

Solare Klimatisierung von Bürogebäuden

Prof. Elmar Bollin, Dipl.-Ing. (FH) Klaus Huber

Einleitung

Während in Solarthermie-2000 Teilprogramm 2 nur große Solaranlagen zur Warmwasserbereitung förderfähig waren, wird seit der Neuauflage des Projekts als Solarthermie2000plus der Schwerpunkt u.a. auf Anlagen zur solar unterstützten Kühlung gelegt. Diese Änderung in der Förderpolitik ist vor allem darauf zurückzuführen, dass genügend Erkenntnisse zu Auslegung und Betrieb der bisher geförderten Anlagen vorliegen, aber noch viel Forschungsbedarf bei anderen Solaranlagentypen besteht. In Solarthermie2000plus werden Solaranlagen zur Unterstützung kombinierter Trinkwasser und Heizungsanlagen sowie von Wärmenetzen mit und ohne Langzeitwärmespeicherung gefördert. Außerdem werden Konzepte zur Kombination von Solarwärme mit anderen regenerativen Energieformen und zur Erzeugung von Prozesswärme unterstützt. Ein weiterer förderfähiger Anlagentyp ist die solar unterstützte Klimatisierung in Kombination mit Trinkwassererwärmung und Heizung. Insgesamt sind in Europa heute etwa 6 MW Kälteleistung in der solaren Kälteerzeugung installiert. Alleine in Deutschland fallen jedoch jährlich etwa 40.000 GWh Stromverbrauch allein für die Klimatisierung von Bürogebäuden an [1]. Daraus ist das große Potential für die solare Klimatisierung ersichtlich. Den deutlich höheren Investitionskosten, im Verhältnis zur Kompressionskälte, stehen erheblich niedrigere Betriebskosten gegenüber. Die dadurch jedoch hohen Kältegestehungskosten sind hierbei ein großes Hindernis für eine schnelle Marktdurchdringung. Hier sind Förder- und Forschungskonzepte wie Solarthermie2000plus dringend erforderlich, um durch finanzielle Förderung und Verringerung der Wärme gestehungskosten durch Optimierung des Anlagenbetriebs, zu einer besseren Wirtschaftlichkeit zu gelangen.

Funktionsprinzip der solaren Klimatisierung

Für die solare Klimatisierung kommen Sorptionskältemaschinen in offener und geschlossener Betriebsweise zum Einsatz. Bei offenen Sorptionskälteanlagen wird Wasser direkt in die zuvor getrocknete Lüftungszuluft verdunstet und dadurch gekühlt. Bei geschlossenen Systemen wird das Kältemittel im Kreislauf geführt. Es können jeweils feste oder flüssige Sorptionsmittel eingesetzt werden. Anlagen mit flüssigen Sorptionsmitteln werden als Absorptions-, welche mit festen Sorptionsmitteln als Adsorptionskältemaschinen bezeichnet.

Eine solche Solaranlage zum unterstützenden Betrieb einer Adsorptionskältemaschine mit Silikagel als Sorptionsmittel wird seit kurzem von der Hochschule Offenburg betreut. Hier soll zu den bereits bestehenden Adsorptionskältemaschinen, die bisher mit Gaskesseln und Kompressorenabwärme betrieben werden, eine Solaranlage als dritte Wärmequelle hinzugefügt werden.

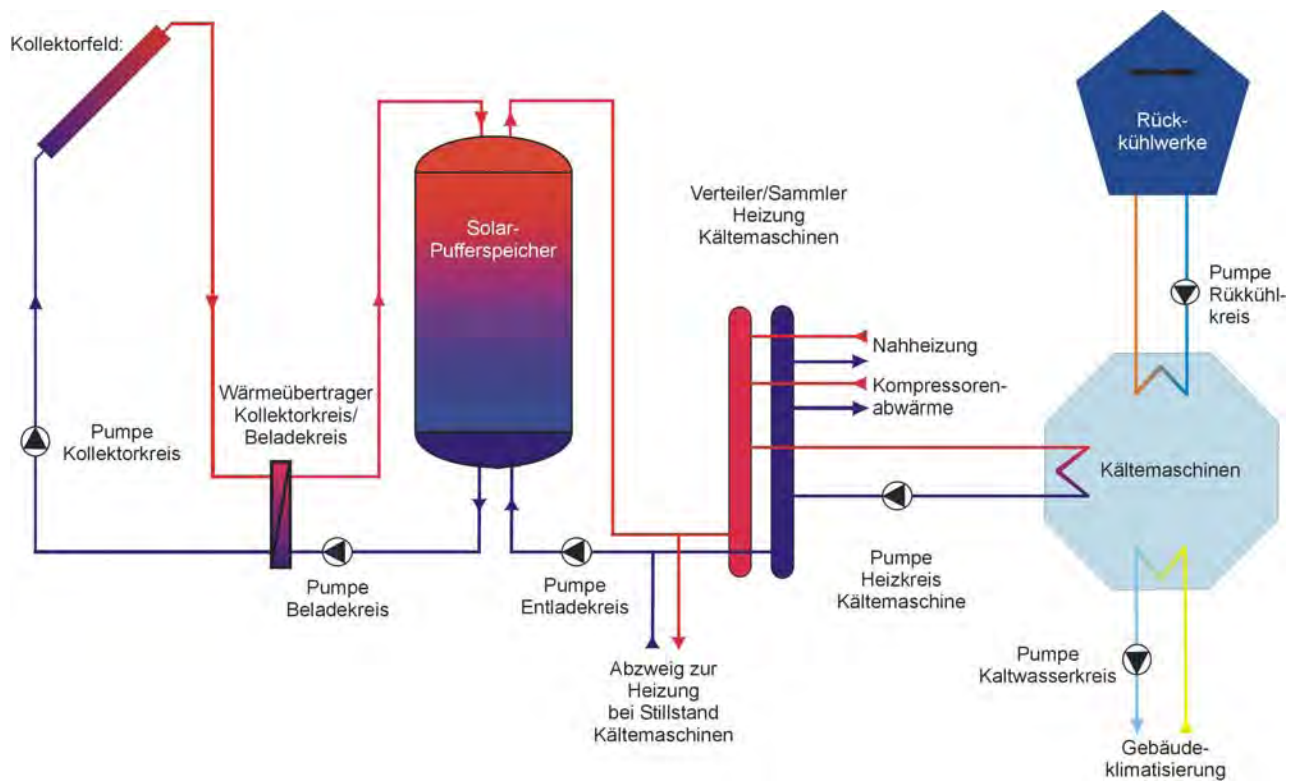


Bild 1: Prinzipschaltbild der solar unterstützten Klimatisierung

Funktionsprinzip der Adsorptionskältemaschine

Bei einer Adsorptionskältemaschine (Bild 2) wird zur Kälteerzeugung wie bei einer Kompressionsmaschine im Verdampfer Flüssigkeit (hier Wasser) verdampft und die dafür benötigte Verdampfungsenthalpie der Umgebung entzogen und somit gekühlt. Damit das Wasser schon bei niedrigen Temperaturen in ausreichender Menge in die Gasphase über geht, wird in der Kältemaschine ein starker Unterdruck erzeugt. Das verdampfte Kältemittel adsorbiert auf dem Adsorptionsmittel (Silikagel). Die dabei frei werdende Kondensationswärme muß über eine Rückkühlung abgeführt werden. Ist das Silikagel mit Kältemittel beladen wird die Kammer in den Desorptionszyklus geschaltet. Hierbei wird das Silikagel auf $55^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$ erwärmt und das Wasser desorbiert vom Silikagel und wird im Kondensator der Kältemaschine wieder in die flüssige Phase überführt. Der Kondensator muß ebenfalls zum Abführen der Kondensationswärme rückgekühlt werden. Das kondensierte Wasser wird wieder dem Verdampfer zugeführt, womit der Kreislauf des Kältemittels geschlossen ist. Um einen kontinuierlichen Betrieb der Kältemaschine zu gewährleisten sind zwei Sorptionskammern notwendig, die sich abwechselnd im Adsorptions- und Desorptionszyklus befinden.

Auf Grund des niedrigen benötigten Temperaturniveaus eignen sich Adsorptionskältemaschinen gut für den Betrieb mit Wärme aus Solaranlagen. Der solare Nutzungsgrad hängt vom Temperaturniveau der Anlage ab und fällt bei niedrigen Temperaturen höher aus.

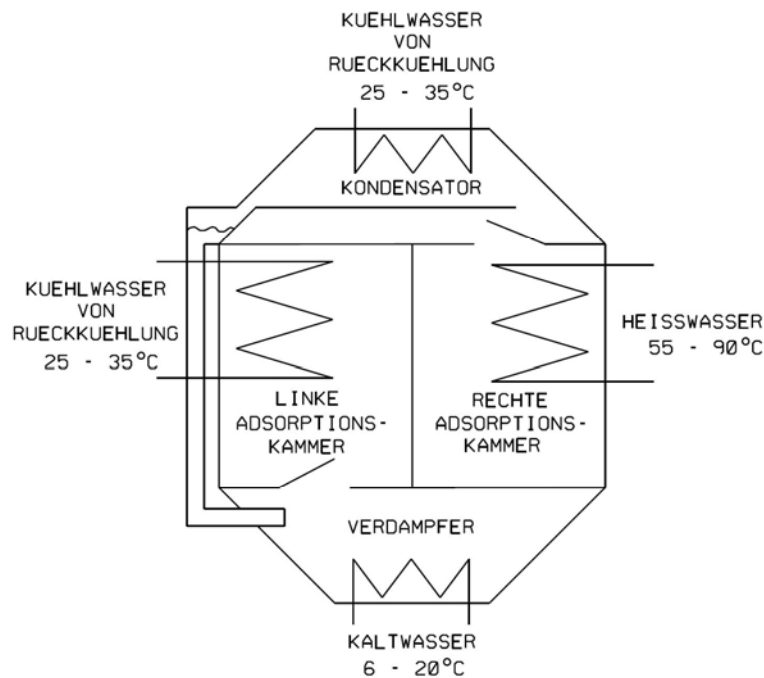


Bild 2: Schema einer Adsorptionskältemaschine

Antriebswärme für die Adsorptionskältemaschine

Um eine Adsorptionskältemaschine zu betreiben ist es möglich Wärme aus beliebiger Quelle zu nutzen. Im vorliegenden Fall werden die Kältemaschinen bisher mit Gaskesseln (ca. 5,6 MW) und Kompressorenabwärme (ca. 0,8 MW) bei einer Temperatur von ca. 60°C gespeist. Die Leistungsdaten der geplanten Solaranlage stehen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht fest.

Ein großer Vorteil für die Nutzung der Solarthermie als Wärmequelle für die Klimatisierung von Gebäuden ist die Gleichzeitigkeit von solarem Wärmeangebot und Kühlbedarf. So besteht der größte Kühlbedarf im Sommer tagsüber, dann wenn auch das größte solare Angebot zur Verfügung steht. Dadurch können Pufferspeicher entfallen bzw. kleiner dimensioniert werden als z.B. in Solaranlagen zur Heizungsunterstützung. Stagnationen wegen zu geringer Abnahme der Solarwärme werden weitgehend vermieden. Im Winter, wenn keine Klimatisierung benötigt wird, wird die Solarwärme in das Heizungssystem eingespeist. Dadurch kann ein niedrigerer Kilowattstunden-Preis erzielt werden als bei alleiniger Nutzung für die Klimatisierung bzw. Gebäudeheizung

Rolle der Hochschule Offenburg

Die Hochschule Offenburg begleitet das Projekt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISE in Freiburg seit Sommer 2006. Die Projektskizze wurde bewertet und eine Empfehlung zur Aufnahme in Solarthermie2000plus gegeben. Weitere Aufgaben werden die Beratung während der Planung, Erstellung und Inbetriebnahme eines Messtechnikkonzepts. Mit Hilfe zahlreicher Messensoren wird eine ständige Überwachung und Auswertung des Solar- und Kälteanlagenbetriebs durch die Hochschule Offenburg möglich. Es werden Bilanzen und Kennwerte der Solaranlage erstellt, mit deren Hilfe die Qualität des Systems bewertet werden kann und ggf. Optimierungs-

maßnahmen ausgearbeitet werden können. Die Hochschule Offenburg ist für Controlling und Qualitätsmanagement an der Solaranlage zuständig.

Die Begleitung und Vermessung solcher Solargroßanlagen soll Erkenntnisse über Möglichkeiten und Grenzen der thermischen Solarenergienutzung liefern. Erfahrungen mit solchen Demonstrationsanlagen sollen genutzt werden, um zukünftige Solaranlagen zur Kälteerzeugung noch effektiver umsetzen und betreiben zu können. Die solar unterstützte Klimatisierung soll in naher Zukunft auch aus wirtschaftlicher Sicht eine Alternative zum Einsatz konventioneller Kälteerzeugung mit Kompressionskältemaschinen darstellen und damit einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen leisten.

Literatur

- [1] Nick-Leptin, Joachim (2005). Political framework for research and development in the field of renewable energies, International Conference Solar Air conditioning, Staffelstein 2005.