

Konzentrierende Solarthermie-Anlagen

W. Wilming, Ahaus

Die Idee, Sonnenstrahlen zu konzentrieren, um so eine größere Energieernte einfahren zu können, lässt sich sowohl bei der Strom- und Prozesswärmeerzeugung als auch bei solarer Klimatisierung sowie Raum- und Schwimmbadbeheizung realisieren. Für diese Anwendungsbereiche stehen Hochtemperatur- und Niedertemperaturtechnologien mit Parabol- und Fresnelkollektoren als ausgereifte Lösungen zur Verfügung (Tafel 1). Im Niedertemperaturbereich werden zurzeit auch Flachkollektoren mit Reflektoren getestet.

1 Konzentrierende Hochtemperatursysteme

Die größte Aufmerksamkeit im Energiesektor zieht zurzeit die Stromerzeugung mit Hilfe konzentrierender Solarthermiesysteme auf sich – dank der Berichterstattung über die Solarkraftwerke Andasol 1 und 2 im spanischen Andalusien, die mit einer Leistung von je 49,9 MW umweltfreundlichen Strom für rund eine halbe Millionen Menschen liefern und rund 450 000 t Kohlendioxid pro Jahr einsparen (Andasol 3 ist im Bau). Auch das Wüstenprojekt Desertec wird immer wieder genannt, wenn es um Solarkraftwerke der Zukunft geht. Neben elektrischem Strom lässt sich mit der CSP-Technologie (CSP steht für Concentrated Solar Thermal Power) aber auch thermische Energie generieren. Das Potential ist groß – etwa ein Fünftel des europäischen Endenergiebedarfs entfällt auf industrielle Prozesswärme.

Bei der CSP-Technologie geht es darum, einfallende Sonnenstrahlung zu konzentrieren und auf ein Rohr (Receiver) zu lenken, das in der Brennlinie eines Spiegels liegt. Bei einem Parabolrinnenkraftwerk beispielsweise erhitzen die von einem Parabolspiegel konzentrierten Strahlen eine Wärmeträgerflüssigkeit auf bis zu 450 °C, die dann ihrer

seits eine Prozesswärmegewinnung in Gang setzt oder in einem Kraftwerksblock Dampf für den Antrieb einer Turbine zur Stromgewinnung erzeugt (Bild 1). An Stelle der Parabolspiegel lassen sich aber auch flache Glasspiegel einsetzen. Solchermaßen ausgestattete Systeme sind als Fresnelkollektoren bekannt und ebenfalls schon im Einsatz (Bild 2). Sie sind – wie Parabolkollektoren auch – typische Spiegelsysteme für die Aufheizung einer Wärmeträgerflüssigkeit auf ein hohes Temperaturniveau.

Als weitere Möglichkeit, ein Wärmeträgermedium auf hohe Temperaturen zu bringen, hat sich in der jüngsten Vergangenheit die Turmtechnologie in den Mittelpunkt des Interesses geschoben. Sie wurde allerdings weltweit erst in wenigen Projekten realisiert (seit Mitte 2009 auch in Jülich). In solchen Solarturmkraftwerken wird die Sonnenstrahlung durch ein großes Feld einzeln nachgeführter flacher Planspiegel auf einen Turm fokussiert.

Ein dort angebrachter Strahlungsempfänger absorbiert die Strahlungsenergie und gibt sie, wie bei allen CSP-Anlagen, an ein Wärmeträgermedium ab. Bereits in Betrieb befinden sich außerdem Anlagen mit Parabolspiegeln, die einen Stirlingmotor antreiben. Diese sogenannten Dish-Stirling-Systeme werden vorrangig als kleine Erzeugungseinheiten ausgeführt und dann zu Großanlagen zusammengeschaltet. Die Leistung eines einzelnen Dish-Stirling-Systems liegt zwischen 5 und 50 kW.



Besuchen Sie uns auf der Messe **Security Essen 2010** vom 5. bis 8. Oktober. Denn hier erwarten Sie so viele Winkhaus Neuheiten wie noch nie, z.B. die neue Generation der elektronischen Zutrittsorganisation mit virtuellem Netzwerk und die neuen mechanischen Schließsysteme. Herzlich willkommen auf unserem **Messestand in Halle 3, Stand 711!**

Wir freuen uns auf Ihren Messebesuch!



5.–8. Oktober 2010
Halle 3, Stand 711

Tafel 1 Anwendungsbereiche für konzentrierende Solarkollektoren

Temperatur [°C]	Anwendung
> 450	Stromerzeugung
250 ... 450	Stromerzeugung, Prozesswärme
150 ... 250	Prozesswärme, solare Kühlung, dezentrale Stromerzeugung
80 ... 150	solare Kühlung, Niedertemperatur-Prozesswärme



1 Parabolspiegel in einem Solarkraftwerk in Kalifornien Foto: Solar Millennium

2 Konzentrierende Niedertemperatursysteme

CSP-Kraftwerke haben heute in der Regel eine Leistung von mindestens 10 MW_{el}, kleinere Anlagen kamen bisher aus technischen und ökonomischen Gründen kaum in Frage. Mittlerweile sind Entwickler jedoch zunehmend der Meinung, dass sich ein Einsatz von Einheiten kleinerer und mittlerer Leistung mit niedrigeren Temperaturen durchaus lohnen könnte, vor allem bei einer kombinierten Nutzung von Wärme, Kälte und Elektrizität.

Auch konzentrierende Niedertemperatursysteme arbeiten größtenteils mit Parabol- und Fresnelkollektoren. Es gab jedoch auch Untersuchungen, die den Einsatz von Flachkollektoren mit angebauten Spiegeln prüfen und bewerten sollten (Bild 3). Das BMU förderte diese Arbeiten mit dem Ziel, einen „leistungssteigerten Flachkollektor mit Reflektoren für die Gewinnung von Prozesswärme bis 150 °C“ zu entwickeln. Das Projekt endete Ende Juli 2010, abschließende Ergebnisse lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor. Wie die folgenden Anwendungsbeispiele zeigen, stehen zurzeit noch die aus der Hochtemperaturtechnik bekannten Spiegelsysteme im Vordergrund.

3 Prozesswärme für die Industrie

Die Prozesswärme macht etwa zwei Drittel des Energiebedarfs der Industrie aus; ein Großteil davon liegt im Temperaturbereich zwischen 100 und 200 °C. Auf diesen riesigen Markt konzentriert sich unter einigen anderen Unternehmen die Freiburger Fa. Mirroxx, ein Spin-Off im Umfeld des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE. Sie entwickelt und produziert Fresnelkollektoren – linienfokussierende Systeme, bei denen mehrere einachsige nachgeführte Primärspiegelstreifen das Sonnenlicht auf ein Vakuumabsorberrohr konzentrieren (Bild 4). Die auf diese Weise gewonnene thermische Energie lässt sich beispielsweise in Produktionsprozessen der Lebensmittel-, Getränke- und Textilindustrie sowie für Kühlungs- und Klimatisierungsaufgaben in Gebäuden einsetzen. „Mit der thermischen Leistung von rund 50 kW bis zu einigen MW schließen solche Anlagen die Lücke zwischen kleinen Solarkollektoren und solarthermischen Großkraftwerken“, heißt es bei Mirroxx. Allerdings ist die Anwendung – das gilt übrigens zurzeit noch für alle konzentrierenden Systeme – weitgehend auf sonnenreiche Breitengrade beschränkt. Anlagen mit konzentrierenden Kollektoren wie die von Mirroxx eignen sich auch für den Antrieb von Absorptionskältemaschinen, die zum Beispiel Kälte für die Klimatisierung von großen Gebäuden bereitstellen, und – bei Temperaturen von bis zu 400 °C – für den Antrieb von ORC-Turbinen oder Dampfmaschinen für die Stromerzeugung.



2 CSP-System mit Fresnelspiegeln

Foto: Ferrostaal/de Riese



3 Flachkollektor mit Reflektoren

Foto: Fraunhofer ISE

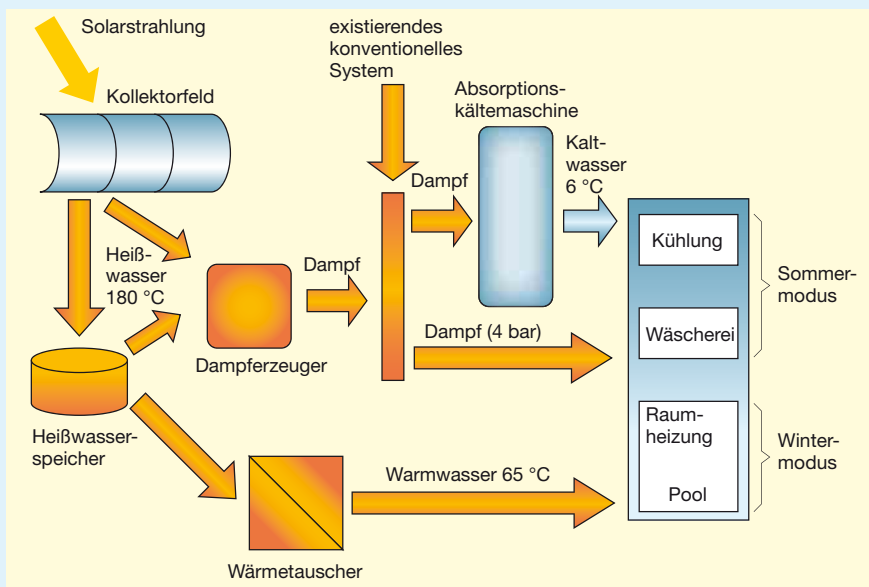


4 CSP-Anlage aus Fresnelkollektoren

Foto: Mirroxx

5 CSP-Anlage mit Parabolkollektoren für die solare Klimatisierung eines Hotels an der südlichen Mittelmeerküste in der Türkei

Foto: Solitem



6 Schema einer Anlage zur Klimatisierung, Prozesswärmegewinnung sowie Raum- und Poolbeheizung

Quelle: Solitem

**Doppelter Vorteil:
Hohe Qualität,
besserer Preis!**

**1 von 3 attraktiven
Beigaben inklusive**

Aktionszeitraum: 01.09.–31.12.2010



Fluke 1653B
Installationstester für Prüfungen
nach DIN VDE 0100

Fluke 6500
Gerätetester für Prüfungen
nach DIN VDE 0701-0702

**Besuchen Sie uns auf der
belektro 2010, Halle 1.1, Stand 125**

**Gleich informieren:
www.fluke.de/extra**

Fluke Deutschland GmbH
In den Engematten 14 · 79286 Glottertal
Telefon: +49 (0) 222 22 02 05
Telefax: +49 (0) 222 22 02 06
E-Mail: info@fluke.nl
Internet: www.fluke.de

**4 Solare Kühlung, Heizung
und Stromerzeugung**

Die Fa. Solitem untersuchte die betrieblichen und energiewirtschaftlichen Aspekte der solaren Kühlung mit Parabolkollektoren. Beim diesem Thema sei eine ausgeprägte Euphorie zu beobachten, heißt es dort, denn die Chance der zeitgleichen Nutzung von Angebot (Wärme) und Nachfrage (Kälte) erscheine für die Solarenergie nirgends so groß wie bei der solar angetriebenen Kühlung. Solitem hat ihren Hauptsitz in Aachen und Tochterunternehmen in der Türkei und in den USA. Das Unternehmen bietet neben Lösungen für die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, die solare Prozesswärmegewinnung und -nutzung sowie für den Antrieb von Mikroturbinen auch Anlagen für die solare Klimatisierung.

„Für die solare Kälteerzeugung kommen nur thermisch mit Hochtemperatur angetriebene Kälteprozesse in Frage“, schreibt Solitem's Marketingmanager Alexander Mager. „Sie haben einen zwei- bis dreifach höheren Ertrag als Niedertemperatur-Lösungen.“ Als Abnehmer für die Kälte sieht er in erster Linie Klimaanlagen. Diese verfügten nach seinen Worten über einen Lastgang, der oftmals mit dem zeitlichen Verlauf des Solarenergieangebotes zusammenfalle. Zur Versorgung von Raumklimaanlagen werden ausschließlich Maschinen mit dem Stoffpaar Wasser/Lithium-Bromid eingesetzt; als Kältemittel dient Wasser. „Einstweilen ist die Klimatisierung von Gebäuden das Hauptziel für den Einsatz von solar betriebenen Kälteanlagen“, erklärt Mager. Doch nicht nur die Maschine, sondern auch die Auswahl der Kollektoren spiele eine große Rolle. Die Klimatisierung von Gebäuden verlange nämlich eine Kollektorbauform, die für die Dachmontage geeignet sei. Mager beschreibt die weiteren Anforderungen: „Es muss eine geeignete Kollektorgeometrie gefunden werden. Das entscheidende Maß ist die Kollektorbreite, das heißt die Länge der das Parabelstück überspannenden Sehne. Diese wird als Aperturbreite bezeichnet.“ Neben den rein geometrischen Merkmalen müsse eine Vielzahl von weiteren elementaren Konstruktionsmerkmalen beachtet werden, betont Mager, beispielsweise die Art der reflektierenden Schicht, die Konstruktion des Kollektors im Hinblick auf Fertigung und Stabilität und nicht zuletzt die Frage der Kollektornachführung.

Als Anwendungsbeispiel beschreibt Mager eine Anlage für die solare Klimatisierung mit Parabolrinnenkollektoren in einem Hotel an der südlichen Mittelmeerküste in der Türkei (Bild 5). Nach einer Bedarfsanalyse entschied man sich für ein System bestehend aus einem sekundären Dampferzeuger und einer dampfbeheizten zweistufigen Absorptionskältemaschine. Mit dieser Anlage können im Sommermodus neben der Kälteanlage andere Hochtemperatur-Wärmeverbraucher mit solar erzeugtem Dampf versorgt werden.

Im Winterbetrieb wird Warmwasser für die Raumheizung und das Schwimmbad bereitgestellt. Das Grundschema dieses Systems ist in Bild 6 dargestellt.

Die Parabolrinnenkollektoren versorgen einen Heißwasserkreislauf mit Solarwärme mit einem Temperaturniveau von 155/180 °C. In diesem Primärkreislauf befindet sich auch ein Heißwasserspeicher, der eine zeitliche Entkopplung von Wärmegewinn und Wärmeabgabe ermöglicht, was für die zeitlich ungleich auftretenden Bedarfsverläufe von entscheidender Bedeutung ist. Der Heißwasserkreislauf gibt die Wärme an einen Dampferzeuger ab, der Sattdampf mit 4 bar (abs.) und einer Temperatur von etwa 144 °C erzeugt. Dieser Dampf wird in den Dampfverteiler des bereits vorhandenen Dampfnetzes eingespeist. Von dort aus wird auch die zweistufige Absorptionskältemaschine versorgt. Der Solardampf verdrängt fossil erzeugten Dampf und führt zu einer erheblichen Brennstoffkosteneinsparung. Bei den drastisch steigenden Brennstoffpreisen eröffnen sich somit für die Solartechnik neue Möglichkeiten. Unter den genannten Bedingungen erweist sich die Kombination aus Solarkälte- und Solardampfnutzung als ein betriebswirtschaftlich sehr interessantes Optimierungsgebiet. Je nach Lage der Strompreise einerseits und der Brennstoffpreise andererseits kann der Schwerpunkt der Nutzung gesetzt und betriebswirtschaftlich optimiert werden.

5 Fazit

Die Bekanntheit von CSP-Kraftwerken mit hoher Leistung und hohem Temperaturniveau resultiert aus den teilweise gigantischen Dimensionen solcher Anlagen und der Berichterstattung in den Medien. Dagegen sind CSP-Lösungen mit Leistungen von weniger als 10 MW und Temperaturen von 50 bis 200 Grad Celsius weniger geläufig. Doch das könnte sich dank umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeit bald ändern. Vor allem der kombinierten solaren Klimatisierung, Prozesswärmegewinnung sowie Raum- und Schwimmbadbeheizung für Hotels, Kliniken und anderen großen Gebäuden dürfte eine erfolgreiche Zukunft bevorstehen. Die Solartermie – ein schlafender Riese. ■

VOR ORT
6.–8. Oktober 2010
Belektro Berlin
Halle 4.1, Stand 122