

# Parabolrinnen für Prozesswärme – Projekte und Entwicklungen

Dirk Krüger\*, Klaus Hennecke und Sven Dathe

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V., Institut für Technische Thermodynamik,  
Solarforschung, Linder Höhe, 51147 Köln

---

## Zusammenfassung

Aufgrund zunehmender Nachfrage nach solarer Kühlung bzw. Prozesswärmebereitstellung im Temperaturbereich über 100°C wurden in den letzten Jahren Parabolrinnen- und lineare Fresnelkollektoren für diesen Anwendungsbereich entwickelt. Mittlerweile haben mehrere Firmen kommerzielle Kollektoranlagen in der Größenordnung von 100 bis einigen 1000 Quadratmetern errichtet, die eine große Bandbreite unterschiedlicher Anwendungen aufzeigen. Stand zunächst die Entwicklung einfacher und kostengünstiger Kollektorkonstruktionen im Vordergrund, geht es zukünftig um die Erschließung von Optimierungspotenzialen insbesondere durch verbesserte Spiegel und Receiver.

---

## 1 Einführung

Die Nachfrage nach solarer Kühlung und Wärme in einem Temperaturbereich über 100°C hat in den letzten Jahren eine Reihe von Firmen und Institute dazu veranlasst Parabolrinnenkollektoren oder Fresnelkollektoren zu entwickeln. Mehreren Unternehmen ist es gelungen ihre Anlagentechnik in kommerziellen Projekten einzusetzen und so das Stadium der Demonstration hinter sich zu lassen. Im Folgenden werden die jüngsten Anlagen kurz vorgestellt.

Der Bereich Industrial Solar Technology der Abengoa Solar (früher IST), USA stellt bereits seit 1990 Parabolrinnenkollektoren her. Die jüngsten Anlagen wurden in Cochise, Arizona und Modesto, Kalifornien errichtet, beide mit dem bekannten Kollektortyp „PT-1“. Auf dem Universitätsgelände in Cochise wurden 634m<sup>2</sup> Parabolrinnenkollektoren in 2006 zur Bereitstellung von Heizwärme und (über eine Absorptionskältemaschine) Klimatisierungskälte aufgestellt. Ein Tank mit 28.400 l dient zur Wärmespeicherung. In Modesto wird bis Juli 2008 ein Kollektorfeld mit 5065 m<sup>2</sup> Aperturfläche fertiggestellt, die erste Hälfte wurde bereits in Betrieb genommen. Es wird mit Druckwasser bis zu 249°C betrieben, um über einen Dampferzeuger Satttdampf bei 21 bar (ca. 215°C) für eine Lebensmittelproduktion bereitzustellen<sup>[1]</sup>.

Die PSE AG hat einen Fresnelkollektor mit Vakuumreceiver entwickelt, der inzwischen in drei Projekten zur Kälteerzeugung eingesetzt wird. Bei Robur, Bergamo liefern seit 2006 132 m<sup>2</sup> Kollektorfläche Wärme an zwei Wasser/Ammoniak Absorptionskältemaschinen bei Temperaturen zwischen 160°C und 200°C. In Sevilla wurde das Kollektorfeld (352 m<sup>2</sup>) ebenfalls auf einem Dach aufgestellt und diesmal mit einer zweistufigen, 174 kW Lithium-Bromid Absorptionskältemaschine mit integriertem Gasbrenner verknüpft, die einen hohen COP von bis zu 1,3 gemäß Firmenangaben aufweist<sup>[2]</sup>. Ein weiteres Feld (88 m<sup>2</sup>) wurde in Grombalia, Tunesien aufgestellt, diesmal wieder i.V. mit einer Wasser/Ammoniak Absorptionskältemaschine. Diese liefert Prozesskälte für eine Weinproduktion<sup>[3]</sup>.

Die jüngsten Projekte der Firma Solitem erschließen verschiedene Anwendungen. Drei Parabolrinnenanlagen in Gebze, Antalya und Istanbul (alle Türkei) mit 324 m<sup>2</sup>, 432 m<sup>2</sup> und 1080 m<sup>2</sup> Kollektorfläche sind für den Betrieb mit Druckwasser bei 155°C/180°C vorgesehen. Die Solarwärme wird zum Antrieb einer Kältemaschine verwendet und vor allem im Winterhalbjahr für Warmwasser oder Heizung eingesetzt. Während in Gebze die Inbetriebnahme in 2007 erfolgte, ist sie für Antalya und Istanbul für 2008 vorgesehen<sup>[4]</sup>. Ebenfalls noch in 2008 wird eine durch das BMU geförderte 108 m<sup>2</sup> große Kollektoranlage mit Direktverdampfung bei der Firma Alanod in Ennepetal errichtet werden. Der Satttdampf wird in eine 3 barü (143°C) Dampfschiene zur Versorgung einer Produktionsstraße gefördert<sup>[5]</sup>. Schließlich plant Solitem den Bau eines 1152 m<sup>2</sup> Solarfeldes in Tasus, Türkei für einen Lebensmittelbetrieb. Es wird bei 175°C/190°C mit Druckwasser betrieben, um über einen Wärmetauscher Dampf bei 6 bar für die Produktion bereitzustellen. Alternativ kann die Heißwasserversorgung beschickt werden<sup>[4]</sup>.

Mit ihren Anlagen zur solarthermischen Stromerzeugung in einer Größenordnung von einigen hundert Quadratmetern erschließt Solarlite ein weiteres Feld für die Anwendung von Parabolrinnenkollektoren. Bei dieser Leistungsgröße kann die Abwärme der Turbine z.B. für Industriebetriebe genutzt und evtl. sogar auf eine zusätzliche Rückkühlung verzichtet werden. Bei einem in Woltow bei Rostock in 2007 errichteten Solarfeld mit 511 m<sup>2</sup> wird so neben einem Dampfschraubenmotor eine Fischzucht versorgt. Durch eine zusätzliche Biomasseverbrennung kann der Motor kontinuierlich betrieben werden. Ein ähnliches Konzept, auch mit Direktverdampfung, wird in einer Anlage in Thailand mit 208 m<sup>2</sup> Kollektorfläche verfolgt.

\* Korrespondenzautor: Telefon:02203-601 2661; Fax:02203-601 4141; e-mail: dirk.krueger@dlr.de

## 2 Resultate

Die oben genannten Kollektorfelder der deutschen Hersteller wurden bisher nicht von unabhängigen Instituten untersucht. Lediglich für die Anlagen in Sevilla und Grombalia (beide PSE) und Ennepetal (Solitem) sind entsprechende Messkampagnen geplant.

Die Größe einiger Kollektoranlagen zeigt jedoch, dass sie für die Käufer mehr als nur einen Werbeeffect erzielen sollen. Dies und die Unterstützung der Entwicklung von Projekten bei Solitem, Solarlite und Abengoa Solar IST durch den Eintritt von finanzstarken Investoren, lässt auf ein Wachstum der solaren Prozesswärmeaktivitäten hoffen.

Dafür müssen die Kosten der Solarwärme weiter gesenkt werden und die Qualität der immer noch jungen Anlagentechnik optimiert werden. In der Vergangenheit hat sich beim Bau kleiner Anlagen (ca. 200m<sup>2</sup>) gezeigt, dass der Aufwand für die Anlagenperipherie des Solarfeldes bis zur Hälfte der Investitionskosten ausmachen kann, wenn nicht Niedertemperaturtechnik („Haustechnik“) verwendet wird. Die verschiedenen Anwendungen erfordern zudem jeweils eine individuelle, aufwändige Anlagenplanung, weniger das Solarfeld als die Anlagenperipherie betreffend. Dabei ist berücksichtigen, dass die Unternehmen, abgesehen von Abengoa Solar IST, erst eine Handvoll Anlagen errichtet haben. Mit weiteren Anlagen von mehreren 100 m<sup>2</sup> oder größer können daher die Kosten für Solarwärme noch erheblich verringert werden.

Da Solarwärme weltweit, wenn überhaupt, nur gering gefördert wird, können die Hersteller lediglich über weitere Kostenreduktion die Wettbewerbsfähigkeit erreichen. So z.B. indem Angebotsanfragen schneller und mit weniger Aufwand mit dem am DLR entwickelten Werkzeug „Greenius“ beantwortet werden. Aber auch die Steigerung der Kollektorserträge kann die Wirtschaftlichkeit der Anlagen verbessern. Vergleicht man den Jahresertrag eines typischen Prozesswärmekollektors mit dem der heute in solarthermischen Kraftwerken eingesetzten Parabolrinnentechnologie, wird das mit bereits verfügbarer Technologie prinzipiell erreichbare Verbesserungspotenzial deutlich (Abb.1).

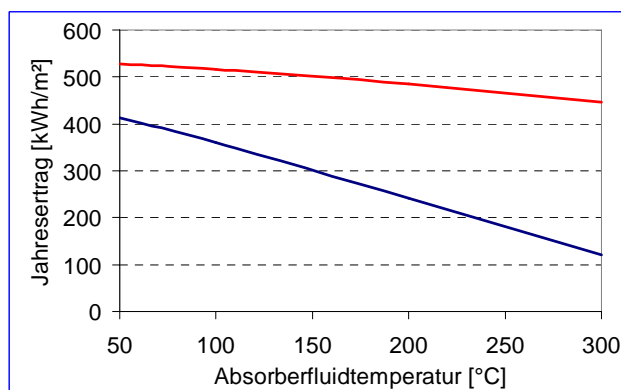


Abb. 1: Simulierter Jahresertrag/m<sup>2</sup> eines Prozesswärmekollektors (unten) und eines Kraftwerkskollektors (oben) mit dem Testreferenzjahr Würzburg

Bei der Entwicklung der Prozesswärmekollektoren standen zunächst die kostengünstige Fertigung und der robuste, modulare Aufbau im Vordergrund. Wegen der einfacheren Formgebung werden Reflektoren aus Aluminiumblech mit Frontverspiegelung und Polymerschutzbemalung eingesetzt. Die Einbußen im optischen Wirkungsgrad betragen dadurch ca. 7 %-Punkte gegenüber Glasspiegeln mit Silberbeschichtung. Receiver für den Kraftwerkseinsatz sind evakuiert und mit Antireflexbeschichtungen ausgestattet. Beides steht für die Prozesswärmekollektoren noch nicht zur Verfügung, da der Aufbau entsprechender Fertigungsanlagen für die bisher geringen Produktionskapazitäten wirtschaftlich nicht realisierbar wäre. Allein die Antireflexbeschichtung bietet das Potenzial, den Kollektorwirkungsgrad um ca. 3 %-Punkte zu steigern. Als Alternative zum relativ teuren Vakuumreceiver bietet sich bei den üblichen Anwendungstemperaturen für Prozesswärmekollektoren auch eine Erhöhung der Konzentration bzw. Reduzierung des Absorberdurchmesser an. Dies erfordert jedoch verstärkten Aufwand für eine steifere Kollektorkonstruktion mit geringeren Toleranzen, sorgfältigere Installation sowie präzisere Nachführung.

## 3 Zusammenfassung und Ausblick

Der Bau mehrerer Anlagen mit insgesamt über 10.000 m<sup>2</sup> konzentrierenden Kollektoren zwischen 2006 und 2008, sowie das Engagement von großen Firmen lässt auf einen weiteren Aufschwung der solaren Prozesswärme hoffen. Untersuchungen der errichteten oder zukünftiger Anlagen durch unabhängige Institute sind wünschenswert, um den Solarfeldertrag zu optimieren und vor allem die technische Weiterentwicklung und optimale Einbindung der Kollektoren zu unterstützen. Technische Entwicklungen und können den Ertrag der

Kollektoren noch erheblich verbessern, insbesondere durch verbesserte Spiegel und Receiver mit Vakuum und Antireflexbeschichtung.

## Literatur

<sup>[1]</sup> Pers. Mitteilung Abengoa

<sup>[2]</sup> Häberle, A; u.a.; Practical experience with a linear concentrating fresnel collector for process heat applications, Solar Paces, 14<sup>th</sup> Solar PACES International Symposium on Solar Thermal Concentrating Systems, Las Vegas, 2008

<sup>[3]</sup> Pers. Mitteilung PSE

<sup>[4]</sup> Pers. Mitteilung Solitem

<sup>[5]</sup> Hennecke, K.; u.a.; The P3 Demonstration Plant: Direct Steam generation for Process Heat Applications, Solar Paces, 14<sup>th</sup> Solar PACES International Symposium on Solar Thermal Concentrating Systems, Las Vegas, 2008