



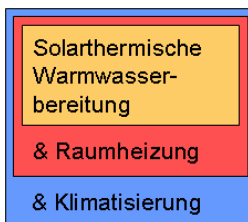
solarcombi+



Solare Heiz- und Kühlsysteme im kleinen Leistungsbereich

Paketsysteme für kombinierte Gebäudekühlung und -heizung sowie Brauchwarmwasserbereitung

Standardisierte Systemkonfigurationen
Marktverfügbare Paketlösungen



Solar

Solar Combi

Solar Combi +

Februar 2010

Identification of most promising markets and promotion of standardised system configurations for the market entry of small scale combined solar heating & cooling applications
EIE/07/158/SI2.466793 09/2007 – 02/2010

Intelligent Energy  **Europe**

The sole responsibility for the content of this publication lies within the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.



solarcombi+

Inhaltsverzeichnis

Was ist ein SolarCombi+ System?	3
Geeignete Klimazonen	4
Geeignete Kollektortechnologien	6
Standardisierte Systemkonfigurationen	9
Empfehlungen zur Anlagenplanung	11
Paketlösung - ClimateWell	14
Paketlösung - SOLution	16
Paketlösung - SorTech	18
Kontakt	20



Was ist ein SolarCombi+ System?

SolarCombi+ Systeme verwenden Wärme aus Solarkollektoren, um Wärme im Winter, Kälte im Sommer und Brauchwarmwasser (DHW) ganzjährig bereitzustellen.

Die Abbildung unten zeigt die Hauptkomponenten eines typischen Systemaufbaus: (i) Solarkollektor zur Wärmebereitstellung, üblicherweise mit Hilfswärmequelle als Backup, (ii) ein Speicher kann entweder – wie in der Abb. gezeigt – auf der Heißwasserseite, der Kaltwasserseite oder auf beiden Seiten installiert werden, (iii) die Brauchwarmwasserbereitung, (iv) eine mit Heißwasser (70-100°C) gespeiste Sorptionskältemaschine, (v) Rückkühlung auf einem mittleren Temperaturniveau (30-40°C) durch einen Kühlturm (nass oder trocken) oder eine andere Wärmesenke (z.B. Schwimmbecken), (vi) das Kälteverteilungssystem (z.B. Kühldecken, Gebläsekonvektoren oder Lüftungsanlage) und (vii) die Wärmeverteilung (vorzugsweise ein Niedertemperatur-System).

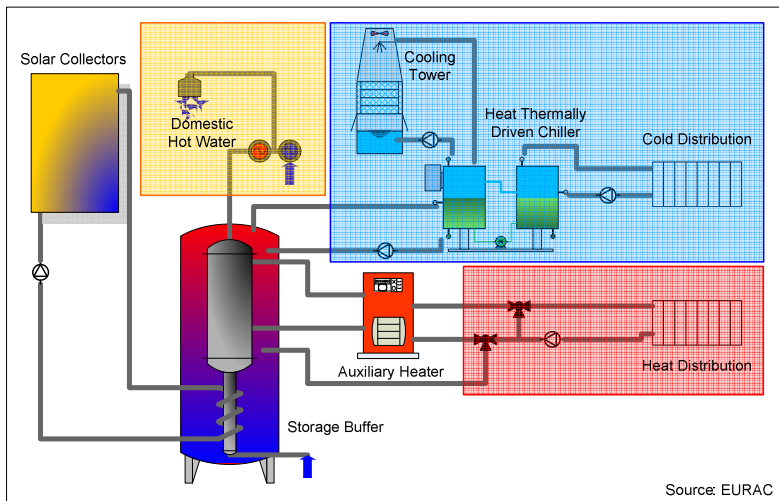


Abbildung 1 - Typischer Aufbau eines SolarCombi+ Systems



Geeignete Klimazonen

SolarCombi+ Systeme sind am besten für Gebäude geeignet, die sowohl einen Heiz- als auch einen Kühlbedarf aufweisen. Das hängt vor allem von den klimatischen Bedingungen ab.

Abbildung 2 zeigt eine Karte zur Verteilung der Heizgradtage (HDD) in Europa. Heizgradtage sind definiert als die Summe der Differenzen zwischen der mittleren täglichen Raum- und Außentemperatur. Dazu wurde eine Raumtemperatur von 21°C angenommen. Die Karte ist in fünf Bereiche aufgeteilt: Die zwei Regionen mit mehr als 5000 Kd Heizgradtagen werden als ungeeignet für SolarCombi+ Systeme angesehen, da kein ausreichender Kühlbedarf vorliegt. In der Region mit weniger als 3000 Kd gibt es andererseits Bereiche mit extrem niedrigem Heizbedarf, die ebenso unberücksichtigt bleiben.

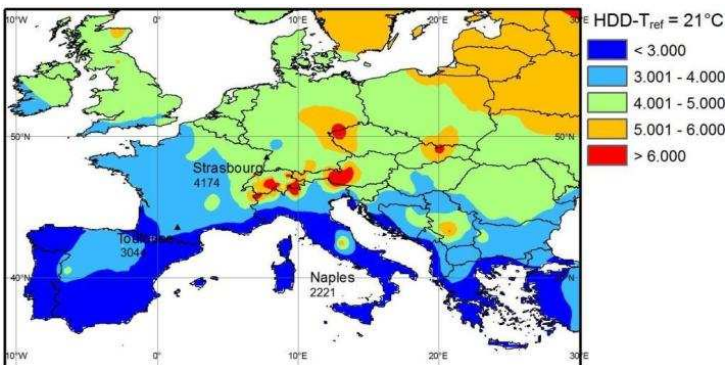


Abbildung 2 – Heizgradtage in Europa

Während der Winterparameter (HDD) eine gute Kenngröße für den Wärmebedarf des Gebäudes darstellt, kann der Sommerfaktor (CDD) nur für eine erste Abschätzung genutzt werden. Denn darin werden Befeuchtung (latente Wärme) und solare und interne Wärmegewinne nicht berücksichtigt, die in manchen Fällen in



hohem Maße zum Kühlbedarf des Gebäudes beitragen. CDD sind ähnlich wie die HDD definiert, aber mit einer Referenzraumtemperatur von 26°C.

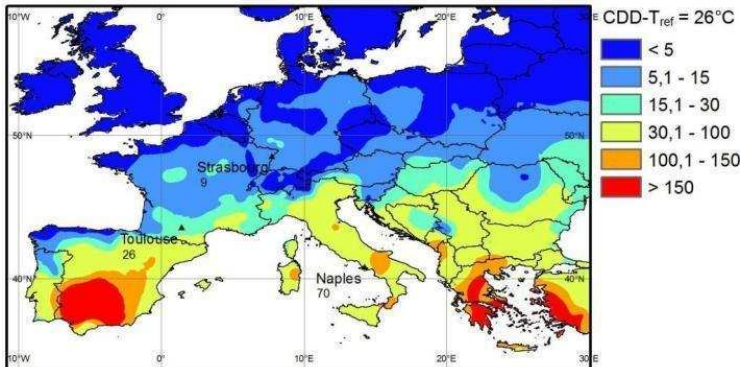


Abbildung 3 - Kühlgradtage in Europa

Die Karte in Abbildung 3 zeigt erneut verschiedene Zonen in Europa. In den blauen Bereichen gibt es nicht viel Kältebedarf und für Wohngebäude kann dieser Kühlbedarf besser mit passiven Kühltechniken als mit aktiven Systemen gedeckt werden. Dennoch können in Gebieten Zentraleuropas SolarCombi+ Systeme für Gebäude geeignet sein, die hohe interne Gewinne aufweisen (z.B. Bürogebäude); ebenso für Bestandsgebäude mit hohen solaren Gewinnen, bei denen passive Maßnahmen nicht durchführbar sind.

Wie zu erwarten ist, sind südliche europäische Länder besser für solare Kühlsysteme geeignet als zentraleuropäische, da ein höherer Kühlbedarf besteht und eine höhere Solareinstrahlung verfügbar ist. Nichtsdestotrotz sind nur Orte mit einem signifikanten Heizbedarf am besten für SolarCombi+ Systeme geeignet, da somit die Solarkollektoren über das gesamte Jahr sowohl für das Heizen als auch das Kühlen genutzt werden können.



Geeignete Kolleorttechnologien

Auf dem Markt sind verschiedene Kolleorttechnologien verfügbar, deren Eignung für eine bestimmte Anwendung von der benötigten Betriebstemperatur abhängt. Für SolarCombi+ Systeme gibt es 4 relevante Temperaturniveaus:

- 40°C für Niedertemperatur-Gebäudeheizsysteme
- 60°C zur Brauchwarmwasserbereitung
- 70°C typ. Antriebstemperatur Adsorptionskältemaschinen
- 90°C typ. Antriebstemperatur Absorptionskältemaschinen

Die Wirkungsgradkennlinien von verschiedenen Kollektormodellen sollten nun beim höchsten notwendigen Temperaturniveau verglichen werden. Abbildung 4 zeigt Kennlinien für drei Kolleorttechnologien.

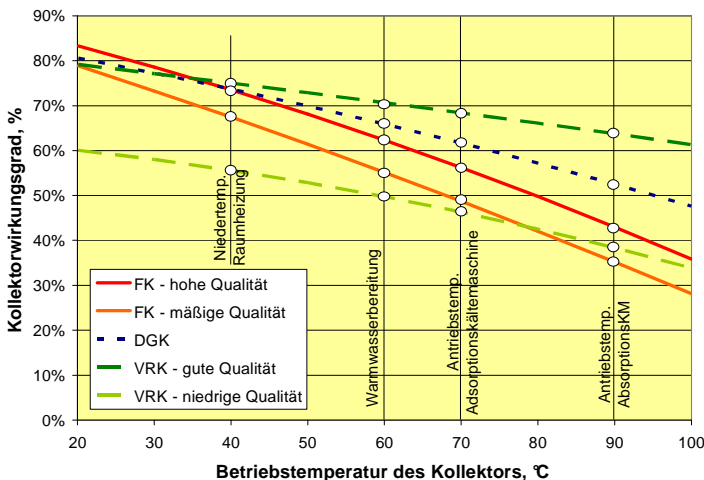


Abbildung 4 - Typische Kollektorwirkungsgrad-Kurven bezogen auf die Aperturfläche von verschiedenen Kollektortypen (FK – Flachkollektor, DGK – Doppelt verglaster Kollektor, VRK – Vakuumröhrenkollektor). Annahme: 800 W/m² Globalstrahlung bei senkrechtem Einfall und einer Außentemperatur von 20°C.



Wie die Grafik deutlich zeigt, ist die Qualität auf dem Markt sehr unterschiedlich. Die rote und die orange Kurve zeigen einen typischen Flachkollektor von hoher bzw. mäßiger Qualität. Bei Vakuumröhrenkollektoren sind die Qualitätsunterschiede noch größer. Zwischen diesen Technologien liegen die doppelt verglasten Kollektoren, die kürzlich auf den Markt gelangt sind. Dabei handelt es sich um Flachkollektoren mit einer zusätzlichen Glasplatte oder einer Teflonfolie, um die Wärmeverluste des Kollektors zu reduzieren.



Abbildung 5: Flachkollektoren (Bildquelle: Sonnenklima)

Bei niedrigen Temperaturen (für Niedertemperatur-Heizsysteme) sind die Unterschiede in der Effizienz der verschiedenen Kolleortechnologien relative gering (außer bei Vakuumröhrenkollektoren von geringer Qualität, die nicht für diese Anwendung geeignet sind). Je weiter die Antriebstemperatur ansteigt, desto wichtiger wird ein hochwertiger Kollektor. Vakuumröhrenkollektoren haben typischerweise die geringsten Wärmeverluste und sind somit am besten für Anwendungen im hohen Temperaturbereich geeignet. Aber selbst bei diesen ist es wichtig auf die Installation eines hochwertigen Kollektors zu achten. In vielen Fällen können auch Flachkollektoren von hoher Qualität oder doppelt verglaste Kollektoren mit Vakuumröhrenkollektoren Schritt halten. So kann es



solarcombi+

sich lohnen, eine etwas größere Fläche von doppelt verglasten oder Flachkollektoren zu installieren als in hochwertige Vakuumröhrenkollektoren zu investieren, die womöglich deutlich teurer sind. Für jede einzelne Anwendung sind Jahressimulationen empfehlenswert, um die beste Kollektortechnologie für den benötigten Temperaturbereich bei der verfügbaren Einstrahlung zu bestimmen.



Abbildung 6: Vakuumröhrenkollektor in einer Marina in Venedig
(Bildquelle: Climatewell)



Abbildung 7: Doppelt verglaste Kollektoren auf dem Rathaus/Service-Center der Stadt Gleisdorf, Österreich (Bildquelle: AEE INTEC)



Standardisierte Systemkonfigurationen

Die folgenden Abbildungen zeigen zwei typische Systemkonfigurationen von Systemen für solares Heizen, Kühlen und Brauchwarmwasserbereitung im kleinen Leistungsbereich.

Die erste Konfiguration, die in Abbildung 8 gezeigt wird, hat einen zentralen Wärmespeicher mit unterschiedlichen Temperaturzonen für die Gebäudeheizung, Brauchwarmwasserbereitung und Antriebswärme für die Kältemaschine. Dieser Speicher wird sowohl durch die Solarkollektoren als auch durch die Nachheizung gespeist. Um den Speicher durch den Solarkollektor zu beladen, gibt es ein Umschaltventil, das es erlaubt, den Rückfluss zum Kollektor entweder aus der Mitte oder vom Boden des Speichers zu ziehen. Dadurch kann im Speicher der benötigte Temperaturbereich, um die Kältemaschine zu betreiben, schneller erreicht werden.

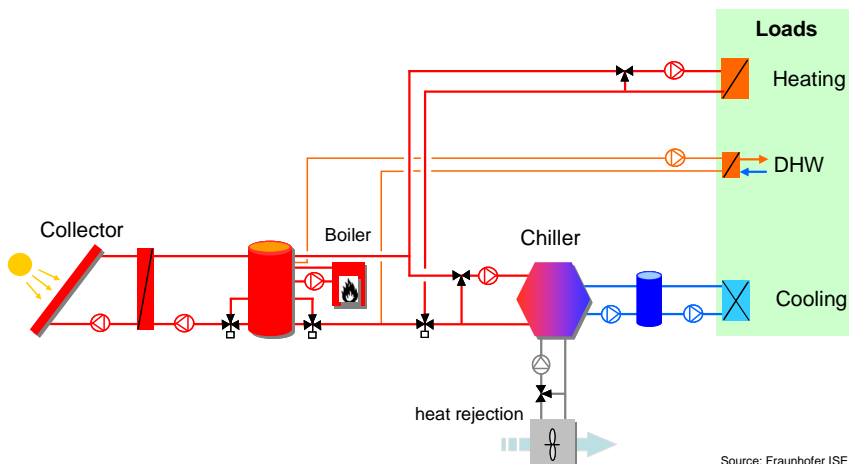


Abbildung 8 - Typische Systemkonfiguration mit Nachheizung zur Beladung des Hauptwärmespeichers



In ähnlicher Weise kann der Rücklauf von der Kältemaschine oder dem Heizkreis abhängig vom Temperaturniveau auf unterschiedlichen Höhen in den Speicher eingeschichtet werden.

Im Sommer wird dem Speicher Wärme entzogen, um die Kältemaschine anzutreiben. Für die Brauchwarmwasserbereitung wird eine externe Trinkwasserstation eingesetzt. Im Winter wird die Wärme aus dem Speicher für die Gebäudeheizung und die Brauchwarmwasserbereitung genutzt.

Die Konfiguration, die in Abbildung 9 gezeigt wird, ist an den spanischen Markt angepasst. Dort darf die Nachheizung keine Wärme in den Solarspeicher einspeisen. Daher ist der Kessel in Reihe zum Wärmespeicher geschaltet.

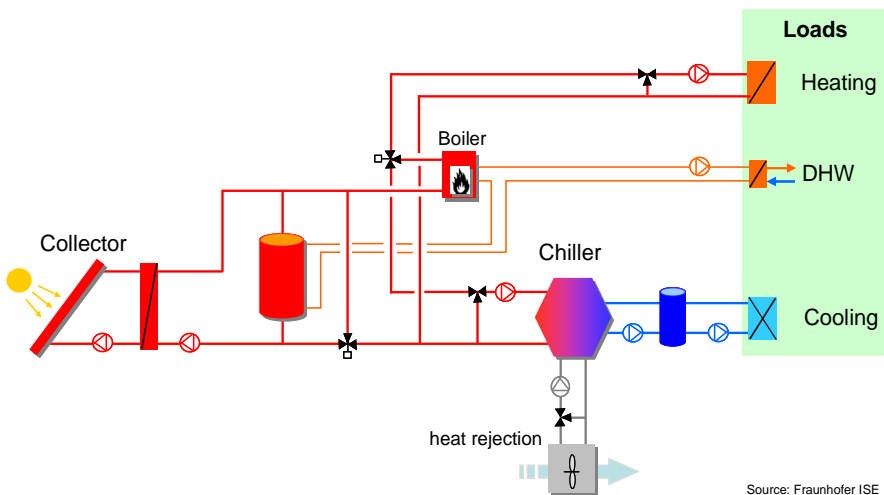


Abbildung 9 - Typische Systemkonfiguration mit Nachheizung in Reihe zum solaren Wärmespeicher geschaltet



Empfehlungen zur Anlagenplanung

Im Folgenden werden Empfehlungen für die Planung von Solar-Combi+ Systemen gegeben. Diese Empfehlungen basieren auf Ergebnissen von einer Reihe von Simulationen, welche mit unterschiedlichen Konfigurationen und für verschiedene Standorte in Europa im Rahmen des EU Projektes SolarCombi+ durchgeführt wurden.

Große Kollektorflächen

Gut dimensionierte Systeme weisen eine Kollektorfläche von 3,5 bis 5 m²/kW Nennkälteleistung und ein Pufferspeichervolumen von 50 bis 75 l/m² Aperturfläche der Kollektoren auf. So dimensioniert, können hohe solare Deckungsgrade erzielt werden und das System wird hinsichtlich Primärenergieeinsparung und den Kosten für die eingesparte Primärenergie nahezu optimal betrieben.



Abbildung 10: 7.5 kW Adsorptionskältemaschine (Bildquelle: SorTech)

Optimierte Regelungskonzepte

Die Regelungsstrategie beeinflusst erheblich die Leistungsfähigkeit des Systems hinsichtlich solarem Deckungsgrad und Primärenergiebedarf. Das bedeutet, dass eine jeweilige Anpassung der Regelungsstrategie der Kältemaschine in Abhängigkeit des Standortes, der Anwendung und Konfiguration signifikante Verbesserungspotentiale bietet. Im Besonderen die Regelung der diversen Pumpen und des Ventilators der Rückkühlung muss sorgfältig überlegt sein.



Deckenkühlelemente bevorzugen

Deckenkühlelemente sind Gebläsekonvektoren vorzuziehen, da bedingt durch ein höheres Temperaturniveau im Kaltwasserkreis eine höhere Leistungszahl erreicht wird. Die Gesamtkosten sind jedoch höher als bei Gebläsekonvektoren und das Heizverhalten ist für Büro- und Wohngebäude eher ungünstiger.



Abbildung 11: Deckenkühlelemente in einer Schule in Butzbach, Deutschland (Bildquelle: Fraunhofer ISE)



Abbildung 12 - Solares Heiz- und Kühlsystem in einem Gebäude des Magistrats der Stadt Wien, Österreich (Bildquelle: SOLution)

Solar autonome Betriebsweise

Um die Primärenergieeinsparungen zu maximieren, sollte das System möglichst ohne sommerliche Nachheizung betrieben werden. Wenn das System ausreichend groß dimensioniert ist, kann die Deckung des Kühlbedarfes über 90 % betragen und der Einsatz der Nachheizung kann vermieden werden.



solarcombi+



Abbildung 13 – Solares Kühlsystem installiert auf einem Dach in Granada, Spanien
(Bildquelle: IKERLAN)

Fossile Nachheizung zur Kühlung vermeiden

Wenn die solar erzeugte Kälte nicht ausreicht, bietet sich der Einsatz von Biomasse bzw. die Nutzung von ev. vorhandener Abwärme als Nachheizung an oder die fehlende Kälte wird durch elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen erzeugt. Diese Varianten erhöhen die Primärenergieeinsparung aber auch die Investitionskosten.



Abbildung 14 – Luftaufnahme eines solaren Kühlsystems in Granada, Spanien (Bildquelle: IKERLAN)



solarcombi+

Paketlösung - ClimateWell

Das Produkt von ClimateWell zur solaren Kühlung kombiniert die Vorzüge der Absorption und der Adsorption mit ihrer patentierten „triple state“ Absorptionstechnologie. Der niedrige Strombedarf, keine Geräuschemissionen, kein Kristallisationsproblem und die integrierte Speicherkapazität sind die wichtigsten Merkmale des Systems.

ClimateWell hat Standorte in Stockholm und Madrid und eine Fertigungsanlage im spanischen Olvega.



No. of Employees:	63
Turnover in 2008:	3.5 M EUR
No. of Orders:	>1000 units
Manufacturing Capacity:	1000 units/year

Standardisierte Paketlösungen wurden im Rahmen des SolarCombi+ Projektes entwickelt. Diese führen zu einer Minimierung des Planungsaufwandes für jedes einzelne Projekt und demzufolge zu einer Reduzierung der Gesamtkosten. Weiterführende, detaillierte Informationen über diese Paketlösungen von ClimateWell können auf der Projekthomepage unter Project/Deliverables/WP4/"Description of package solutions" heruntergeladen werden. Verschiedene Lösungen wurden für unterschiedliche Anwendungen entwickelt. Die folgenden System-schemata sind für Wohngebäude und Hotels anwendbar.

[illegible][illegible]

Seite 15 von 20



solarcombi+

Paketlösung - SOLution

Die Firma SOLution bietet Paketlösungen zur solaren Heizung und Kühlung mit einer nominalen Kälteleistung von 12 kW, 30 kW und 54 kW und Systeme bis zu 200 kW auf Anfrage an.

Lösungsmittel: Lithiumbromid

Kältemittel: Wasser

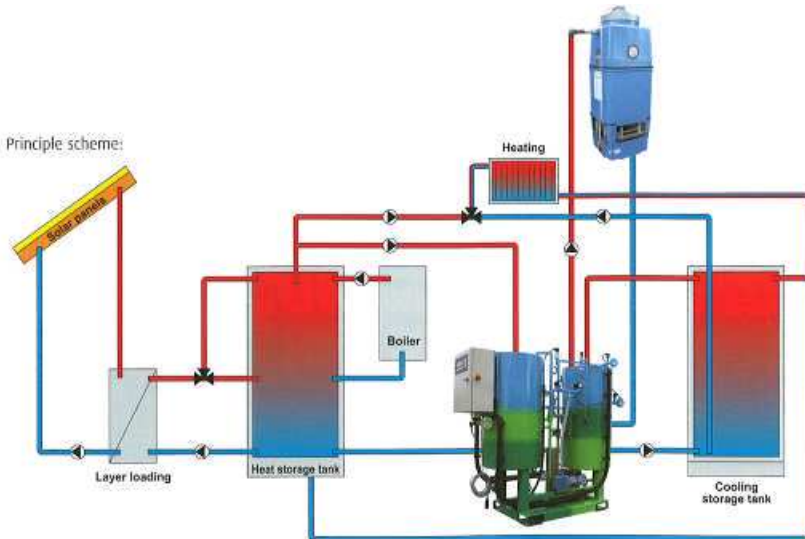


Beispiel		
Kaltwasser 	Kälteleistung Eintrittstemperatur Austrittstemperatur Durchfluss	15 kW 17°C 11°C 1,9 m³/h
Heißwasser 	Thermische Leistung Eintrittstemperatur Austrittstemperatur Durchfluss	21 kW 90°C 80,5°C 2 m³/h
Kühlwasser 	Thermische Leistung Eintrittstemperatur Austrittstemperatur Durchfluss	35 kW 30°C 36°C 5 m³/h
COP _{th} der Kältemaschine		0,71
Stromaufnahme		0,3 kW



solarcombi+

Systemschema



Besuchen Sie uns!

SOLution Solartechnik GmbH
Gewerbestr.15
A-4642 Sattledt
Österreich

Siehe auch

www.sol-ution.com

für mehr Information über
das Unternehmen und Lösun-
gen von SOLution.

SOLution bietet folgenden
Service an:

Technische Kundenbetreuung
Technische Planung
Installation
Inbetriebnahme





Paketlösung - SorTech

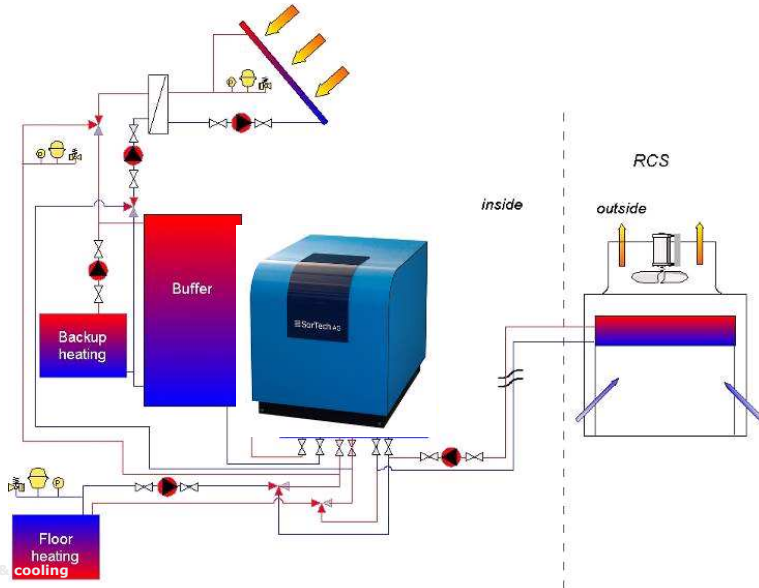
Die Paketlösungen von SorTech bieten solares Kühlen und Heizen mittels Adsorptionskältemaschinen mit 8 oder 15 kW Kälteleistung an. Die SorTech AG entwickelt, fertigt und vertreibt Adsorptionskältemaschinen im kleinen Leistungsbereich. Die Maschinen sind kompakt, hocheffizient und geräuschlos. Die Stromaufnahme einer ACS 08 beträgt nur 7 W - das ist weltweit unerreicht. Austreibertemperaturen von 55 °C reichen aus, um die Maschine zu betreiben. Deshalb sind SorTech Kältemaschinen besonders für solare Kühlanwendungen geeignet. Weiters kann die Maschine auch als Wärmepumpe für den Heizbetrieb eingesetzt werden. Als Konsequenz aus dem SolarCombi+ Projekt liefert SorTech jetzt auch über die Adsorptionskältemaschine hinaus ergänzende Zusatzkomponenten zur Erleichterung der Planung und Installation bzw. zur Optimierung des Betriebs.

SorTech bietet neben den Adsorptionskältemaschinen auch Rückkühlsysteme an. Diese sind für den Betrieb mit der Maschine und den Pumpengruppen in verschiedenen Varianten optimal aufeinander abgestimmt. Diese Pumpengruppen sind für den Anschluss der Kältemaschine an den Pufferspeicher, an die Rückkühlung und an die Kälteverteilung mit allen nötigen Komponenten ausgestattet. Zusätzlich bietet SorTech Unterstützung bei der Planung und Dimensionierung der Systeme an.

Adsorptionskältemaschinen von SorTech wurden bereits in Deutschland, Österreich, Schweiz, Italien, Spanien, Frankreich und Griechenland installiert. Bei diesen Systemen werden unterschiedliche Rückkühl- und Kälteverteilsysteme eingesetzt. Die Kältemaschinen arbeiten zuverlässig, speziell bei variierenden Betriebstemperaturen.



solarcombi+



**Beispiel: Green Lighthouse Kopenhagen
Erstes CO₂-neutrales Gebäude in Dänemark**

Wärmequelle: 30 m² Flachkollektor
Rückkühlung: Trockenkühler mit Besprühung (RCS 08)
Kühlung: Gebläsekonvektoren, Lüftungsanlage
Planung/Durchführung: COWI / Solar A/S / SorTech AG





solarcombi+

Kontakt

Österreich:

AEE INTEC (www.aee-intec.at)

Frankreich:

Tecsol (www.tecsol.fr)

Deutschland:

Fraunhofer ISE
(www.ise.fraunhofer.de)

Griechenland:

CRES (www.cres.gr)

Italien:

EURAC (www.eurac.edu)
Universität Bergamo
(www.unibg.it)

Spanien:

Ikerlan (www.ikerlan.es)



Industriepartner:

ClimateWell (www.climatewell.com)
Fagor (www.fagor.com)
SK Sonnenklima (www.sonnenklima.de)
SOLution (www.sol-ution.com)
SorTech (www.sortech.de)

Weiterführende Informationen:

EURAC research – Projekt Koordinator
Viale Druso/Drususallee 1
I-39100 Bolzano/Bozen
Tel. +39 0471 055610
Fax +39 0471 055699
Roberto.fedrizzi@eurac.edu