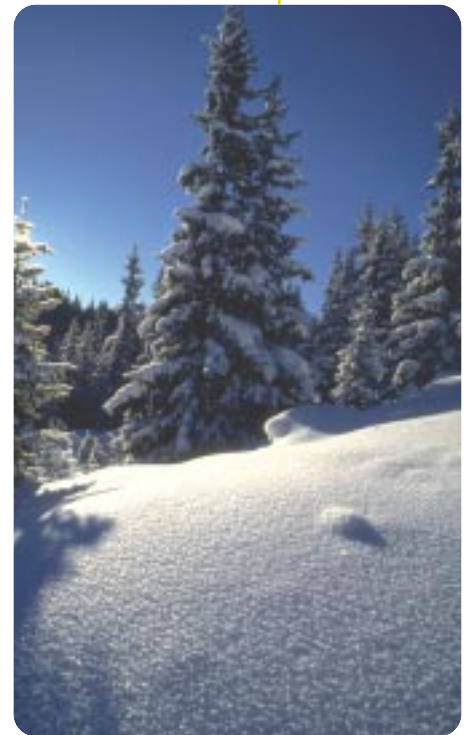
Ein Vergleich zwischen solarer Technik und der Technologie mit herkömmlichen Energieträgern

ist erst möglich, wenn die Kosten für die Umwelt und die Gesellschaft berücksichtigt werden und auch die unsichere Entwicklung der Preise für konventionelle Brennstoffe miteinbezogen wird.

Allgemein lässt sich zum Thema Solartechnik feststellen:

- mit zunehmenden Stückzahlen und Serienfertigung sinken die Kosten
- die Technik ist bereits so ausgereift, dass sie den Kundenbedürfnissen gerecht wird
- sie ist weit umweltfreundlicher als herkömmliche Klimatisierungssysteme

Demonstrationsanlagen und Vorzeigeprojekte mit solarer Kühlung sind besonders wichtig, um das Vertrauen zu dieser neuen Technologie zu gewinnen.



## 1.3 - Welcher Weg führt in Richtung solare Kühlung?

Die Broschüre bietet Informationen über:

- die gängigsten passiven und semiaktiven Strategien, um Kühllast im Sommer zu senken
- die Technologien von solar angetriebener Kälteerzeugung mittels Absorptions-, Adsorptions- und Entfeuchtungssysteme
- Anlagen, die derzeit in verschiedenen Ländern mit unterschiedlichen klimatischen Gegebenheiten in Betrieb sind (zehn Fallbeispiele)

Abschließend werden Informationen geboten, die bei einem eigenen Projekt mit solarem Kühlen hilfreich sein können.

## REDUZIERUNG DER KÜHLLAST

Solare Klimatisierungsanlagen bieten die Möglichkeit, Gebäude zu kühlen, ohne die Umwelt zu belasten. Doch während Sonnenenergie, die als Energiequelle dafür verwendet wird, kostenlos ist, sind diese Systeme noch immer teurer als Klimaanlage, die nach dem herkömmlichen Prinzip der Kompressionskühlung arbeiten. Wenn man sich also für eine solare Klimatisierungsanlage entscheidet, sollte man zunächst sorgfältig das zu kühlende Gebäude mit all seinen spezifischen Gegebenheiten analysieren und alle notwendigen Maßnahmen setzen, um dessen Energiebedarf und damit die Kühllast zu senken.

### 2.1 - Wie entsteht Kühllast?

Die notwendige Kühlleistung der Kältemaschinen wird von der Kühllast bestimmt. Die Kühllast ist die im Sommer abzuführende Wärmemenge. Sie hängt von mehreren Faktoren ab, wie z.B. von der Sonneneinstrahlung in das Gebäude, der Nutzungs- und Gebäudeart.

Den stärksten Einfluss auf die Kühllast haben folgende architektonische und benutzerspezifische Elemente:

- Glasfassaden - Sonneneinstrahlung und Wärmetransport durch Fenster
- die Gebäudehülle - Wärmedämmung
- die Wärmespeicherkapazität in Gebäuden - Betonwände

- interne sensible und latente Lasten - Personen und Geräte (Beleuchtung, EDV usw.)
- durch Lüftung in die Räume eindringende bzw. mechanisch eingebrachte Luft

Das Flussdiagramm in Abb. 1 zeigt die üblichen Einflussparameter auf die Kühllast - von klimatischen Faktoren über das Gebäude bis zu den Nutzern.

Eine Berechnung des Kühlwärmebedarfs kann mit der ÖNRegel B 8110-8 erfolgen.

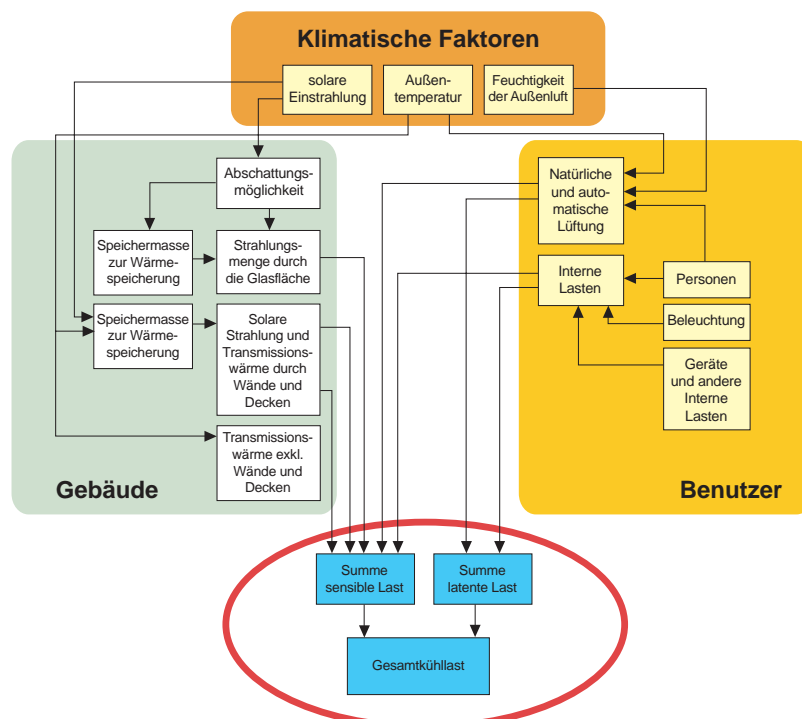


Abbildung 1  
Flussdiagramm der  
Berechnungsmethode zur  
Bestimmung der Kühllast  
eines Gebäudes im Sommer

# Sensible und latente Lasten

Sensible Lasten stellen meist den Großteil der Kühllast und führen ausschließlich zu einem Temperaturanstieg. Sie stammen teils von außen, entstehen durch Sonneneinstrahlung und durch das Temperaturgefälle zwischen dem Äußeren und dem Inneren eines Gebäudes (Wärmeübertragung durch die Gebäudestrukturen), durch den Wärmeeintrag durch die Außenluft sowie durch sogenannte innere Lasten wie z.B. Personen und vorhandene Wärmequellen (Beleuchtung, Geräte, Motoren usw.).

Latente Lasten hingegen führen zu einem Anstieg des Wasserdampfgehaltes in der Luft und somit der Luftfeuchtigkeit, ohne die Temperatur zu erhöhen. Quellen für latente Lasten sind Personen (durch Atmung und Schweißabsonderung) sowie Dampf produzierende Geräte (Wäschetrockner, Küchengeräte usw.). Bei der Lüftung eines Raumes gelangt über die Außenluft einerseits sensible Wärme ins Innere, da die Temperatur höher als die Umgebungstemperatur ist, und andererseits, bedingt durch den Dampfgehalt, latente Wärme.



Abbildung 2  
Bürotrakt der Handelskammer in Freiburg (D); gutes Beispiel für die Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der Kühllast im Sommer (Sonnenschutz und Belüftung des Daches), Abschattungsvorrichtungen und begrüntes Dach

## 2.2 - Lösungsansätze

Die Kühllast eines Gebäudes und damit dessen Energiebedarf lassen sich durch passive Wärmeschutzmaßnahmen (Abb. 3) verringern. Wärmelasten können reduziert werden, indem man bereits in der Planungsphase Vorkehrungen trifft wie:

- standortgerechte Architektur
- externer Sonnenschutz für Fenster und Fassaden (Abb. 4, 5)
- Wärmedämmung, verbunden mit Nachtlüftung
- bedarfsgerechte Lüftung
- Pflanzen

Die Außentemperatur kann durch Maßnahmen in der unmittelbaren Gebäudenähe gesenkt werden:

- Erhöhung der Luftfeuchtigkeit durch Teiche, Brunnen und Begrünung
- Beschattung durch Pflanzen (Bäume, Pergolen usw.)
- helle Anstriche für Außenfassaden

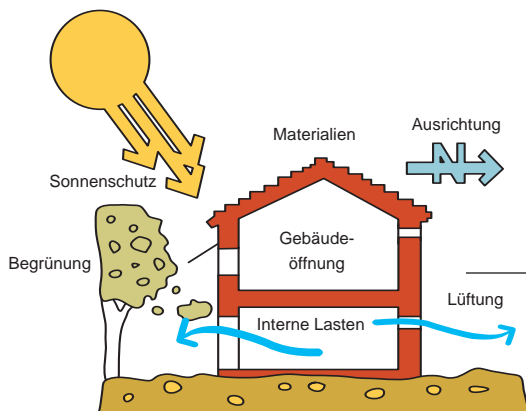


Abbildung 3  
Eine Reduzierung der Kühllast im Sommer lässt sich erzielen, indem man bereits in der Planungsphase auf passive Wärmeschutzmaßnahmen zurückgreift.

### ■ SONNENSCHUTZ

Sonnenstrahlen, die durch Türen und Fenster dringen, verursachen einen sofortigen Energieanstieg, der durch das Kühlsystem abgebaut werden muss. Die Auswirkungen der Sonneneinstrahlung lassen sich durch den Einsatz folgender Abschattungsvorrichtungen verringern:

- vertikale (für nach Osten oder Westen ausgerichtete Gebäude) oder horizontale Verschattungen (bei Ausrichtung nach Süden) (Abb. 7)
- externe Abschattungselemente - fix oder verstellbar
- Außenmarkisen (Rollläden, Lamellenjalousien)
- interne Elemente (Lamellen- oder Stoffjalousien)
- Spezialgläser

Außen liegende Abschattungselemente haben sich als am wirksamsten erwiesen, da sie verhindern, dass Sonnenstrahlen auf Fenster und andere Flächen auftreffen.



Abbildung 5  
Sonnenschutz durch horizontale Abschattungsflächen und Außenjalousien in einem Bürogebäude in Dresden (D)



Abbildung 4  
Vertikale Abschattungselemente in einem Bürogebäude in Dresden (D)



Abbildung 6  
Horizontale Abschattungsflächen mit integrierten Solarzellen (Solarhäuser in Freiburg (D))

Abbildung 7  
Wirksamkeit verschiedener Sonnenschutzsysteme in Abhängigkeit von:  
- der Geometrie des Sonnenschutzes  
- der Ausrichtung der Fassade  
- der Jahreszeit

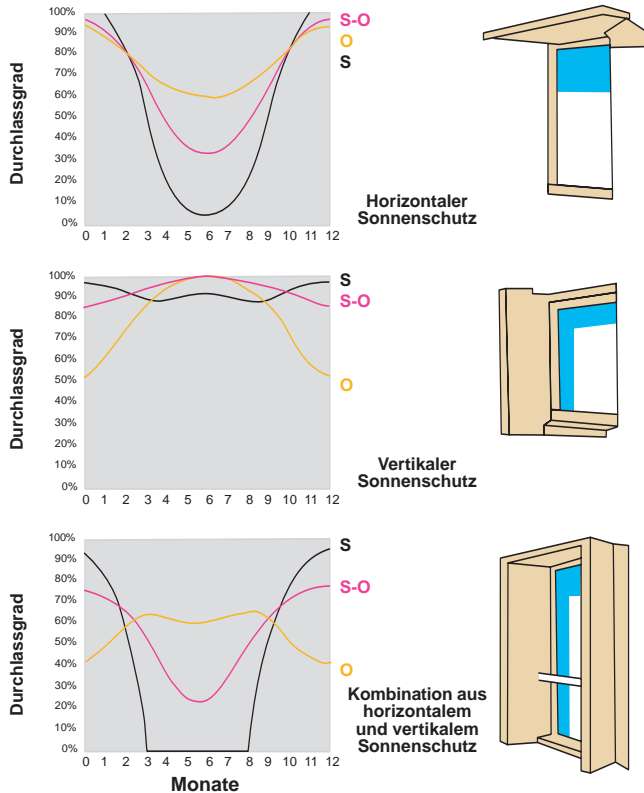
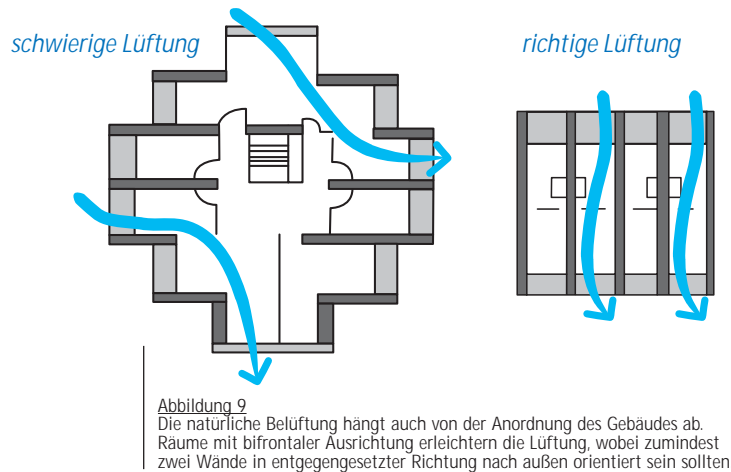
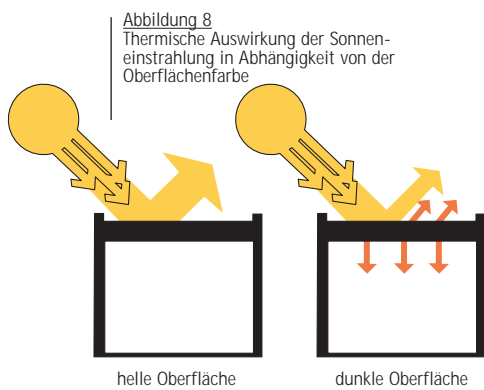


Abb. 7 zeigt die Wirksamkeit einiger Sonnenschutzsysteme. Wichtig ist der Sonnenschutz auch bei lichtundurchlässigen Oberflächen und vor allem bei Außenflächen, da dies jene Flächen der Gebäudehülle sind, die der Sonneneinstrahlung am stärksten ausgesetzt sind.

Sollten Abschattungsmaßnahmen nicht durchführbar sein, kann eine Farbe mit niedrigem Absorptionskoeffizienten für Außenflächen ausgewählt werden.



## 2.3 - Verfahren zur Reduzierung der Kühllasten

Werden Gebäude entsprechend sorgfältig geplant, sinkt der Bedarf an Klimatisierung im Sommer ganz wesentlich. Neben Maßnahmen im Neubau gibt es durchaus eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die auch in bestehenden Bauten zu vertretbaren Kosten umgesetzt werden können.

Ein Nachweis zur Vermeidung von sommerlicher Überwärmung kann mittels ÖNORM B 8110-3 geführt werden.

### ■ EINFLUSS DER SPEICHERMASSE

Wesentlichen Einfluss auf den Wärmetransport nach innen hat die Wärmedämmung eines Gebäudes. Ein Gebäude mit großer Speichermasse braucht länger, um sich aufzuheizen und bewirkt, dass sich jene Wärme, die durch die Wände dringt, langsamer verteilt. Tatsächlich ist es so, dass die von außen kommende direkte Strahlung gespeichert wird und erst ein paar Stunden später ins Innere freigesetzt wird. Daher verzeichnen Kühlsysteme in Gebäuden mit großer Speichermasse niedrigere Leistungsspitzen.

### ■ LÜFTUNG

Während der Sommermonate zählt die Lüftung von Gebäuden zu den einfachsten Mitteln, um eine angenehme Temperatur für deren Benutzer zu gewährleisten. Dazu bieten sich zwei Lösungsansätze an: Eine besteht darin, die Luft innerhalb des Gebäudes zu bewegen - z.B. mit Hilfe eines Deckenventilators - oder durch Außenluft in Umlauf zu bringen, sofern diese nicht wärmer als die Luft im Gebäudeinneren ist. Das kann sich auch auf das psychische Wohlbefinden der Benutzer positiv auswirken. Der zweite Lösungsansatz zielt auf eine Kühlung des Gebäudes ab und besteht in einer fortwährenden Lüftung der Räume, vorausgesetzt die Außenluft ist kühler als die Luft im Inneren des Gebäudes. Dadurch kühlt die Speichermasse ab und sorgt dafür, dass das Gefühl der Annehmlichkeit für die Benutzer selbst zur heißesten Tageszeit möglichst lange erhalten bleibt. In beiden Fällen lässt sich dieses Ziel entweder mechanisch oder mit Hilfe eines Luftstroms, der auf natürlichem Weg durch das Gebäude geführt wird, erzielen. Voraussetzungen dafür sind:

- Räume mit bifrontaler Ausrichtung (zumindest zwei nach außen gerichtete Wände, die in entgegengesetzte Richtung stehen)
- (Fenster-)Öffnungen

Durch diese drei Faktoren - Sonnenschutz, Gebäudehülle und Lüftung - lässt sich die durchschnittliche Innentemperatur im Sommer drastisch senken.

### ■ PASSIVE KÜHLUNG

Passive Kühlmethode lassen sich in zwei Hauptgruppen unterteilen:

- die Reduktion der solaren Wärmelasten und der internen Lasten
- die Abführung von Wärme vom klimatisierten Raum, indem sie in eine andere Umgebung geleitet wird (Wasser, Luft, Boden und dgl.).

## ■ REDUZIERUNG DER KÜHLLAST IN BESTEHENDEN GEBÄUDEN

Durch passive Kühlung kann während der Sommermonate die Kühllast eines Gebäudes wesentlich reduziert werden, sowohl der Spitzen- als auch der generelle Energiebedarf gesenkt werden und zwar durch:

- Maßnahmen an der Anlagentechnik
- Vermeidung von inneren Wärmelasten
- bauliche Maßnahmen an der Gebäudehülle
- Maßnahmen an der Klimatisierungsanlage

Die Möglichkeiten zur Verringerung der Kühllast hängen von verschiedenen Faktoren ab, wie etwa der technischen Ausgestaltung der Gebäudehülle, der Ausrichtung des Gebäudes, der Gebäudemasse, der geografischen Breite oder den klimatischen Gegebenheiten. In der Tabelle sind Kosten und Einsparungen unterschiedlicher Maßnahmen aufgelistet.

Das Ergebnis dieser Simulation zeigt das gewaltige Reduzierungspotenzial (bis zu 45 %), das sich bei ganz einfachen passiven Wärmeschutzlösungen ausschöpfen lässt.

	Art der passiven Wärmeschutzmaßnahmen	Kosten	Einsparung [%]
Betriebliches Management	Regelung der Innentemperatur in jedem Raum	Null	0 - 6
	Anhebung der Innentemperatur (z.B. von 25° auf 27°C)	Null	4 - 8
	Anhebung der relativen Luftfeuchtigkeit (z.B. von 50 % auf 60 %)	Null	1 - 5
	Richtige Bedienung der Beleuchtung und der elektrischen Geräte	Null	3 - 7
	Richtiges Steuern der externen Abschattungen	Null	0 - 5
Reduzierung der internen Lasten	Regelung der Beleuchtungsanlage (Variation in der Lichtstärke, Einsatz von Bewegungsmeldern) bei Glühbirnen	Niedrig	4 - 6
	Regelung der Beleuchtungsanlage (Variation in der Lichtstärke, Einsatz von Bewegungsmeldern) bei Leuchtstoffröhren	Niedrig	2 - 4
	Verwendung von Energiesparlampen (Verwendung von Leuchtstoff-Lampen anstelle der Glühlampen)	Mittel	10 - 13
Maßnahmen an der Gebäudehülle	Interne Abschattungen	Niedrig	2 - 5
	Externe Abschattungen	Mittel	8 - 19
	Installation von vertikalen Abschattungsflächen (0,6 m)	Hoch	2 - 18
	Installation von horizontalen Abschattungsflächen (1,5 m)	Hoch	1 - 9
	Installation von horizontalen Abschattungsflächen (0,6 m)	Hoch	2 - 8
	Einsatz von Sonnenschutzverglasung	Hoch	4 - 7
	Helle Außenwandfarbe zur Strahlungsreflektion	Niedrig	1 - 8
	Anbringen von Wärmedämmung an den Umfassungsflächen	Hoch	0,6 - 1
	Installation einer hinterlüfteten Fassade	Hoch	0,2 - 0,6
	Dachisolierung	Mittel	3 - 6
	Installation einer Abschattung für die Dachbedeckung	Hoch	2 - 8
Bau von Kaltdächern	Hoch	4 - 15	
Maßnahmen an der Anlagentechnik	Installation einer Wärmerückgewinnung	Hoch	4 - 8
	Einführung der Nachtkühlung	Mittel	4 - 8
	Installation von effektiven Regelungs- und Steuerungssystemen	Hoch	2 - 8
	Installation von Kühldecken	Hoch	2 - 8





Technische Maßnahmen und Maßnahmen des betrieblichen Managements zur Senkung der Kühllast im Sommer

\* Die Einsparungen sind das Ergebnis eines Computermodells eines bestimmten Bürogebäudes und als Richtwerte aufzufassen.

## SOLARE KLIMATISIERUNG: TECHNISCHER ÜBERBLICK

Solare Klimatisierungsanlagen benötigen Sonnenenergie, um den Kühlprozess zu betreiben. In der folgenden Tabelle sind die gängigsten Technologien zusammengefasst. Die solare Klimatisierung teilt sich in zwei Verfahren auf:

- **geschlossene Systeme:** Das sind thermisch betriebene Kältemaschinen, die Kaltwasser produzieren. Entweder wird dieses Kaltwasser zur Zuluftkühlung und -entfeuchtung in einer Klimaanlage genutzt, oder es wird über ein Kaltwassernetz zu dezentralen Kälteaggregaten in die einzelnen Räume geleitet, z.B. Fan-Coils. Die handelsüblichen Geräte sind Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen. Erstere sind am häufigsten vertreten, von zweiteren gibt es ein paar hundert Geräte weltweit, wobei deren Bedeutung bei solarer Kühlung zunimmt.
- **offene Systeme** ermöglichen eine vollständige Klimatisierung durch Bereitstellung von gekühlter und entfeuchteter Luft gemäß den Komfortbedingungen. Das Kältemittel ist immer Wasser, da es in direkten Kontakt mit der Atmosphäre tritt. Die gängigsten Systeme arbeiten mit einem Sorptionsrad und einem festen Sorbent zur Kühlung und Entfeuchtung.

Methode	Geschlossener Kreislauf		Offener Kreislauf	
Kältekreislauf	Geschlossener Kühlmittelkreislauf		Kühlmittel (Wasser) in direkten Kontakt mit der Atmosphäre	
Verfahrensprinzip	Kaltwassererzeugung		Luftentfeuchtung und Verdunstungskühlung	
Zustand Sorptionsmittel	fest	flüssig	fest	flüssig
				
Typische Stoffsysteme	Wasser / Silikagel	Wasser / Lithiumbromid Ammoniak / Wasser	Wasser / Silikagel Wasser / Lithiumchlorid	Wasser / Calciumchlorid Wasser / Lithiumchlorid
Auf dem Markt verfügbare Technologie	Adsorptionskältemaschine	Absorptionskältemaschine	sorptionsgestützte Klimatisierung	kurz vor der Markteinführung
Typische Kühlleistung (kW Kälte)	50 – 430 kW	15 kW – 5 MW	20 kW – 350 kW (pro Modul)	
COP (Q <sub>kalt</sub> /Q <sub>warm</sub> )	0,5 – 0,7	0,6 – 0,75 (einstufig)	0,5 – >1	> 1
Antriebstemperatur	60 – 90 °C	80 – 110 °C	45 – 95 °C	45 – 70 °C
Solartechnik	Vakuumröhrenkollektor, Flachkollektor	Vakuumröhrenkollektor	Flachkollektor, Solarluftkollektor	Flachkollektor, Solarluftkollektor

## 3.1 - ABSORPTIONS- UND ADSORPTIONSKÄLTEMASCHINEN

Geschlossene sorptionsgestützte Kältemaschinen sind durch drei Temperaturniveaus gekennzeichnet:

- ein Hochtemperaturniveau, bei dem die Prozessbetriebstemperatur bereitgestellt wird
- ein Niedrigtemperaturniveau, bei dem der Kühlprozess betrieben wird
- ein Mitteltemperaturniveau, bei dem sowohl die vom Kaltwasserkreislauf abgegebene Wärme als auch die Betriebswärme abgeführt werden muss. Dieser Wärmeabtrag erfolgt zumeist über einen Nasskühlturm.

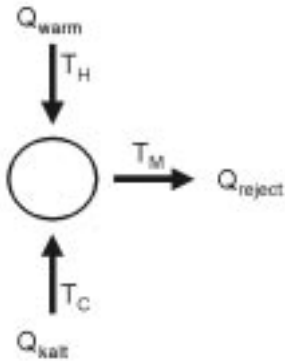


Abbildung 10  
Grundschematische Darstellung des Prozesses:  
 $Q_{kalt}$  ist die Wärme, die vom Kaltwasser im Verdampfer der Kältemaschine abgegeben wird (Kühlleistung).  $Q_{warm}$  ist die Wärme, die in der Erzeugungsphase benötigt wird, um den Prozess zu betreiben. Der Betrag von  $Q_{reject}$  (Summe von  $Q_{kalt}$  und  $Q_{warm}$ ) muss bei einem mittleren Temperaturniveau  $T_M$  abgeführt werden.  $Q_{warm}$  wird im günstigsten Fall von der Solaranlage geliefert (oder einem Reserveversorgungssystem, wie Fernwärme oder Gasbrenner).

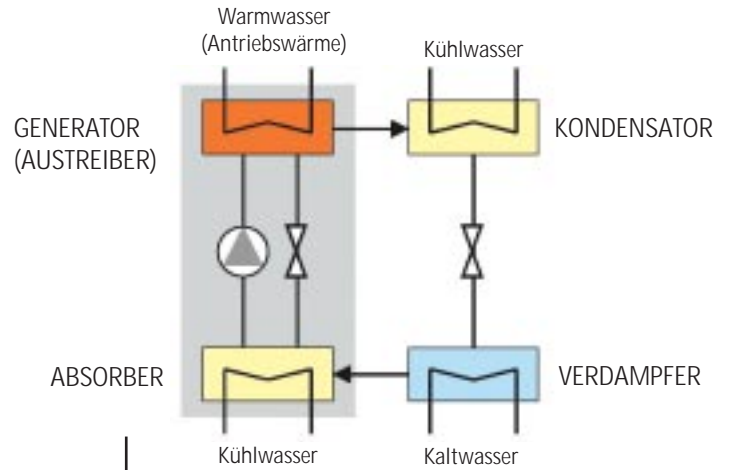


Abbildung 11  
Schematische Darstellung einer Absorptionskältemaschine

Ein wichtiger Parameter, der den Wirkungsgrad thermisch betriebener Kältemaschinen beschreibt, ist der COP (Coefficient Of Performance). Er ist der Quotient aus der Wärme, die vom Kaltwasserkreislauf abgegeben wird und der erforderlichen Antriebswärme ( $COP_{thermisch} = Q_{kalt} / Q_{warm}$ ). Diese Leistungsziffer unterscheidet sich vom  $COP_{konv}$  einer herkömmlichen, elektrisch betriebenen Kältemaschine, definiert als  $COP_{konv} = Q_{kalt} / E_{elektrisch}$  ( $E_{elektrisch}$  meint hier den Stromverbrauch der Kältemaschine).

Diese Definition von  $COP_{thermisch}$  beinhaltet keine zusätzlichen Stromverbräuche. Um die verschiedenen Verfahren realistisch vergleichen zu können, muss der Energieaufwand für die Wärmebereitstellung, aber auch für Pumpen, Gebläse, Kühltürme usw. berücksichtigt werden. Je kleiner der COP ist, umso mehr Antriebswärme muss zugeführt werden und auch von den Kühltürmen wieder abgeführt werden. Ein hoher COP hat den Vorteil einer geringeren Energiezufuhr und eines niedrigeren Strombedarfs für die Anlagen im Wärme- und im Rückkühlkreislauf.

Die Temperatur, die für das Kaltwasser erforderlich ist, hängt von den installierten Klimageräten ab. Ist etwa eine Luftentfeuchtung notwendig, wird eine Kaltwassertemperatur zwischen 6°C und 9°C benötigt (z.B. wenn die Raumtemperatur durch den Einsatz von Fan-Coils unter den Sättigungspunkt fällt). Geht es darum, sensible Lasten abzubauen (z.B. durch gekühlte Zuluft oder Kühldecken), genügt eine Kaltwassertemperatur von 12°C - 15°C, was erlaubt, die Kältemaschine mit einer höheren Leistung zu betreiben.

### ■ ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINEN

Absorptionskältemaschinen sind die weltweit am häufigsten verbreiteten Maschinen. Die thermische Verdichtung des Kältemittels erfolgt durch ein flüssiges Kältemittel und ein flüssiges Lösungsmittel sowie einer Antriebswärme, die die elektrische Energie eines mechanischen Kompressors ersetzt. Für Kaltwasser über 0°C, das üblicherweise zur Klimatisierung verwendet wird, wird zumeist eine Wasser-/Lithiumbromid-Lösung eingesetzt, wobei Wasser als Kältemittel dient. Die

meisten Anlagen verfügen über eine Pumpe, deren Energieverbrauch allerdings nur gering ist. Beim Betrieb einer H<sub>2</sub>O/LiBr-Absorptionskältemaschine muss einer Kristallbildung durch eine interne Steuerung der Wärmeabfuhrtemperatur vorgebeugt werden.

Die Kühlwirkung basiert auf der Verdampfung des Kältemittels (Wasser) im Verdampfer bei sehr geringem Druck. Das verdampfte Kältemittel wird im Absorber absorbiert und dabei wird die H<sub>2</sub>O/LiBr-Lösung verdünnt. Damit der Absorptionsvorgang entsprechend effizient abläuft, muss der Prozess gekühlt werden. Dazu wird ständig Lösung in den Generator gepumpt, wobei eine Regeneration der Lösung durch die Zufuhr von Antriebswärme (z.B. Warmwasser) erreicht wird. Das Kältemittel kondensiert durch den Einsatz von Kühlwasser und fließt über ein Expansionsventil zurück in den Verdampfer. Die Kühlleistung von Absorptionskältemaschinen liegt in der Regel bei einigen 100 kW. In den meisten Fällen werden diese Maschinen durch Fernwärme, Abwärme, Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungen oder fossil befeuert betrieben. Für einstufige Maschinen beträgt die notwendige Temperatur der Wärmequelle meist über



Abbildung 12  
Absorptionskältemaschine - Rethimno Village Hotel, Kreta

80°C, der COP liegt zwischen 0,6 und 0,8. Zweistufige Maschinen mit zwei Generatorstufen benötigen eine Betriebstemperatur über 140°C, der COP kann bis zu 1,2 erreichen.

Vereinzelt findet man auch Absorptionskältemaschinen mit einer Leistung unter 50 kW. Ein neuer, für kleine Leistungen entwickelter Maschinentyp ermöglicht einen Betrieb unter Teillast mit reduzierter Kühlenergie bereits bei einer Wärmequelle-Temperatur von 65°C, bei einem COP von immerhin 0,7 - ein viel versprechender Ansatz in Kombination mit Solarwärme. Das zeigt auch, dass selbst bei Absorptionskältemaschinen noch ein Verbesserungspotential gegeben ist.

### ■ ADSORPTIONSKÄLTEMASCHINEN

Hier wird anstelle einer flüssigen Lösung ein festes Sorptionsmittel verwendet. Die heute auf dem Markt verfügbaren Anlagen verwenden Wasser als Kältemittel und Silikagel als Adsorber. Die Maschine besteht aus zwei Adsorberkammern (in der folgenden Abbildung mit 1 und 2 bezeichnet), einem Verdampfer und einem Kondensator. Der Adsorber in Kammer 2 adsorbiert den vom Verdampfer kommenden Wasserdampf, während der Adsorber in Kammer 1 regeneriert wird, und zwar über Warmwasser, das von einer externen Wärmequelle (z.B. einem Sonnenkollektor) gespeist wird. Um eine kontinuierliche Adsorption zu ermöglichen, muss die Kammer 2 gekühlt werden. Das Wasser im Verdampfer wird durch Erwärmung über einen externen Wasserkreislauf in den gasförmigen Zustand übergeführt. Hier wird

die eigentlich nutzbare Kühlung erzeugt. Sinkt auf Grund der Belastung des Adsorbers die Kühlleistung auf einen bestimmten Wert, wird die Funktion in den Kammern umgeschaltet. Adsorptionskältemaschinen werden bisher nur von einigen wenigen asiatischen Herstellern produziert.

Unter typischen Betriebsbedingungen bei einer Antriebswärme von etwa 80°C erreichen diese Anlagen einen COP von ca. 0,6. Selbst bei einer Temperatur der Wärmequelle von 60°C ist ein Betrieb möglich. Das Leistungsvermögen liegt zwischen 50 kW und 500 kW Kühlleistung.

Ein Vorteil von Adsorptionskältemaschinen ist ihr einfacher mechanischer Aufbau und die zu erwartende Robustheit.

Der Stromverbrauch ist minimal, da es keine interne Lösungspumpe gibt. Nachteile sind das relativ große Volumen und Gewicht. Auch der Preis für Adsorptionskältemaschinen ist zurzeit noch immer hoch, was durch die geringe Stückanzahl an produzierten Anlagen bedingt ist. Ein großes Verbesserungspotenzial besteht bei den Wärmetauschern in den Adsorberkammern. Für künftige Generationen von Adsorptionskältemaschinen kann somit eine beträchtliche Einsparung an Volumen und Gewicht erwartet werden.

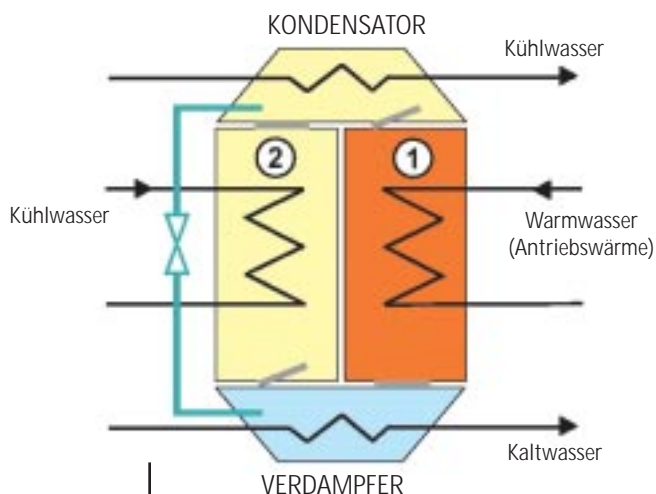


Abbildung 13  
Schematische Darstellung einer Adsorptionskältemaschine



Abbildung 14  
Adsorptionskältemaschine - Sarantis - Griechenland

## 3.2 - DESICCANT-KLIMAAANLAGEN

Desiccant-Klimaanlagen sind sorptionsgestützte Klimatisierungsanlagen, die in einem offenen Kreislauf betrieben werden. "Offen" bedeutet, dass das Kältemittel, nachdem es seine Kühlwirkung erfüllt hat, aus dem System ausgeschleust wird und durch ein frisches ersetzt wird. Der thermisch betriebene Kühlkreislauf ist eine Kombination von Verdunstungskühlung und Luftentfeuchtung durch ein Trockenmittel, das Feuchtigkeit an sich zieht und entweder flüssig oder fest ist. Da ein direkter Kontakt mit der Atmosphäre besteht, kann nur Wasser als Kältemittel eingesetzt werden. Das heute am häufigsten angewandte Verfahren bedient sich eines Sorptionsrades, wobei entweder Silikagel oder Lithiumchlorid als Sorbent zum Einsatz kommt.

### ■ KÜHLUNG MIT FESTEM TROCKENMITTEL UND SORPTIONSRAD

Die wichtigsten Bestandteile einer sorptionsgestützten Klimatisierung sind in der nächsten Abbildung dargestellt. Das Grundprinzip zur Bereitstellung klimatisierter Luft kann man folgendermaßen beschreiben:

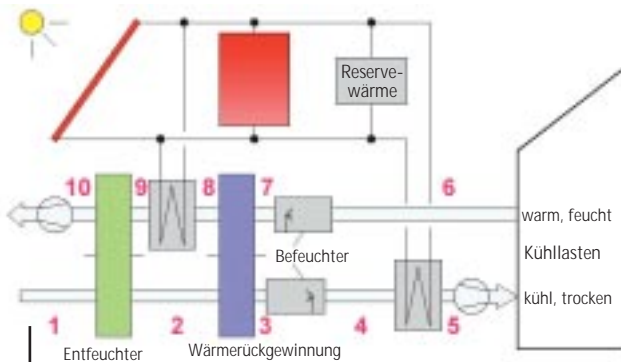


Abbildung 15  
Schematische Darstellung einer offenen sorptionsgestützten Kühlung

### A: Kühlung

Wärme und feuchte Außenluft gelangen in das sich langsam drehende Sorptionsrad und werden durch die Adsorption von Wasser entfeuchtet (1-2). Durch die Entfeuchtung steigt die Lufttemperatur an, die durch das Wärmerückgewinnungsrads vorgekühlt wird (2-3). Danach wird die Luft befeuchtet und mit Hilfe eines geregelten Befeuchters (3-4) gemäß der gewünschten Temperatur und Feuchte des Zuluftstroms gekühlt. Die aus den Räumen strömende Abluft wird bis nahe an den Sättigungspunkt befeuchtet (6-7), um das gesamte Kühlpotenzial auszuschöpfen und so eine effiziente Wärmerückgewinnung zu ermöglichen (7-8). Zuletzt wird das Sorptionsrad durch Wärme in einem relativ niedrigen Temperaturbereich von 50°C - 75°C regeneriert (9-10), damit der Entfeuchtungsprozess kontinuierlich ablaufen kann.

### B: Heizung

Bei geringem Heizbedarf kann durch Wärmerückgewinnung und durch das Sorptionsrad Energie in das Gebäude zurückgeführt werden. Bei höherem Heizbedarf wird auf Wärme von Sonnenkollektoren und falls notwendig auf eine zusätzliche Wärmequelle zurückgegriffen (4-5).

In der Regel eignen sich Flachkollektoren als Heizsystem bei sorptionsgestützten Klimatisierungen. Eine mögliche Variante ist die Kombination von Kollektoren, die Wasser als flüssiges Medium verwenden, und einem Warmwasserspeicher. Bei dieser Art von Solaranlage ist allerdings zusätzlich ein Wasser-Luft-Wärmetauscher erforderlich, damit das Solarsystem mit der Luftaufbereitung gekoppelt werden kann. Eine alternative Lösung mit geringeren Investitionskosten ist die direkte Zufuhr von Wärme durch Solar-Luftkollektoren.

Bei extremen äußeren Bedingungen, z.B. in Küstengebieten des Mittelmeerraums, ist eine spezielle Auslegung des Kühlkreislaufs erforderlich. Durch die hohe Feuchtigkeit der Umgebungsluft gelingt es mit einer Standardausführung nicht, die Feuchtigkeit auf ein derartiges Niveau zu senken, dass eine direkte Verdunstungskühlung eingesetzt werden kann. Abhilfe können in diesem Fall aufwändigere, mit Kaltwasser gespeiste Luftkühler schaffen.

### ■ KÜHLUNG MIT FLÜSSIGEM TROCKENMITTEL

Eine neue Entwicklung, deren Markteinführung kurz bevorsteht, sind sorptionsgestützte Klimatisierungsanlagen mit einer flüssigen Wasser-/Lithiumchlorid-Lösung als Sorbent. Gegenüber Kühlsystemen mit festem Trockenmittel hat diese Art von Anlagen eine Reihe von Vorteilen: Höhere Entfeuchtungswirkung bei gleicher Betriebstemperatur und die Möglichkeit einer hohen Energiespeicherung durch Speicherung der konzentrierten Lösung. Diese Technologie gilt als vielversprechende Lösung, durch die Solarwärmesysteme für Klimatisierungszwecke in Zukunft noch intensiver genutzt werden könnten.







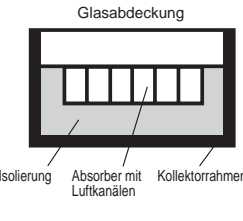
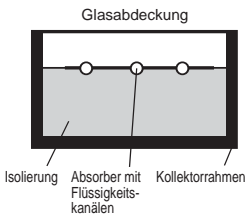
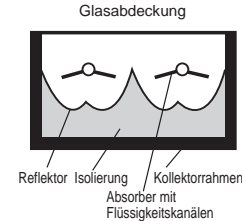
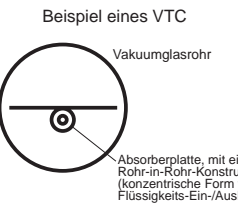
Abbildung 16  
DEC-Anlage mit flüssigem Trockenmittel im  
"Solar Building Innovation Center" (SOBIC) in Freiburg (D)

### 3.3 - Sonnenkollektoren

Die derzeit auf dem Markt erhältlichen Sonnenkollektoren sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Nicht berücksichtigt dabei wurden Hochtemperatursysteme, wie z.B. nachgeführte Parabolrinnen.

Bei solaren Klimatisierungsanlagen besteht der Unterschied der Kollektoren gegenüber jenen für die Warmwassererzeugung in der höheren Arbeitstemperatur. Bei geschlossenen sorptionsgestützten Kältemaschinen beträgt die Betriebstemperatur zumeist über 80°C, die niedrigsten Werte liegen bei 60°C. Offene sorptionsgestützte DEC-Klimatisierungsanlagen benötigen eine Betriebstemperatur über 45°C bis zu 95°C. Auf Grund der hohen Durchsatzmengen im Wärmezufuhrkreislauf ist es schwierig, im Warmwasserspeicher eine ideale Schichtung herbeizuführen, und auch die Rücklauftemperatur zum Sonnenkollektor ist relativ hoch. Deshalb unterliegt man bei der Wahl des Kollektortyps gewissen Einschränkungen.

So eignen sich etwa die herkömmlichen Flachkollektoren und Solarluftkollektoren am besten für offene sorptive Anlagen. Bei Anlagen, in denen eine Adsorptionskältemaschine oder eine einstufige Absorptionskältemaschine zum Einsatz kommt, beschränkt sich die Verwendung von selektiv beschichteten Flachkollektoren auf Gebiete mit hoher Sonneneinstrahlung. Für andere Gebiete und für Kältemaschinen mit hoher Betriebstemperatur bieten sich Hochleistungskollektoren, wie etwa Vakuumröhrenkollektoren, an. Bei fix montierten Kollektoranlagen lassen sich die höchsten Temperaturen über Vakuumröhrenkollektoren mit optischer Konzentration realisieren. Dies ist eine interessante Lösung für solare Klimatisierungsanlagen, die mit besonders leistungsfähigen Absorptionskältemaschinen arbeiten (zweistufig).

Kollektortyp	Solarluftkollektor	Flachkollektor	CPC-Kollektor / Parabolkollektor	Vakuumröhrenkollektor (VK)
Kurzbezeichnung	SLK	FK	CPC / PK	EHP, EDF, SYC: ETC
				
	 <p>Isolierung Absorber mit Luftkanälen Kollektorrahmen</p>	 <p>Isolierung Absorber mit Flüssigkeitskanälen Kollektorrahmen</p>	 <p>Reflektor Isolierung Kollektorrahmen Absorber mit Flüssigkeitskanälen</p>	 <p>Beispiel eines VTC Vakuumglasrohr Absorberplatte, mit einer Rohr-in-Rohr-Konstruktion (konzentrische Form für Flüssigkeits-Ein-/Auslass)</p>
Prinzip	direkte Erwärmung von Luft	Erwärmung einer Flüssigkeit (Wasser, Wasser/Glykol); Strahlungs-Konzentration ohne Nachführung	Erwärmung einer Flüssigkeit (Wasser, Wasser/Glykol)	evakuierte Glasröhre zur Reduzierung der Wärmeverluste EHP: Vakuumröhre mit Wärmerohr EDF: Vakuumröhre mit direkter Durchströmung SYC: Sydney-Vakuumröhre mit Konzentratoren-Reflektor
Haupteinsatzbereich	Luftvorwärmung	Warmwassererzeugung für Haushalte	Warmwassererzeugung für Haushalte und Industrie	Warmwassererzeugung für Haushalte und Industrie
gängigste Anwendung bei solarer Kühlung	offene Klimatisierungsverfahren, z.B. Desiccant-Klimatisierung	Desiccant-Klimatisierung, Adsorption/Absorption (einstufig) mit selektiven Absorbern	Adsorption/Absorption (einstufig)	Adsorption/Absorption (einstufig, zweistufig: SYC)

## 3.4 - Kühltürme und Luftaufbereitungsanlagen

---

Konventionelle Luftaufbereitungsanlagen mit Luftzufuhr verwenden Befeuchtungssysteme, bei Sorptionsanlagen werden Nasskühltürme installiert.

Ein generelles Problem bei allen Arten der Wärmeabfuhr mit offenen Kühltürmen und bei Befeuchtungssystemen ist die Bildung und

Freisetzung von Legionellen-Bakterien. Mit Sicherheitsstandards und entsprechenden Wartungsvorschriften kann diesem Risiko vorgebeugt werden. Bei der Planung und Auslegung von Klimatisierungsanlagen sind auf jeden Fall die geltenden technischen Normen und Bestimmungen einzuhalten.

## 3.5 - Investitions- und Betriebskosten

---

Die meisten der bisher umgesetzten Projekte sind Forschungs- oder Demonstrationsprojekte und im Bereich von Entwicklung und Planung gilt es noch einiges zu tun. Im Vergleich zu herkömmlichen Systemen ist der technische Aufwand für solare Klimatisierungsanlagen noch immer höher. Dies ist zum einen dadurch bedingt, dass die komplette zusätzliche solarthermische Anlage installiert werden muss, und zum anderen sind die Anforderungen an die Rückkühleinrichtungen höher, da thermisch betriebene Kältemaschinen generell größere Wärmemengen für die Rückkühlung benötigen. Außerdem sind die Kosten für einige Anlagekomponenten noch immer hoch, da die Herstellung bestimmter Teile (z.B. der Adsorptionskältemaschinen) noch weit von einer Serienproduktion entfernt ist und die bisherigen Stückzahlen wesentlich kleiner als bei konventionellen elektrisch betriebenen Kompressionsmaschinen sind.

Insgesamt liegen die Investitionskosten für die Systeme über jenen traditioneller Systemlösungen. Für sorptionsgestützte Klimatisierungsanlagen gilt dies in einem geringeren Ausmaß, weil hier die ausschlaggebenden Kosten der Belüftung beide gleich treffen und die zusätzlichen Kosten für die Kollektoranlage teilweise durch den Wegfall eines Kühlers, der bei herkömmlich ausgelegten Systemen nötig ist, kompensiert werden.

Andererseits sollten erwartungsgemäß die Betriebskosten von solaren Klimatisierungsanlagen beträchtlich geringer sein als bei herkömmlichen Anlagen, vor allem dann, wenn - verursacht durch herkömm-

liche Kompressionskältemaschinen - Spitzenstrom eingesetzt werden muss, für den in der Regel ein erhöhter Tarif verrechnet wird.

Wenngleich eine präzise Aussage über die Wirtschaftlichkeit einer solaren Klimatisierungsanlage vom jeweiligen System abhängt, kann man generell sagen, dass die jährlichen Kosten, das sind die Gesamtkosten einschließlich der Investitions- (Kapitalkosten), Betriebs- und Wartungskosten derzeit noch immer über den Kosten traditioneller Anlagen liegen.

Bei sorptionsgestützter Klimatisierung kann davon ausgegangen werden, dass diese Art von solaren Klimatisierungsanlagen zumindest bei bestimmten Anwendungen, was die Kosten betrifft, konkurrenzfähig wird.

Intensivere Anstrengungen braucht es noch, um das Preis-Leistungsverhältnis bei thermisch betriebenen Kältemaschinen zu verbessern. Bei Adsorptionskältemaschinen und Vakuumröhrenkollektoren, für die ebenfalls eine beträchtliche Senkung der Kosten in Aussicht steht, muss daran gearbeitet werden, die technische Leistung (COP) der Kältemaschinen zu erhöhen. Mit zunehmender Erfahrung der Hersteller, Planer und Monteure sollte auch eine Kostensenkung für die Planung, Montage und Steuerung möglich sein. Damit sollte es gelingen, die Anlagen schrittweise dem Kostenbereich konventioneller Anlagen anzunähern.

# 4

## SOLARE KÜHLUNG

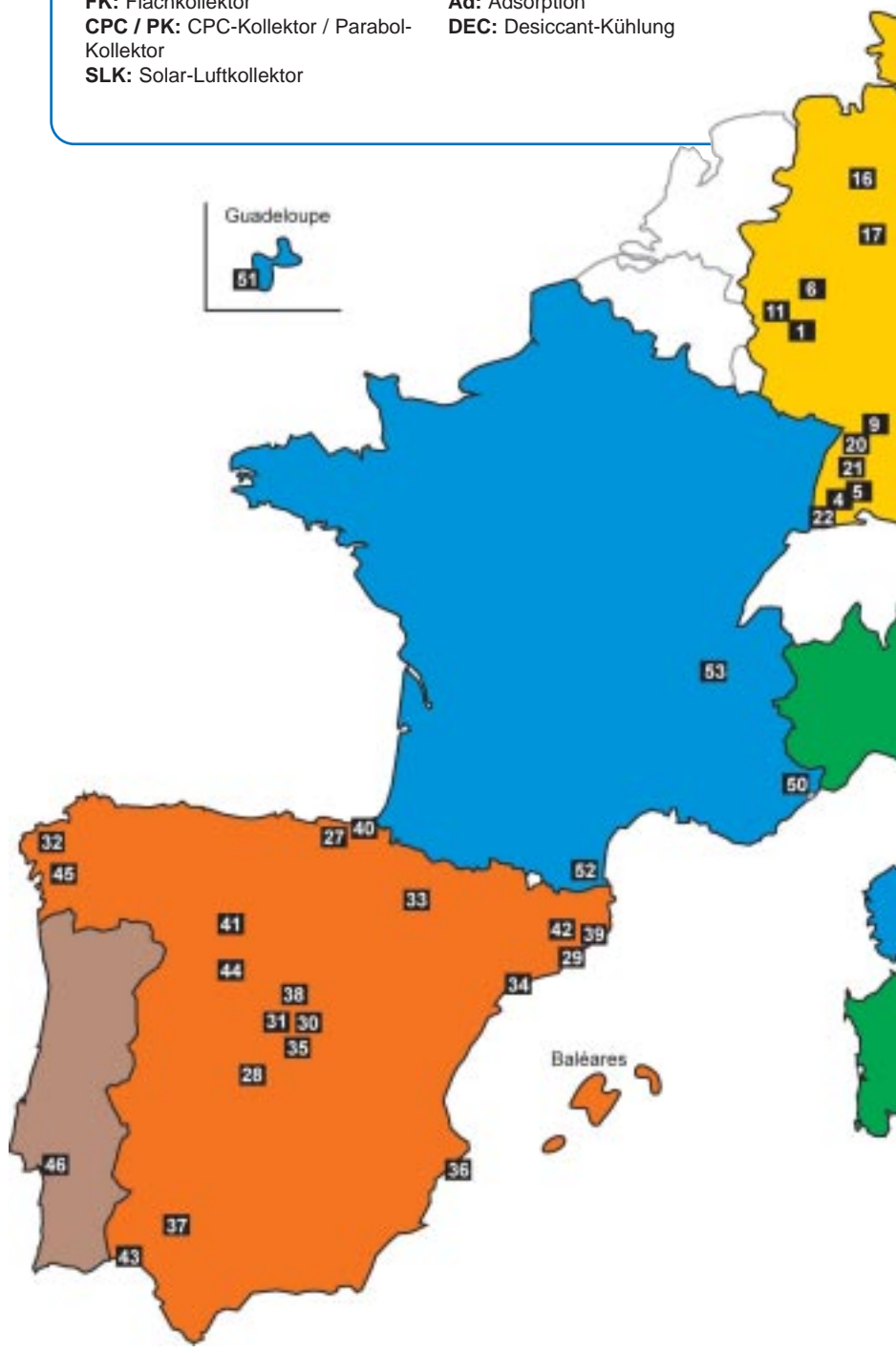
<b>1</b>	Wolfferts Köln (D)	Büros AB - 70 kW VTC - 196 m <sup>2</sup> - 1995
<b>2</b>	Ott & Spies Langenau (D) *	Büros AB - 35 kW VTC - 45 m <sup>2</sup> - 1997
<b>3</b>	Bundespresseamt Berlin (D)	Berlin AB - 70 kW VTC - 348 m <sup>2</sup> - 2000
<b>4</b>	Universitätsklinik Freiburg (D) *	Labor AD - 70 kW VTC - 230 m <sup>2</sup> - 1999
<b>5</b>	IHK Freiburg (D) *	Konferenzraum DEC - 60 kW SAC - 100 m <sup>2</sup> - 2001
<b>6</b>	Fraunhofer Umsicht Oberhausen (D)	Büros, Labors AB - 58 kW VTC - 108 m <sup>2</sup> - 2001
<b>7</b>	Bundesverkehrs- ministerium, Berlin (D)	Kaltwassernetz AB - 70 kW FPC - 229 m <sup>2</sup> - 2000
<b>8</b>	ZAE Bayern Garching (D)	Büros, Labors AB - 7 kW VTC - 30 m <sup>2</sup> - 1999
<b>9</b>	Zander Stuttgart (D)	Büros, Plattenkühlung AB - 143 kW VTC - 300 m <sup>2</sup> - 2000
<b>10</b>	Technologiezentrum Köthen (D)	Büros AB - 15 kW VTC - 100m <sup>2</sup> - 2000
<b>11</b>	Stadtwerke Remscheid (D)	Büros AD - 105 kW FPC - 170m <sup>2</sup> - 1999
<b>12</b>	Bautzener Str. Dresden (D)	Büros AD - 71 kW FPC - 156 m <sup>2</sup> - 1996
<b>13</b>	Götz Würzburg (D)	Büros AD - 70 kW FPC - 80 m <sup>2</sup> - 1996

<b>14</b>	LfU Augsburg (D)	Büros, Seminarraum AD - 245 kW FPC - 2000 m <sup>2</sup> - 2000
<b>15</b>	Malteser- Krankenhaus Kamenz (D)	Krankenhaus AD - 105 kW TIM-FPC - 140 m <sup>2</sup> - 2000
<b>16</b>	Ecotec Bremen (D)	Büros AD - 70 kW VTC - 175 m <sup>2</sup> - 2000
<b>17</b>	Stadtwerke Bückeburg (D)	Seminarraum, Foyer DEC - 30 kW SAC - 115 m <sup>2</sup> - 1998
<b>18</b>	ILK Dresden (D)	Konferenzraum DEC - 18 kW FPC - 20 m <sup>2</sup> - 1996
<b>19</b>	Gründerzentrum Riesa (D)	Konferenzraum DEC - 18 kW FPC - 23 m <sup>2</sup> - 1997
<b>20</b>	Fachhochschule Stuttgart (D)	Ausstellungsraum DEC - 18 kW SAC - 20 m <sup>2</sup> - 1999
<b>21</b>	Mayer Alt-Hengstett (D)	Fabrik DEC - 108 kW SAC - 100 m <sup>2</sup> - 2000
<b>22</b>	Fraunhofer ISE Freiburg (D)	Versuchsanstalt DEC - 24 kW SAC+FPC - 40 m <sup>2</sup> - 2000
<b>23</b>	NCSR „Demokritos“ Solar lab Athen (GR)	Büros und Labors AB - 35 kW FPC - 160 m <sup>2</sup> - 2003
<b>24</b>	Sarantis SA Viotia (GR) *	Industrie (Lagerhaus) AD - 700 kW FPC - 2700 m <sup>2</sup> - 1999
<b>25</b>	Rethymno Village Hotel - Kreta (GR) *	Hotel AB - 105 kW FPC - 450 m <sup>2</sup> - 2000
<b>26</b>	Lentzakis S.A. Kreta (GR)	Hotel AB - 105 kW FPC - 450 m <sup>2</sup> - 2002

<b>N°</b>	Standort (Land)	*
Art von Gebäude		
Technologie - Kälteleistung (kW)		
Kollektortyp - Bruttokollektorfläche - in Betrieb seit		

\* Die mit Stern gekennzeichneten Anlagen sind auf den folgenden Seiten näher beschrieben.

- Kollektortyp**  
**VK:** Vakuumröhrenkollektor  
**FK:** Flachkollektor  
**CPC / PK:** CPC-Kollektor / Parabol-Kollektor  
**SLK:** Solar-Luftkollektor
- Technologie**  
**Ab:** Absorption  
**Ad:** Adsorption  
**DEC:** Desiccant-Kühlung



# IN EUROPA

Anlagen in gewerblich genutzten Gebäuden  
(Fabriken, Büros, Hotels, etc.) mit Standort in  
den am Climasol-Projekt beteiligten Ländern



<b>27</b>	Clara Campoamor Centre, Barakaldo (E)
Sozial- und Kulturzentrum AB - 229 kW FPC - 163 m <sup>2</sup> - 2004	

<b>28</b>	Schulbehörde Toledo (E)
Büros AB - 252 kW VTC - 1095 m <sup>2</sup> - 2004	

<b>29</b>	Fábrica del Sol Barcelona (E)
Büros AB - 105 kW VTC - 175 m <sup>2</sup> - 2004	

<b>30</b>	Fundación Metrópoli Alcobendas (E)
Büros AB - 105 kW VTC - 105 m <sup>2</sup> - 2004	

<b>31</b>	Daoiz y Velarde Sports Centre Madrid (E)
Sportzentrum AB - 170 kW VTC - 740 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>32</b>	Inditex Arteixo (E) *
Büros, Geschäfte FPC - 1626 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>33</b>	Seniorenheim Fustiñana (E)
Seniorenheim AB - 105 kW VTC - 149 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>34</b>	Universidad Rovira i Virgili - Tarragona (E)
Büros AB - 35 kW VTC - 140 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>35</b>	Verwaltungsgebäude Viessmann Pinto (E)
Büros AB - 105 kW FPC+VTC - 123 m <sup>2</sup> - 2001	

<b>36</b>	Belroy Palace Hotel Benidorm (E)
Hotel AB - 125 kW VTC - 345 m <sup>2</sup> - 1992	

<b>37</b>	Technische Lehranstalt Sevilla (E)
Labor AB - 35 kW FPC - 158 m <sup>2</sup> - 2001	

<b>38</b>	Universidad Carlos III Leganés (E)
Labor AB - 35 kW FPC+VTC - 128 m <sup>2</sup> - 2000	

<b>39</b>	Pompeu i Fabra Llibreria Mataró (E)
Bibliothek DEC - 55 kW SAC - 105 m <sup>2</sup> - 2002	

<b>40</b>	Laia Hotel Derio (E)
Hotel AB - 105 kW FPC - 173 m <sup>2</sup> - 2002	

<b>41</b>	Cartif Valladolid (E)
Büros und Labor AB - 35 kW FPC+VTC - 99 m <sup>2</sup> - 2002	

<b>42</b>	Siemens Cornellá del Vallés (E)
Büros AB - 105 kW CPC - 214 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>43</b>	Inta El Arenosillo (E)
Labor AB - 10 kW FPC+VTC - 53 m <sup>2</sup> - 1994	

<b>44</b>	Fontedoso El Oso (E)
Industrie AB - 105 kW FPC - 528 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>45</b>	Stella-Feuga Santiago de Compostela (E)
Büros AB - 115 kW FPC - 63 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>46</b>	Ineti, Lissabon (P) *
Büros DEC - 36 kW CPC - 48 m <sup>2</sup> - 1999	

<b>47</b>	Agenzia per lo Sviluppo - Trient (I) *
Büros, Ausstellungsfläche AB - 108 kW FPC - 265 m <sup>2</sup> - 2004	

<b>48</b>	Ökopark Hartberg Steiermark (A) *
Büros, Seminarräume DEC - 30 kW VTC - 12 m <sup>2</sup> - 2000	

<b>49</b>	Weingut Peitler Leutschach Steiermark (A)
Weinlager AB - 10 kW FPC - 100 m <sup>2</sup> - 2003	

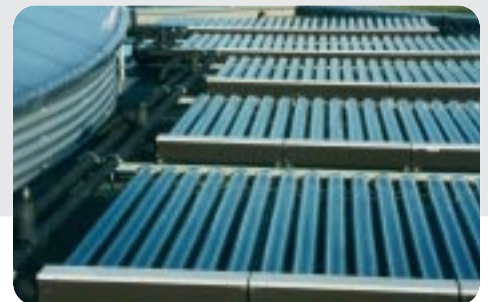
<b>50</b>	CSTB Sophia Antipolis (F)
Labors AB - 35 kW VTC - 58 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>51</b>	DIREN Guadeloupe (F)
Büros AB - 35 kW VTC - 100 m <sup>2</sup> - 2003	

<b>52</b>	GICB Banyuls (F) *
Weinlager AB - 52 kW VTC - 215 m <sup>2</sup> - 1991	

<b>53</b>	ASDER Chambéry (F)
Seminarraum DEC - 7 kW FPC - 16 m <sup>2</sup> - 2004	

# Ott & Spiess Langenau



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 2

LAND  
Deutschland

STANDORT  
Langenau, Bundesland  
Baden-Württemberg



GEBÄUDE  
Büros

KÜHLEISTUNG  
35 kW<sub>c</sub>

TECHNOLOGIE  
Absorption

KOLLEKTORTYP  
Vakuumröhren, direkte  
Durchströmung

BRUTTOKOLLEKTOR-  
FLÄCHE  
45 m<sup>2</sup>

IN BETRIEB SEIT  
1997

## Beschreibung:

In dem neuen Gebäude der Firma Ott & Spiess wird eine Bürofläche von 415 m<sup>2</sup> durch Kühldecken und Verdrängungslüftung mit einem Luftdurchsatz von 2.600 m<sup>3</sup>/h gekühlt. Die Büros befinden sich an der nach außen gebogenen Süd/Südwestfassade des Gebäudes, damit die passiven Solargewinne während der Heizperiode genutzt werden können.

Das Kaltwasser wird von einer Absorptionskältemaschine geliefert. Um Besuchern einen Blick auf die Anlage zu ermöglichen, befindet sich die thermische Heiz-/Kühlanlage in einem teilweise verglasten Bereich.

Die Sonnenkollektoren, die mit einem Warmwasserpufferspeicher von 2 m<sup>3</sup> ausgestattet sind, liefern die notwendige Wärme, sowohl für den Betrieb der Absorptionskältemaschine in der

Kühlsaison, als auch für die Heizung im Winter. Bei geringen solaren Gewinnen bzw. niedriger Speichertemperatur wird zusätzliche Wärme von einer Kraft-Wärmekopplungsanlage bezogen (19,5 kW<sub>th</sub> und 8 kW<sub>e</sub>). Bei höherem Wärmebedarf wird ein Gasbrenner mit einer Leistung von 50 kW zugeschaltet. Das Kaltwasser aus der Wasser/Lithiumbromid Absorptionskältemaschine wird in einem Puffer von 1 m<sup>3</sup> Inhalt gespeichert. Durch die Verwendung in Kühldecken und im Lüftungssystem wird das Kaltwasser bei 13°C bereitgestellt. Ein Nasskühlturm sorgt für die Rückkühlung des Wassers, das im Kühlkreis des Kondensators und dem Absorber der Kältemaschine verwendet wird. 1999 betrug der COP (Nutzkälte/Antriebswärme) der Kältemaschine 0,56. Von der Solaranlage wurden etwa 9 % der gesamten Wärmezufuhr für Kühl- und Heizzwecke bereitgestellt.

## Investitions- und Finanzdaten:

Gesamtinvestitionskosten: 285.000 €. Werden Kühldecken und Bodenheizung abgezogen:

176.000 €. Das Projekt wurde vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt.

## Energie- und Umweltdaten:

Auf Grund der begrenzten Leistung der Kraft-Wärmekopplungsanlage konkurriert die Wärmeleistung dieser Anlage nicht mit den Erträgen der Solaranlage. Dank dieser Systemauslegung wird eine optimale Ausnutzung der solaren Wärmeanlage und der Kraft-Wärme-

kopplung erzielt, wodurch in den Monaten mit Kühlbedarf kein Spitzenstrom eingesetzt werden muss. Gleichzeitig sind Einsparungen an Primärenergie und dem damit zusammenhängenden CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu erwarten.

## Kontakt:

Wolfgang Mößle, Ingenieurbüro Ott & Spiess  
e-mail: [l.ott@ott-spiess.de](mailto:l.ott@ott-spiess.de)

Weitere Informationen:  
[www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# Universitätsklinik Freiburg



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 4

LAND  
Deutschland

STANDORT  
Freiburg, Bundesland  
Baden-Württemberg



GEBÄUDE  
Laboratorien

KÜHLLLEISTUNG  
70 kWc

TECHNOLOGIE  
Adsorption

KOLLEKTORTYP  
Vakuumröhren,  
direkte Durchströmung

BRUTTOKOLLEKTOR-  
FLÄCHE  
230 m<sup>2</sup>

IN BETRIEB SEIT  
1999

## Beschreibung:

Das Krankenhaus der Universität Freiburg, das „Klinikum Freiburg“, betreibt eine Reihe von Labors. Eines davon ist ein eigenes Laborgebäude und wurde mit einer solar gestützten Klimaanlage ausgestattet, die insgesamt eine Fläche von ca. 550 m<sup>2</sup> kühlt. Es gibt zwei Lüftungssysteme mit variablem Durchsatz (Nenndurchsatz 10.550 m<sup>3</sup>/h bzw. 6.350 m<sup>3</sup>/h), wobei während der Heizperiode zwei Wärmetauscher mit Querströmung für die Wärmerückgewinnung sorgen. Während der warmen Jahreszeit wird die Zuluft über Wärmetauscher mit Kaltwasser, das von einer Adsorptionskältemaschine bereitgestellt wird, gekühlt. Die Solltemperatur der Zuluft beträgt 18°C. Die von den Sonnenkollektoren gelieferte Wärme wird im Sommer zum Betrieb der Adsorptionskältemaschine und im Winter zur Erwärmung der

über die Lüftung eingebrachten Zuluft verwendet. Die Anlage umfasst weiters einen Warmwasserspeicher von 6 m<sup>3</sup> und einen Kaltwasserspeicher von 2 m<sup>3</sup> Inhalt. Bei nicht ausreichender Sonneneinstrahlung und niedriger Warmwassertemperatur wird zusätzlich Fernwärme eingesetzt (Dampfnetz des Krankenhauses). Ein Nasskühlturm mit geschlossenem Regelkreis sorgt für die Rückkühlung des Wassers, das im Kühlkreislauf des Kondensators und während der Adsorptionsphase benötigt wird. Wegen der besonderen Betriebsbedingungen erfolgte eine Anpassung der Steuerung der Kältemaschine. Danach ergab eine Auswertung der Betriebsdaten aus 2002 einen erwarteten COP-Wert von etwa 0,60 über mehrere Tage während der Kühlperiode. Über das Jahr betrug der Nettowirkungsgrad der Kollektoren 32 %.

## Investitions- und Finanzdaten:

Gesamtinvestitionen für die Anlage: 352.000 € (ohne Monitoringkosten). Die Anlage wurde mit Mitteln des deutschen Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit und der Firma Sulzer

Infra gefördert. Insgesamt betrug die Subventionssumme 262.000 €. Die Betriebs- und Wartungskosten machen in etwa 12.000 pro Jahr aus.

## Energie- und Umweltdaten:

Das Anlagenkonzept gewährleistet eine ständige Nutzung des bestehenden Dampfnetzes. Spitzenlasten, sowohl beim Dampf- als auch beim Stromverbrauch, werden zu Zeiten hoher Kühllast, die mit hohen solaren Gewinnen ein-

hergehen, vermieden. Gleichzeitig sind Einsparungen an Primärenergie und dem damit zusammenhängenden CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu erwarten. Für die Adsorptionskältemaschine werden ausschließlich umweltfreundliche Materialien eingesetzt.

## Kontakt:

DI Hendrik Glaser, Universitätsklinik, Energieversorgungsabteilung  
e-mail: [hendrik.glaser@uniklinik-freiburg.de](mailto:hendrik.glaser@uniklinik-freiburg.de)  
Weitere Informationen: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# IHK (Handelskammer) Freiburg



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 5

## LAND

Deutschland

## STANDORT

Freiburg, Bundesland  
Baden-Württemberg



## GEBÄUDE

Büros, gekühlt:  
2 Konferenzräume

## KÜHLEISTUNG

60 kWc

## TECHNOLOGIE

DEC

## KOLLEKTORTYP

Luftkollektor

## BRUTTOKOLLEKTOR- FLÄCHE

100 m<sup>2</sup>

## IN BETRIEB SEIT

2001

## Beschreibung:

In der Handelskammer in Freiburg (IHK Südlicher Oberrhein) steht die erste autonom mit Solarwärme betriebene Desiccant-Klimaanlage Deutschlands. Sie dient zur Klimatisierung von zwei Veranstaltungsräumen, zur Kühlung im Sommer und zur Vorbeheizung im Winter. Der kleinere Raum hat eine Fläche von 65 m<sup>2</sup>, der größere über 148 m<sup>2</sup>. Die beiden Räume mit einem Gesamtvolumen von 815 m<sup>3</sup> bieten insgesamt Platz für etwa 120 Personen. Die Glasfassaden sind innen und außen mit Beschattungsvorrichtungen versehen. Der Luftdurchsatz der Desiccant-Klimaanlage kann zwischen 2.500 m<sup>3</sup>/h und 10.200 m<sup>3</sup>/h variiert werden. Auf ein Notsystem für die Kühlung wurde verzichtet, da eine recht gute Ausgewogenheit

zwischen Kühllasten und solaren Gewinnen besteht. Im Winter wird zur Erzielung der notwendigen Zulufttemperatur ein Notheizsystem verwendet. Um die Kosten für die Kollektorstützkonstruktion zu verringern, sind die Kollektoren parallel zum Dach auf der 15° geneigten Dachfläche befestigt. Durch den Einsatz von Luftkollektoren und dem ausgewogenen Verhältnis zwischen solaren Gewinnen und Kühllast ist keine Wärmespeicherung vorgesehen. Seit Inbetriebnahme der Anlage kam es dank des autonomen Solarbetriebs im Sommer nur vereinzelt zu Abweichungen im Behaglichkeitszustand nach DIN 1946, Teil 2, die aber stets in dem zu erwartenden Bereich lagen.

## Investitions- und Finanzdaten:

Durch die kostengünstige Installation der Luftkollektoren betragen die spezifischen Kollektorkosten einschließlich der Stützkonstruktion 210 €/m<sup>2</sup> Bruttofläche. Das entspricht 10 % der Gesamtkosten für die Anlage (210.000 €).

Die spezifischen Kosten für die Klimaanlage lagen bei etwa 9,50 €/m<sup>3</sup> Nenndurchsatz (ohne Installationskosten). Das Projekt wurde mit Unterstützung durch die Europäische Kommission realisiert (NNE5-1999-531).

## Energie- und Umweltdaten:

Die Einsparungen an Umweltkosten und Primärenergie werden abgeschätzt, indem man die Wärme- und Stromverbrauchszahlen der sorptionsgestützten Klimatisierungsanlage mit jenen eines herkömmlichen Luftaufbereitungssystems mit Wärmezufuhr im Winter über

einen Gaskessel und einer elektrisch betriebenen Kältemaschine zur Kühlung der Zuluft im Sommer vergleicht. Nach dieser Schätzung betragen die Einsparungen an Primärenergie 30.000 kWh und an CO<sub>2</sub> etwa 8.800 kg pro Jahr.

## Kontakt:

Carsten Hindenburg, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)  
e-mail: carsten.hindenburg@ise.fraunhofer.de  
Weitere Informationen: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# Gr. Sarantis S.A., Viotia



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 24

## LAND

Griechenland

## STANDORT

Oinofyta, Viotia



## GEBÄUDE

Lagehaus der  
Kosmetikfirma  
Gr. Sarantis S.A.

## KÜHLEISTUNG

700 kWc

## TECHNOLOGIE

Adsorption

## KOLLEKTORTYP

Selektive  
Flachkollektoren

## BRUTTOKOLLEKTOR- FLÄCHE

2.700 m<sup>2</sup>

## IN BETRIEB SEIT

1999

## Beschreibung:

Die Kosmetikfirma Sarantis S.A hat zur Kühlung und Beheizung des neuen Gebäude- und Lagerhauskomplexes eine zentrale Klimaanlage installiert, bei der Solarenergie eingesetzt wird. Die zu klimatisierende Fläche (130.000 m<sup>3</sup>)

umfasst 22.000 m<sup>2</sup>. Zu diesem Zweck wurden 2.700 m<sup>2</sup> selektive Flachkollektoren von SOLE S.A. in Griechenland gebaut und installiert. Das Projekt trägt den Namen "PHOTONIO".

## Investitions- und Finanzdaten:

Die Gesamtinvestitionskosten betragen 1.305.943 €, wobei 50 % im Rahmen des Nationalen Energieprogrammes durch das griechische Umweltministerium finanziert wurden. Das Projekt wurde mit dem "Energy Globe

Award 2001" ausgezeichnet und von CRES (Center for Renewable Energy Sources) zur "besten Energie einsparenden Investition in Griechenland des Jahres 1999" erklärt.

## Energie- und Umweltdaten:

Das Gebäude hat einen Kühlbedarf von insgesamt 2.700.000 kWh pro Jahr. Die Sonnenkollektoren versorgen die Adsorptionskältemaschinen mit Warmwasser von 70 - 75°C. Der COP beträgt 0,60. Die beiden Kältemaschinen verwenden das Warmwasser als Energiequelle zur Erzeugung von Kaltwasser mit einer Temperatur von 8 - 10°C. Die Adsorptionskältemaschinen kommen ohne bewegliche Teile aus und benötigen nur wenig an elektrischer Energie für den Betrieb der Vakuumpumpen (1,5 kW). Ihre Nutzleistung beträgt je 350 kW, also insgesamt 700 kW, wobei Spitzenlasten über drei herkömmliche elektrische Kältemaschinen mit je 350 kW abgedeckt werden. Während der Wintermonate erzeugen die Sonnenkollektoren nicht selten Warmwasser mit

einer Temperatur von ca. 55°C, das direkt in die Fan-Coils des Gebäudes geleitet wird. Das Kaltwasser (während des Sommers) und das Warmwasser (während des Winters) werden direkt zu den einzelnen Klimatisierungsgeräten transportiert, um nach Bedarf die Umgebungsluft zu kühlen oder zu heizen.

### Technische Ergebnisse:

Berichtszeitraum: 12 Monate  
Solarenergieleistung: 1.719.000 kWh  
Kühlung: 1.090.000 kWh  
Heizung: 629.000 kWh  
Gesamtenergieleistung: 2.614.000 kWh  
Abdeckung durch Solarenergie: 66 %  
CO<sub>2</sub>-Minderung: 5.125 t/Jahr

## Kontakt:

GR. SANTIS S.A. (Eigentümer)  
Athen, Griechenland  
e-mail: info@sarantis.gr  
www.sarantis.gr

SOLE S.A. (Planung, Lieferung, Installation)  
Acharnes, Griechenland  
e-mail: export@sole.gr, www.sole.gr  
Weitere Informationen: www.raee.org/climasol

# “Rethimno Village” Hotel, Kreta



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 25

LAND  
Griechenland

STANDORT  
Kreta, Rethimnon



GEBÄUDE  
Hotel

KÜHLEISTUNG  
105 kWc

TECHNOLOGIE  
Absorption

KOLLEKTORTYP  
Flachkollektoren mit  
selektiver Oberfläche

BRUTTOKOLLEKTOR-  
FLÄCHE  
448 m<sup>2</sup>

IN BETRIEB SEIT  
2000

## Beschreibung:

Das “Rethimno Village” Hotel befindet sich in Rethimno auf der griechischen Insel Kreta. Bei einer Kapazität von 170 Betten beträgt die Auslastung im Sommer 100 % und im Winter 45 %. Die Solaranlage besteht aus Flachkollektoren für die zentrale Klimatisierung, Kühlung und Heizung (mit selektiver Ober-

fläche, 448 m<sup>2</sup>) und aus Polypropylen-Kollektoren, die Warmwasser für die Beheizung des Swimmingpools liefern (199 m<sup>2</sup>). Die gesamte klimatisierte Fläche umfasst 3.000 m<sup>2</sup>. Für die Planung, Lieferung und Installation der Anlage war SOLE S.A. verantwortlich.

## Investitions- und Finanzdaten:

Die Gesamtinvestitionskosten betragen 264.123 €, wobei 50 % im Rahmen des

Nationalen Energieprogrammes durch das griechische Umweltministerium finanziert wurden.

## Energie- und Umweltdaten:

Die Sonnenkollektoren versorgen eine Adsorptionskältemaschine mit Warmwasser von 70 - 75°C. Der COP beträgt 0,60. Die Kältemaschine verwendet das Warmwasser als Energiequelle zur Erzeugung von Kaltwasser mit einer Temperatur von 8 - 10°C. Das Kältemittel ist ebenfalls Wasser (statt Freon oder Ammoniak). Die Maschine benötigt nur sehr wenig elektrische Energie für den Betrieb der Vakuumpumpen (0,5 kW). Ihre Nutzleistung beträgt 105 kW. Ein Gaskessel übernimmt die Funktion der Kollektoren bei Bewölkung und bei allfälligem Klimatisierungsbedarf während der Nacht. Während der Wintermonate erzeugen die Sonnenkollektoren nicht selten Warmwasser mit

einer Temperatur von ca. 55°C, das direkt in die Fan-Coils des Gebäudes transportiert wird. Der Gaskessel ersetzt auch die Kollektorfläche bei bedecktem Himmel. Das Kaltwasser (während des Sommers) und das Warmwasser (während des Winters) wird direkt zu den einzelnen Klimatisierungsgeräten geleitet, wo sie die Umgebungsluft kühlen oder heizen.

### Jahresbilanz:

Solarenergieleistung: 650.743 kWh  
Gesamtenergieelast: 1.498.247 kWh  
Abdeckung durch Sonnenenergie: 43 %  
Einsparung an Primärenergie: 650.743 kWh/Jahr  
CO<sub>2</sub>-Einsparung: 1.094.972 kg/Jahr

## Kontakt :

KOUTROULIS BROS S.A.  
Rethimno, Kreta - Griechenland  
Tel: 28310 25523/22693  
Weitere Informationen: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

SOLE S.A.  
Acharnes, Griechenland  
e-mail: [export@sole.gr](mailto:export@sole.gr), [www.sole.gr](http://www.sole.gr)

# Verwaltungsgebäude von Inditex Arteixo - La Coruña



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 32

LAND  
Spanien

STANDORT  
Arteixo - La Coruña



GEBÄUDE  
Büros und Geschäfte

KÜHLEISTUNG  
170 kWc

TECHNOLOGIE  
Absorption (LiBr-H<sub>2</sub>O)

KOLLEKTORTYP  
Flachkollektoren  
mit selektiver Abdeckung

BRUTTOKOLLEKTOR-  
FLÄCHE  
1.626 m<sup>2</sup>

IN BETRIEB SEIT  
2003

## Beschreibung:

Das Gebäude, auf dem sich die Sonnenkollektoren befinden, ist das Hauptverwaltungsgebäude von Inditex. Das Gebäude beherbergt vor allem Büros sowie einige Geschäfte. Es besteht aus zwei Geschoßebenen mit einer Fläche von je 10.000 m<sup>2</sup>. Die obere Etage, in der Bekleidung und Accessoires für die Modekette ZARA entworfen werden, ist völlig offen und hat eine Geschoßhöhe von 4,10 m. Die Klimasteuerung erfolgt über drei 4-Rohr-Luftaufbereitungsanlagen, die mit Umgebungsluftensoren auf eine konstante Temperatur von 23 °C geregelt werden. Das Erdgeschoß ist mehrfach unterteilt. Deshalb wurden die Luftaufbereitungsanlagen mit Fan-Coils kombiniert. Es handelt sich ebenfalls um 4-Rohr-Anlagen, wodurch die Temperatur nach individuellen Bedürfnissen geregelt werden kann. Das Gebäude wird von Montag bis Freitag von 8 bis 22 Uhr benutzt, im Durchschnitt halten sich etwa 500

Menschen in den beiden Geschoßen auf. Ursprünglich verfügte das System über zwei elektrische Wärmepumpen und eine elektrische Kältemaschine, um ganzjährig Warmwasser mit einer Temperatur von 55°C und Kaltwasser mit einer Temperatur von 7°C bei einer Rücklauftemperatur von 45°C bzw. 12°C bereitzustellen. Die Wärme der Solaranlage wird in zwei 30.000 Liter Tanks gespeichert. Steigt die Temperatur in den Tanks auf über 55°C ergeht der Steuerbefehl an die Solaranlage, den Warmwassersammler mit Wasser zu beschicken. Dadurch wird ein Anspringen der Wärmepumpen verhindert. Im Sommer wird, sobald die Temperatur in den Tanks 80°C erreicht hat, das Rückwasser vom System zur Absorptionsmaschine geleitet und nach Kühlung in den Kaltwassersammler geschickt, was die elektrische Kältemaschine entlastet.

## Investitions- und Finanzdaten:

Gesamtinvestition: 900.000 €  
Mit Förderung durch das Ministerium für

Industrie und Handel der Region Galizien (100.000 €) und IDEA (300.000 €).

## Energie- und Umweltdaten:

Die Solaranlage bringt Einsparungen von insgesamt 565.060 kWh/Jahr. Das entspricht 15 %

des gesamten Energiebedarfs und einer Emissionsreduktion von 282 t an CO<sub>2</sub> und anderen Schadstoffen.

## Kontakt:

www.inditex.com  
Weitere Informationen: www.raee.org/climasol

# Ineti Lissabon



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 46

LAND  
Portugal

STANDORT  
Lissabon



GEBÄUDE  
Büros

KÜHLEISTUNG  
36 kWc

TECHNOLOGIE  
DEC mit Wärmepumpe

KOLLEKTORTYP  
CPC

BRUTTOKOLLEKTOR-  
FLÄCHE  
48 m<sup>2</sup>

IN BETRIEB SEIT  
1999

## Beschreibung:

Es handelt sich um das Gebäude der Abteilung für Erneuerbare Energie "INETI", in dem angewandte Forschung in den Bereichen Solarwärme, Solarzellen, Biomasse, Wind und Meere betrieben wird. Es beherbergt Mechanik- und Chemielabors sowie die Büroräumlichkeiten der Mitarbeiter. Die 12 Büros, die sich im ersten Stock befinden, werden ausschließlich durch eine Desiccant-Klimaanlage mit Wärmepumpe gekühlt, unterstützt durch 24 CPC-Kollektoren, die auf dem Flachdach des Gebäudes installiert sind (Bruttofläche 48 m<sup>2</sup>, offene Fläche 46 m<sup>2</sup>). Die Bürofenster machen 70 % der Wandfläche mit Außenkontakt aus und sind nach Süd-Westen (28° W) ausgerichtet. Das bedeutet, dass der größte Kühlbedarf

in den späten Nachmittagsstunden besteht. Durch die begrenzte Kapazität des Luftverteilungssystems musste bei der Auslegung der DEC-Anlage eine Wärmepumpe vorgesehen werden. Das Klima ist mediterran. Die Anlage ist auf folgende Kriterien ausgelegt: Der maximale Luftdurchsatz beträgt 5.000 m<sup>3</sup>/h (nur Außenluft) bei einer Außentemperatur von 32°C, einer relativen Feuchtigkeit von 40,4 % und einer absoluten Feuchtigkeit von 12 g/kg. In den Räumen gilt als Behaglichkeitsbedingung eine Temperatur von 24°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 50 %. Die Anlage wird von den Benutzern der Büroräume gut angenommen, denn Behaglichkeit hat stets erste Priorität.

## Investitions- und Finanzdaten:

Die Anlage wurde im Rahmen eines europäischen Projektes installiert, um das Funktionieren unter realen Bedingungen zu demonstrieren. Aus diesem Grund wurde sie mit einem vollständigen Satz an Sensoren mit Steuer-, Überwa-

chungs- und Demonstrationsfunktionen ausgestattet, eine Mitursache für die relativ hohen Kosten. Eine Anlage dieser Art - mit Solarfläche, Luftaufbereitungsanlagen, Notaggregaten, Steuerungs- und Überwachungssystemen - würde zurzeit etwa 75.000 € kosten.

## Energie- und Umweltdaten:

Die Umweltbelastung dieser Anlage ist sehr gering. Die Anlage wird in ihrer ursprünglich konzipierten Auslegung einschließlich einer Wärmepumpe zur Unterstützung der Kühlung im Sommer betrieben. Die Dimension der Verteilerleitungen begrenzt den Luftdurchsatz und erzwingt eine Reduzierung der Temperatur

(mittels der Wärmepumpe), um den Kühlbedarf zu decken. Allerdings liefert der Kondensator nahezu die gesamte Wärme, die für die Stoffregeneration des Sorptionsrades benötigt wird, wodurch sich ein Solarbeitrag im Sommer zumeist erübrigt.

## Kontakt:

João A. Farinha Mendes DER/INETI - Lissabon  
e-mail: [farinha.mendes@ineti.pt](mailto:farinha.mendes@ineti.pt)  
Weitere Informationen: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# Agenzia per lo Sviluppo Pergine Trento



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 47

LAND  
Italien

STANDORT  
Pergine Valsugana-Trento



GEBÄUDE  
Wirtschaftsinnovations-  
Zentrum

KÜHLEISTUNG  
108 kWc

TECHNOLOGIE  
Absorption  
(LiBr – H<sub>2</sub>O) einstufig

KOLLEKTORTYP  
Flachkollektor mit  
selektiver Abdeckung

BRUTTOKOLLEKTOR-  
FLÄCHE  
265 m<sup>2</sup>

IN BETRIEB SEIT  
2004

## Beschreibung:

Das Gebäude befindet sich in einem Gewerbe- und Industrie-Aufschließungsgebiet der Gemeinde Pergine, 11 km von Trient. Das neue zweigeschoßige Bürogebäude (9.814,5 m<sup>2</sup>) befindet sich in der Nähe kürzlich renovierter Lagerhäuser.

Die Sonnenkollektoren (30° Süd) erzeugen im Winter Warmwasser mit einer Temperatur von 45°C bei einer  $\Delta t = 55^\circ\text{C}$ , im Sommer mit einer Temperatur von 90°C bei gleicher  $\Delta t$ .

Im Winter liegt die Heizlast (Nennlast) in der Größenordnung von 230 kW, daher wurde das Fernwärmesystem auf diese Leistung ausgelegt. Im Winter entspricht die Gesamtlast für das Gebäude der Summe der Heizlast der einzelnen Räume, während im Sommer die Gesamtlast niedriger als die mathematische Summe ist, jeder Raum wird einzeln bewertet, und zwar anhand der kritischsten Stunde, was die

Sonneneinstrahlung betrifft. Das Gesamtgebäude weist eine eigene kritische Stunde auf, die nicht unbedingt der maximalen Wärmelast aller Räume entspricht.

Die Summe der Sommerlasten beträgt 188 kW (ohne Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung). Derzeit liegt die Last bei maximal 170 kW, wobei die Sonnenkollektoren 145 kW liefern. Mit dieser Wärmeleistung ist der Absorber in der Lage, 108 kW zu erzeugen. Bei Bewölkung sinkt die Kühllast durch die fehlende Sonneneinstrahlung von 170 kW auf 120 kW.

Die Kompressionskältemaschine ist auf diesen Wert ausgelegt. Unter Sommer-Sollbedingungen liefern Kompressions- und Absorptions-einheit 120 kW bzw. 108 kW, also insgesamt 228 kW. Somit verbleibt noch ein Puffer von 58 kW (34 %) zur Abdeckung der Spitzenlast (Annahme: 20. Juli bei 32°C).

## Investitions- und Finanzdaten:

Gesamtinvestition: 540.000 €

Die Anlage wurde von der Provinz Trient (Italien) zu 32 % mitfinanziert.

## Energie- und Umweltdaten:

Primärenergie-Einsparung im Winter = 258.000 MJ, im Sommer = 176.000 MJ  
Insgesamt bringt die Solaranlage eine Einsparung von 434 000 MJ oder 120 556 kWh/Jahr. Die Anlage ist so ausgelegt, dass 70 % des Kühlbedarfs des Gebäudes während der Zeit der

höchsten Sonneneinstrahlung im Sommer ausschließlich durch den Einsatz der Sonnenkollektoren abgedeckt werden. Für die restlichen 30 % sorgt eine elektrische Kompressionskältemaschine, die parallel zum Absorptionssystem installiert ist.

## Kontakt:

[www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# Forschungsgebäude Ökopark Hartberg



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 48

LAND  
Österreich

STANDORT  
Hartberg,  
Bundesland Steiermark



GEBÄUDE  
Forschungsgebäude

TECHNOLOGIE  
DEC

KÜHLLLEISTUNG  
30 kWc

KOLLEKTORTYP  
Vakuumröhrenkollektor

BRUTTOKOLLEKTOR-  
FLÄCHE  
12 m<sup>2</sup>

IN BETRIEB SEIT  
2000

## Beschreibung:

Das Forschungshaus im Ökopark Hartberg ist die erste mit erneuerbarer Energie betriebene sorptionsgestützte Klimatisierung bzw. Desiccant-Klimaanlage (DEC) Österreichs - eine Pilotanlage, die die Funktionsweise derartiger Anlagen demonstrieren soll. Das Gebäude wird für Seminare und Konferenzen genutzt und beherbergt auch die dazugehörigen Büroräumlichkeiten. Das Gebäude besteht aus zwei Stockwerken (je ca. 140 m<sup>2</sup>) mit einer nach Süden ausgerichteten Glasfassade, an deren unterem Teil 11 Vakuumröhrenkollektoren angebracht sind. Die Erfahrungen des Sommers

2001 haben gezeigt, dass eine adiabatische Luftkühlung für 50 bis 70 % der Sommertage ausreicht. Lediglich an Tagen mit höherer Luftfeuchte wird Antriebswärme für die Zuluftkühlung benötigt und die sorptive Kühlung gestartet. Die Wärme für die sorptive Luftkühlung im Sommer wird von Sonnenkollektoren mit einer Fläche von 12 m<sup>2</sup> bereitgestellt. Als Notversorgung dient ein Pelletskessel. Eine Warmwasserspeicheranlage mit einem Fassungsvermögen von 2.000 Litern wird für Kühlungs- und Heizungszwecke eingesetzt.

## Investitions- und Finanzdaten:

Gesamtinvestition: exkl. MWSt: 105.000 €  
Förderungen: 60 %  
Das Projekt wurde vom Land Steiermark und

der Ökoplan GmbH in Hartberg gefördert. Mit der Projektabwicklung und Planung war das Joanneum Research in Graz beauftragt.

## Energie- und Umweltdaten:

Jährlicher COP: 0,6 (jährliche Kühllast/jährliche Regenerationswärme), COP im adiabatischen Modus: 3-5, Zuluftdurchsatz: 6.000 m<sup>3</sup>/h, Kühllast insgesamt: 20 kW (trocken: 17.130 W, feucht: 3.320 W), Heizlast insgesamt: 24 kW, maximale Kühlleistung der DEC-Systems: 30.400 W, maximale Kühlleistung im Gebäude: 21.800 W

Die DEC-Klimaanlage benutzt umweltverträgliche Kältemittel, wie Luft und Wasser, und wird im sorptiven Kühlmodus mit Wärme aus erneuerbaren Energieträgern, Biomasse und Sonnenenergie, betrieben.

## Kontakt:

Dr. Erich Podesser, Joanneum Research, Graz  
Erich.Podesser@joanneum.ac.at

Mag. Nadja Richler,  
O.Ö. Energiesparverband, Linz  
Nadja.Richler@esv.or.at

Weitere Informationen: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

# GICB (Weinkeller) Banyuls/Mer



NUMMER AUF DER  
LANDKARTE: 52

## LAND

Frankreich

## STANDORT

Banyuls/Mer



## GEBÄUDE

Weinkeller

## TECHNOLOGIE

Absorption (LiBr)

## KÜHLEISTUNG

52 kWc

## KOLLEKTORTYP

Vakuümrohrenkollektor

## BRUTTOKOLLEKTOR- FLÄCHE

215 m<sup>2</sup>

## IN BETRIEB SEIT

1991

## Beschreibung:

1989 errichtete der Weinproduzentenverband von Banyuls (G.I.C.B) einen Keller zur Alterung von Flaschenweinen. Der Weinkeller hat eine Nutzfläche von insgesamt 3.500 m<sup>2</sup> und ein Fassungsvermögen von 15.000 m<sup>3</sup> auf drei Ebenen (zwei davon halb unterirdisch). Nahezu 3 Millionen Flaschen können in dem Keller gelagert werden. Mit der Installation einer solaren Kühlung wollten die Betreiber einerseits den Kühlbedarf decken und andererseits einen Beitrag zum Umweltschutz leisten. Das Kühlsystem besteht aus:

- 130 m<sup>2</sup> Cortec Giordano Vakuumröhrenkollektoren (Nutzfläche) auf dem Dach mit Ausrichtung nach Süd/Südwest

- der Technik, untergebracht auf der Ebene 2 mit
  - einem 1.000 Liter Pufferspeicher,
  - einer indirekten einstufigen Absorptionskältemaschine vom Typ YAZAKI WFC 15 mit einer Nennkühlleistung von 52 kW,
  - mehreren Umlaufpumpen für die verschiedenen Kreisläufe und einem zentralen Elektroschaltschrank,
- einem Kühlturm mit offenem Regelkreis und einer Nennleistung von 180 kW, installiert an der Nordseite und
- drei Luftaufbereitungsanlagen (eine pro Ebene) mit Filter, Kältetauscher für Kaltwasser (+ einem Wärmetauscher für Ebene 1) sowie ein Zentrifugalgebläse mit einem Durchsatz von 25.000 m<sup>3</sup>/h.

## Investitions- und Finanzdaten:

Die Kosten für die 1991 installierte Anlage beliefen sich auf 294.500 € exkl. MWSt. und lagen damit um fast 150.000 € über jenen für

ein herkömmliches Verdichtungssystem. Für GICB bringt diese Investition eine Einsparung im Energieverbrauch von nahezu 40 % im Jahr.

## Energie- und Umweltdaten:

Typische Messungen unter tatsächlichen Bedingungen von Juni bis September:

- durchschnittliche aus dem Primärkreislauf entnommene Energie = 298 kWh/Tag
- durchschnittliche aus dem Generatorkreislauf entnommene Energie = 256 kWh/Tag
- durchschnittliche aus dem Verdunstungskreislauf entnommene Energie = 145 kWh/Tag
- der COP der Absorptionskältemaschine = 0,57

- durch Wegfall von FCKW und HFKW
- dadurch, dass kein CO<sub>2</sub>, das ebenfalls für den Treibhauseffekt mitverantwortlich ist, produziert wird.

Diese Art von Absorptionskältemaschine ist besonders geräuscharm, weil sie keine beweglichen Teile enthält. Dies wiederum bedeutet eine wesentlich höhere Standzeit gegenüber herkömmlichen elektrischen Kältemaschinen.

Die Anlage trägt in zweifacher Weise zum Umweltschutz bei:

## Kontakt:

info@tecsol.fr

Weitere Informationen: [www.raee.org/climasol](http://www.raee.org/climasol)

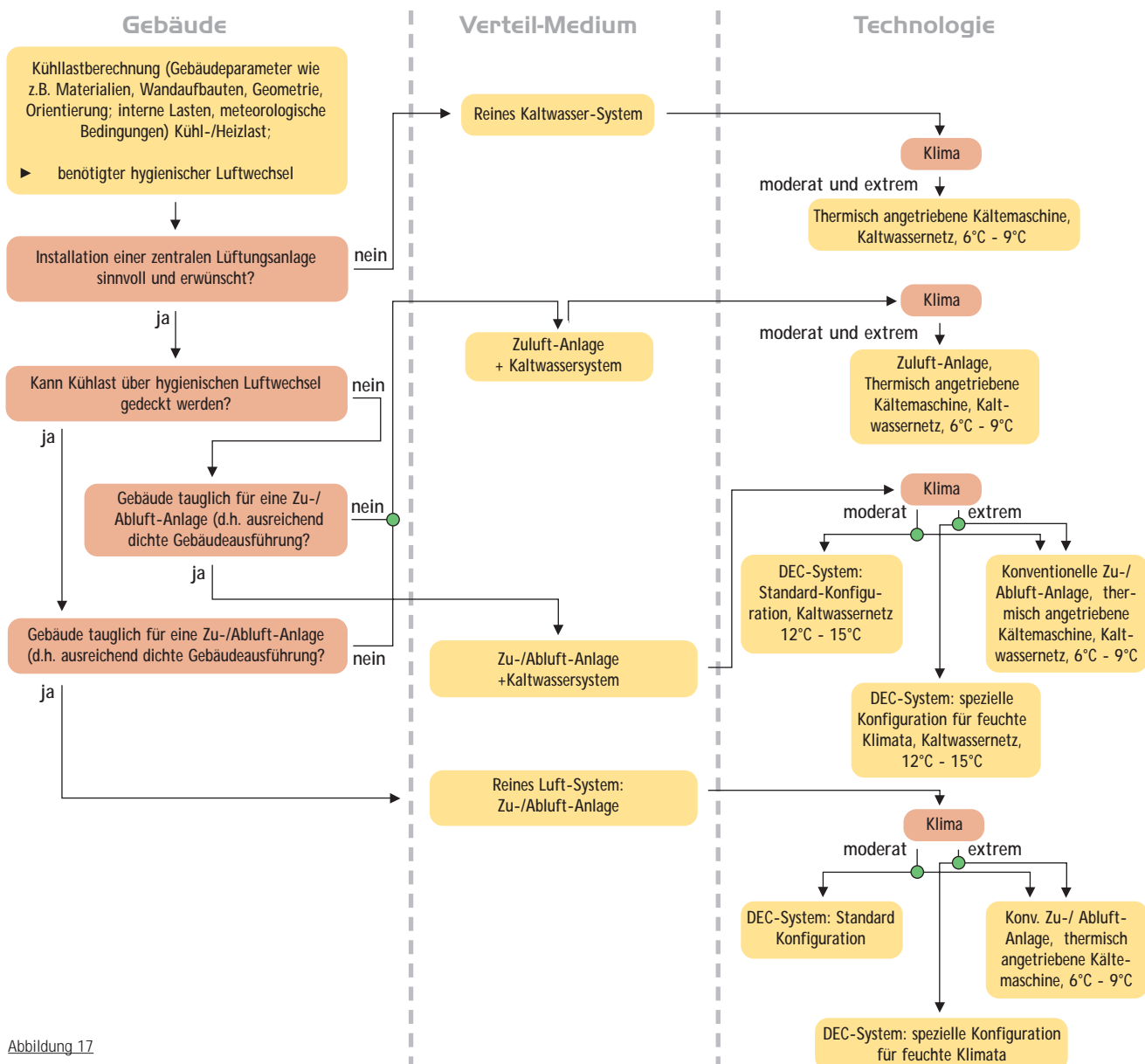
# 5

## ABWICKLUNG EINES PROJEKTES

Die solare Kühlung ist eine neue Technologie, die auf wachsendes Interesse stößt. Derzeit sind die Mehrheit der bestehenden Anlagen Demonstrationsprojekte und deshalb ist noch ein erhöhter planerischer und konstruktiver Aufwand bei der Umsetzung derartiger Projekte notwendig. Außerdem gibt es eine Vielzahl von technischen Systemmöglichkeiten. Die Technologieauswahl hängt z.B. von der Gebäudeart und -nutzung, von der bestehenden Haustechnik und/oder von den klimatischen Bedingungen ab. Im Folgenden werden eine Entscheidungsstruktur für die Systemauswahl bei solarer Klimatisierung, sogenannte Faustregeln für die Planung und Dimensionierung, die Einbeziehung einer Machbarkeitsstudie und aktuelle Förderungen aufgezeigt.

### 5.1 - Technologieauswahl

Dieses Schema bietet eine Hilfestellung bei der System- und Technologieauswahl. Grundsätzlich sollte davor eine sommerliche Überwärmung vermieden werden.



Grundsätzlich soll sowohl die Lufttemperatur als auch die Luftfeuchte geregelt werden. Am Beginn steht die Berechnung der Kühllasten für die Auslegungstemperatur. Entsprechend der Wünsche der Benutzer oder des Eigentümers besteht die Möglichkeit, Wärme und Feuchte entweder mit einem reinen Luftsystem, einem reinen Wassersystem oder mit einem Hybridsystem (Luft/Wasser) aus dem Gebäude zu entfernen.

Eine grundsätzliche technische Frage besteht darin, ob der hygienische Luftwechsel ausreichend ist, um alle Kühllasten (sensibel und latent) abzudecken. Das wird in Räumen und Gebäuden der Fall sein, in denen die Notwendigkeit einer hohen Lüftungsfrequenz besteht, wie etwa in Vortragsälen. Eine Zu-/Abluftanlage ist allerdings nur in ausreichend dichten Gebäuden zweckmäßig, da sonst die Verluste durch die Gebäudehülle zu hoch wären. Entscheidet man sich für ein Zu-/Abluftanlage sind sowohl offene als auch geschlossene Klimatisierungsverfahren realisierbar. Wie niedrig die Temperatur des Kaltwassers sein muss, hängt von der Art des Verfahrens der Luftentfeuchtung ab: Konventionell bedeutet Herunterkühlen der Luft bis unter den Taupunkt. Wird das DEC-Verfahren unter extremen klimatischen Bedingungen, bei hoher Luftfeuchte der Atmosphäre eingesetzt, ist eine besondere Auslegung des Entfeuchtungskreislaufs notwendig.

Weitere Überlegungen sind unter anderem:

- die Notwendigkeit eines Notsystems zur Kälteerzeugung oder solar-autonomer Betrieb des solaren Kühlungssystems
- Flexibilität bei den Behaglichkeitsbedingungen, z.B. Inkaufnahme gewisser Abweichungen vom gewünschten Luftzustand
- wirtschaftliche Aspekte
- Verfügbarkeit von Wasser für die Befeuchtung der Zuluft oder für die Kühltürme
- Behaglichkeitsanforderungen an Kälteaggregate: Fan-Coils verursachen die geringsten Investitionskosten, können aber zur Entfeuchtung nur in Verbindung mit einem Entwässerungssystem eingesetzt werden; Kältedecken und andere Schwerkraftkühlsysteme bedingen hohe Investitionskosten, bieten aber auch hohen Komfort.

Wird bei einem DEC-System eine zusätzliche Kältemaschine zur Abdeckung der Spitzenlast benötigt, ist aus wirtschaftlichen Gründen eine elektrisch betriebene Kompressionskältemaschine überlegenswert.

## 5.2 - Grundregeln für Planung und Dimensionierung

Es gibt bereits einige "Faustregeln" für die Planung und Dimensionierung solarer Klimaanlage, die sich aus grundsätzlichen Überlegungen und aus Erfahrungen von Demonstrationsprojekten ableiten lassen:

- Ein thermisch betriebenes Kühlsystem mit geringem Wirkungsgrad ( $COP_{\text{thermisch}}$ ) und eine mit fossilen Brennstoffen gespeiste Wärmequelle als Notsystem erfordert einen hohen Solaranteil, damit nennenswerte Einsparungen an Primärenergie erzielt werden können. Durch ausreichend große Sonnenkollektorflächen und ausreichend große Speicher muss sichergestellt sein, dass die Solarwärme bestmöglich genutzt wird.
- Alternativ kann eine herkömmliche Kältemaschine als Notsystem eingesetzt werden. Jede Kälteeinheit, die von der mit Solarenergie betriebenen Kältemaschine betrieben wird, reduziert die von der herkömmlichen Kältemaschine produzierte Einheit. Dieses Konzept spart auch dann, wenn der Solaranteil gering ist, einiges an Primärenergie. Die Solaranlage dient dann in erster Linie dazu, den Verbrauch an elektrischer Energie zu senken.
- Wenn das verwendete Notsystem mit Brennstoffen betrieben wird, reduziert jeder Ersatz fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger, wie etwa Biomasse, den Primärenergiebedarf der thermisch betriebenen Anlage.
- Systeme mit einer thermisch betriebenen Kältemaschine mit einem hohen Wirkungsgrad ( $COP_{\text{thermisch}}$ ) können selbst dann, wenn das Notsystem mit fossilen Brennstoffen betrieben wird, auf einen geringeren Solaranteil ausgelegt werden. Dies ist damit zu begründen, dass die Wärme aus dem fossilen Brennstoffbrenner ebenfalls in einen hohen  $COP_{\text{thermisch}}$  umgesetzt wird - aus primärenergetischer Sicht durchaus vergleichbar mit einem herkömmlichen System.
- Auf jeden Fall gilt es, die Sonnenkollektoren maximal zu nutzen, indem man versucht, mit dieser Wärme auch andere Lasten, z.B. Heizung und/oder Warmwasserbereitung, abzudecken.

Weitere Empfehlungen zur Auslegung von solar unterstützten Klimatisierungssystemen sind in den Richtlinien für Planer, Installateure und andere Professionisten auf der Homepage des EU-Projektes SACE (Solar Air Conditioning in Europe) zu finden: <http://www.ocp.tudelft.nl/ev/res/sace.htm>



Abbildung 18  
Sonnenkollektor auf dem Dach von DIREN (Guadeloupe, Frankreich)

## 5.3 - Machbarkeitsstudien

Bei der Auswahl der geeigneten Klimatisierungstechnologie und Systemauslegung geht es um mehr als bloß der Festlegung von Eckdaten, denn durch die Schwankungen in den Solarenergie-Erträgen werden die Systemkomponenten zumeist unter Teillast betrieben.

Darüber hinaus sind bisher nur ganz wenige Planer und Monteure genauestens mit den Betriebsbedingungen und Prozesseigenschaften neuer Anwendungen wie Adsorptionskältemaschinen oder Desiccant-Kühlung vertraut. Auch eine benutzerfreundliche Software, die es rasch und einfach ermöglichen würde, die viel versprechendste solare Klimatisierungstechnologie und Systemauslegung auszuwählen, ist noch nicht auf dem Markt zu finden.

Aus diesem Grund ist am Beginn der Planungsphase eine Machbarkeitsstudie unter Federführung eines erfahrenen Ingenieurbüros dringend zu empfehlen. Gegenstand dieser Studie können unter anderem folgende Punkte sein:

- die Bestimmung der Kühl- und Heizlasten und die Erstellung einer zeitlichen Verlaufskurve (z.B. durch Gebäudesimulation)

- die Wahl der viel versprechendsten solaren Klimatisierungstechnologie und Systemauslegung
- eine Vordimensionierung der Anlagenkomponenten, z. B. Größe des Sonnenkollektorfeldes und der Wärme-/Kältespeicher
- eine Analyse der Steuer- und Regelstrategien und deren Auswirkung auf die Leistung der Anlage
- eine Berechnung von Wirkungs- und Ausnutzungsgrad (z.B. COP des Kühlsystems, Anteil der vom Solarwärmesystem abgedeckten Lasten, Nettowirkungsgrad der Kollektoren usw.)
- Berechnung der Verbrauchsziffern (Strom, Wasser, Gas) sowie
- eine Abschätzung der wichtigsten Finanzkennzahlen und der Einsparungen an Primärenergie

Welche dieser Punkte nun tatsächlich in einer Machbarkeitsstudie untersucht werden, hängt von dem jeweiligen Projekt sowie von der notwendigen und verfügbaren Informationstiefe ab. Auf jeden Fall kann eine derartige Studie zu einem besseren Verständnis des Potenzials solarer Kühlung beitragen.

## 5.4 - Förderungen und Beratung in Oberösterreich

Ein effizienter Umgang mit den Energieressourcen ist unerlässlich - die Reduktion des Energieverbrauches und der CO<sub>2</sub>-Emissionen stellt nicht nur für die Umwelt einen Gewinn dar, sondern bringt auch spürbare Kostenentlastungen für die Unternehmen. Um die Umsetzung von kosten- und energiesparenden Investitionen zu erleichtern, bieten das Wirtschafts- und Energieressort des Landes Oberösterreich eine Reihe unterstützender Maßnahmen. Neben Förderungen für Ökoenergieanlagen - betriebliche Solar- und Biomasseanlagen werden vom Land OÖ mit zusätzlichen 20 % zur Bundesförderung unterstützt - und für die thermische Gebäudesanierung ist dies die Beratungsaktion für oberösterreichische Betriebe. Die Energieberatungsaktion für Unternehmen sollen den oö. Betrieben bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und der Nutzung erneuerbarer Energieträger eine Hilfestellung bieten. Im Rahmen der Aktion erhalten die Betriebe individuelle Beratung von den Energieberater/innen des O.Ö. Energiesparverbandes direkt in ihrem Betrieb. 75 % der Kosten dieser Beratungsaktion tragen das Wirtschafts- und Energieressort des Landes (in der Regel sind für den Betrieb Gesamtkosten zwischen 100 bis 250 Euro zu erwarten).

Eine Beratung kann unkompliziert beim O.Ö. Energiesparverband unter 0732-7720-14381 angefordert werden.

Unternehmen der Ökoenergie-Branche in Oberösterreich sind im Ökoenergie-Cluster (OEC) zusammengeschlossen - einem Netzwerk, das im Auftrag des Landes Oberösterreich vom O.Ö. Energiesparverband betreut wird. Eine der Aufgaben des OEC ist es, Betriebe zum Einsatz erneuerbarer Energien - sei es Sonnenenergie, Biomasse, Biogas, Umgebungswärme, Wind oder Wasserkraft - zu motivieren. Gemeinsam werden zum Beispiel Aktivitäten im Bereich Marketing und Kommunikation, Export, Forschung, Qualifizierung und Weiterbildung gesetzt.

Weitere Informationen: O.Ö. Energiesparverband / Ökoenergie-Cluster, Telefon: +43 732 7720-14380, Fax: +43 732 7720-14380, Email: [ekoenergie-cluster@esv.or.at](mailto:ekoenergie-cluster@esv.or.at) bzw. [www.oec.at](http://www.oec.at)



Abbildung 18  
Firma Einfinger, Tumeltsham



Abbildung 19  
Bezirksaltenheim Lasberg

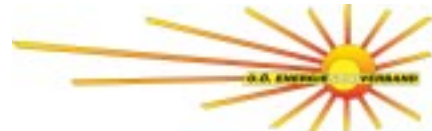


## Literaturhinweise :

- **Natural and Low Energy Cooling in Buildings**,  
CREC, Thermie Programme, for the European Commission, Directorate-General XVII for Energy, 1994
- **Design tools for low energy buildings**,  
Technology selection and early design guidance, Nick Barnard and Denise Jounzens, ECBCS,  
International Energy Agency, 2001
- **Heating, Ventilating, and Air Conditioning Systems and Equipment**,  
ASHRAE Handbook, ISBN 0-910110-87-5, Ed.: American Society of Heating, Refrigerating and  
Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 1992
- **Solar-Assisted Air Conditioning in Buildings – A Handbook for Planners**,  
ISBN 3-211-00647-8, Springer Wien / New York; Ed: Hans-Martin Henning, published in the  
frame of Task 25 of the Solar Heating & Cooling Programme of the International Energy Agency  
(IEA), 2004
- **Solar Thermal Systems**,  
ISBN 3-934595-24-3, Solarpraxis Berlin, Ed: Dr.Felix A. Peuser, Karl-Heinz Remmers,  
Martin Schmauss, 2002
- **Solar Cooling Technologies in Greece**,  
T. Tsoutsos, J. Anagnostou, C. Pritchard, M. Karagiorgas, D. Agoris, Applied Thermal Engineering,  
23, pp 1427-1439, 2003

## Webseiten :

- <http://www.iea-shc-task25.org/> : Solar Heating and Cooling Program of the International Energy Agency : task 25 - Solar Assisted Air Conditioning of Buildings
- <http://www.ocp.tudelft.nl/ev/res/sace.htm> : EU project SACE – Solar Air Conditioning in Europe
- <http://www.raee.org/climasol> : EU project Climasol : Promoting Solar Air Conditioning
- <http://www.tecsol.fr/RafrSol/index.htm>
- <http://www.energiesparverband.at>



Unterstützt von:



O.Ö. Energiesparverband  
Landstraße 45, A-4020 Linz  
T: +43-732-7720-14380  
F: +43-732-7720-14383  
E: office@esv.or.at  
I: www.esv.or.at