

Vakuum-Flachkollektoren für solare industrielle Prozesswärme bis 250 °C

Die Sonne scheint auch für die Industrie

Das Vakuum vermindert die Verluste und erhöht den solaren Ertrag des Flachkollektors. Dank den hohen Temperaturen findet diese neue Entwicklung auch Eingang bei industriellen Prozessen. Mit ersten Demonstrationsanlagen wird nun die Funktionalität untersucht.



Cristoforo Benvenuti (rechts). Erfinder des Vakuum-Flachkollektors, zusammen mit Adriano Guzzo, Direktor von Colas Genf. (Foto: Colas)

Können auch flache Sonnenkollektoren hohe Betriebstemperaturen erreichen? Für Cristoforo Benvenuti ist diese Frage schon lange beantwortet. Bereits während seiner Tätigkeit als Physiker am CERN in Genf hat er sich mit Solartechnologien und mit Hochleistungs-Vakuumtechnik befasst. Diese stellt eine wichtige Voraussetzung für hohe Temperaturen und damit einen hohen solaren Ertrag dar. So entwickelte er schon in den 1970er-Jahren einen Flachkollektor auf der Grundlage der Vakuumtechnik. «Der Weg war klar vorgezeichnet – die thermischen Verluste mussten minimiert werden», sagt heute Cristoforo Benvenuti. Entsprechend gebaute Prototypen wurden auf einem CERN-Gebäude installiert und getestet.

Vakuum als Basis für mehr Leistung

In der Zwischenzeit haben Vakuumröhrenkollektoren im Markt Eingang gefunden und dienen heute weltweit als leistungsstärkere Variante des konventionellen Flachkollektors zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung im Wohnbereich. Sogar eine erste industrielle Anwendung konnte in der Schweiz durch die Unterstützung des Bundesamts für Energie (BFE) Anfang 2010 bei der Fischer Kerzen AG in Root LU realisiert werden. Das Temperaturniveau der Röhrenkollektoren ist für diese prozesstechnische Anwendung optimal.

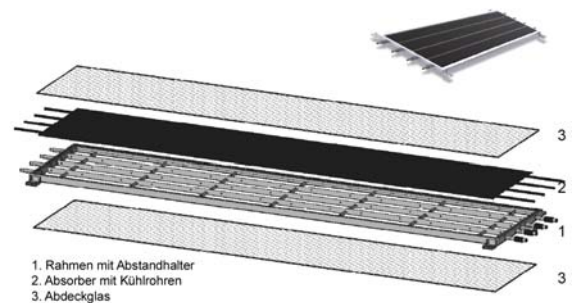
Im Rahmen des Technologietransfers am CERN wurde für Cristoforo Benvenuti schliesslich eine neue Tür geöffnet. Seine Erfindung eines flachen Vakuumkollektors konnte durch die Gründung der SRB Energy Research in Genf ab 2005 umgesetzt werden. Nun erfolgten die weiteren Entwicklungsarbeiten in diesem Unternehmen. Und die Fertigung wird heute im spanischen SRB-Betrieb in Almussafes bei Valencia durchgeführt.

Dichte Verbindung von Glas und Metall

Der SRB-Flachkollektor weist ein extremes Vakuum von bis zu 10^{-9} Torr ($1,33 \times 10^{-7}$ Pa) auf. Die dadurch bewirkte Druckbelastung des Gehäuses entspricht einem Gewicht von etwa 10 Tonnen pro m^2 . Mit einem Stahlrahmen und zusätzlichen Abstandelementen zwischen den beiden Glasscheiben wird diesem Druck entgegen gehalten. Wesentliche technologische Hürde war die dichte Verbindung von Glas und Metall bei einem solch starken Vakuum. Diese kritische Schnittstelle, welche für die Funktion des Kollektors über einen langen Zeitraum von grosser Bedeutung ist, wurde durch Forschungsaktivitäten am CERN vorbereitet. Durch das Vakuum wird eine ausserordentliche thermische Isolierung ermöglicht, sodass die Verluste minimiert werden können. Eine im Kollektor integrierte, solar betriebene Getter-Pumpe dient zur Aufrechterhaltung des Vakuums über die gesamte Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren.

Cristoforo Benvenuti: «Unser Ziel war stets, im Vakuum eine möglichst hohe Absorptionsfähigkeit zu erreichen und die Abstrahlung zu vermindern. Beim Absorber geht es um die Selektivität, also hohe Absorption des sichtbaren Sonnenlichts und gleichzeitig geringer Emission der Infrarotstrahlung.» Der Kollektor zeichnet sich durch ungefähr 90% Absorption und weniger

Jürg Wellstein



Aufbau des Vakuum-Flachkollektors von SRB Energy Research. (Grafik: SRB)

Demonstrationsanlage bei Colas in Genf mit 20 Kollektoren und den damit erwärmten Bitumen-Tanks im Hintergrund.
(Foto: Colas)



als 3,5% Verluste aus. Er erreicht dank diesen Eigenschaften eine Stagnationstemperatur von 320°C und arbeitet im Betriebstemperaturbereich von bis zu 250°C. Da der Kollektor ohne fokussierende Elemente auskommt, kann auch diffuses Licht verwendet werden. Diese hat in Mitteleuropa einen Anteil von über 50% und bietet somit eine Chance für eine stärkere Verbreitung der Sonnenenergienutzung. Werden zusätzlich zwei zylindrische Spiegel beidseits auf der Rückseite angefügt, verdoppelt sich die von der Rückseite aufgenommene Energie. Es erhöhen sich damit die Stagnationstemperatur auf bis zu 450°C und der Betriebstemperaturbereich auf deutlich über 250°C. Auf diese Weise erreicht man Anwendungsmöglichkeiten bei industriellen Prozessen und verfahrenstechnischen Anlagen. Weil keine Konzentration der Sonneneinstrahlung nötig ist, lässt sich eine zylindrische Formgebung für diese Spiegel wählen.

Erster Einsatz in Genf

Das Schweizer Strassenbauunternehmen Colas mit Sitz in Lausanne ist bei seinem Produktionsbetrieb in Genf darauf angewiesen, das gelagerte Bitumen-Mischgut für Fahrbahnbeläge in den Tanks auf einer Temperatur

von rund 180°C zu halten. Im Zusammenhang mit der 2004 unterzeichneten Zielvereinbarung des Bundes zur Reduktion der CO₂-Emissionen untersuchte man im Unternehmen verschiedene applizierbare Massnahmen. Die Sonnenenergienutzung war eine nahe liegende Option, doch die nötigen Temperaturen und Leistungen waren mit der damals zur Verfügung stehenden Technik nicht erreichbar gewesen. Als der Kontakt zu Cristoforo Benvenuti entstand, sah man bei Colas eine neue, interessante Chance. Im Frühling 2010 konnte nun in Genf eine Demonstrationsanlage mit 20 Vakuumkollektoren installiert werden. Diese Kollektoren sind in vier Gruppen angeordnet und jeweils hydraulisch in Serie verbunden. Unterstützt wurde das Projekt durch diverse Partner, u. a. die Energiefachstelle des Kantons Genf, der Industriellen Werke Genf (SIG), den Genfer Ausschuss für neue erneuerbare Energie Cogener und das Bundesamt für Energie (BFE).

Substitution fossiler Energie

Die Sonnenenergie dient heute der Erwärmung der in den 9 Meter hohen und 3,4 Meter dicken Tanks vorhandenen 80 000 Liter Inhalt. Bisher war ausschliesslich eine Erdgasfeuerung mit 700 kW Leistung im Einsatz. Mit dieser Sonnenkollektoranlage werden bei Colas jährlich sechs Tonnen CO₂ substituiert.

Das Wärmeträgeröl zirkuliert durch die vier Absorber jedes Flachkollektors, wird erhitzt und schliesslich zu den Wärmetauschern geleitet, welche in den Tanks integriert sind. Die Vorlauftemperatur beträgt zwischen 180 und 190°C, der Rücklauf zwischen 160 und 170°C. Pro Sekunde wird ca. 0,4 kg durch die Kollektoren gepumpt. Steigt die Temperatur aufgrund ver-

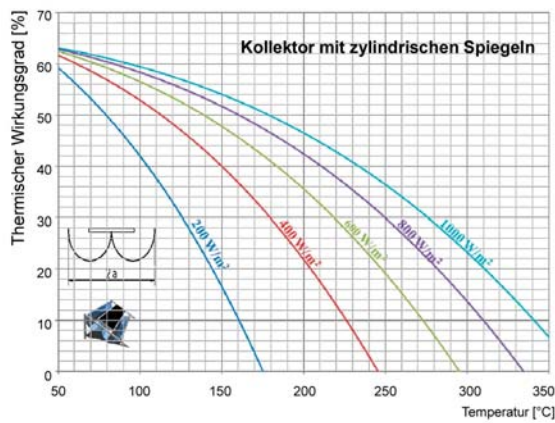
Kontakte

Dr. Cristoforo Benvenuti | **SRB Energy Research** | CH-1211 Genève | cbenvenuti@srbenenergy.com | www.srbenenergy.com

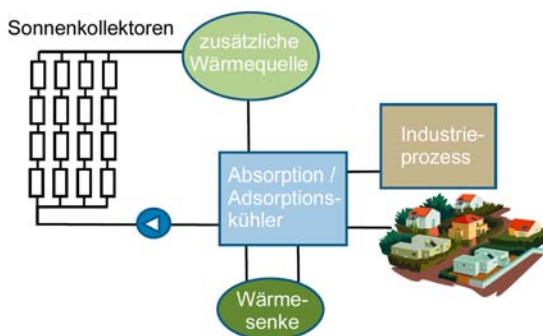
Colas Suisse SA | Marc Maranzana | CH-1010 Lausanne | www.colas.ch

BFE-Energieforschung:

Programmleiter Pierre Renaud | www.bfe.admin.ch/forschungindustriesolar



Mit den beiden zylindrischen Spiegeln wird die Einstrahlungsfläche verdoppelt und zusätzlich die Rückseite des Kollektors genutzt. Entsprechend erhöht sich der thermische Wirkungsgrad. (Grafik: SRB)



Die leistungsstarken Flachkollektoren können sowohl industrielle Prozesse als auch Nahwärmenetze für Wohngebäude mit Wärme versorgen. (Grafik: SRB)

stärkter Sonneneinstrahlung auf rund 210 °C wird der Durchfluss auf ca. 0,7 kg/s erhöht.

Der Ständer der bei Colas installierten Anlage ist nach 45° Ost ausgerichtet und weist eine Neigung von 5° auf. Die Maximalleistung liegt bei 38 kW und ergibt einen jährlichen Wärmeertrag von ca. 26 MWh.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten dank hoher Temperatur

Während der Vakuum-Flachkollektor in strahlungsarmen Standorten zur Unterstützung der Haustechnik eingesetzt werden kann, bietet er in sonnenreicheren Gebieten dank Temperaturen bis 200 °C industrielle Applikationen. Bereits in Planung sind weitere Anwendungen in Spanien: ein Färbereiofen (175 °C) einer Automobilfabrik, ein Kunststoff- und ein Textilverarbeitungsbetrieb (beide 190 °C).

Im Weiteren sind Anlagen möglich, mit welchen man Nahwärmenetze versorgen kann: Entweder für die Wärmelieferung von Wohngebäuden bzw. Quartieren oder im Sommer für Kühlaufgaben mit Hilfe von Absorptionskältemaschinen.

Sind die Einstrahlungsverhältnisse optimal, sodass mit konstant hohen Temperaturen gerechnet werden kann, ist technisch auch der Anschluss einer ORC-Turbine möglich. Die solare Stromproduktion ist mit diesen Vakuum-Sonnenkollektoren also eine realistische Option. ■