

Großanlagen und Solare Materialien

Karl-Heinz Funken*

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V., Institut für Solarforschung
Linder Höhe, 51170 Köln

Kurzzusammenfassung

Die Abteilung betreibt die Großanlagen des DLR Institutes für Solarforschung und hat das Ziel, internen (DLR) und externen (Industrie- und Forschungspartnern) Kunden Service auf höchstem Niveau zu liefern. In Köln-Porz werden der Hochflussdichte-Sonnenofen sowie der Hochleistungsstrahler betrieben. Mit deren Hilfe kann hochkonzentrierte optische Strahlung mit Bestrahlungsstärken bis zu ca. 5 MW/m² sowie Strahlungsleistungen von mehr als 10 kW bereit gestellt werden. In der Zukunft wird auch das solarthermische Versuchs- und Demonstrationskraftwerk Jülich (STJ) mit seiner Forschungsplattform auf halber Höhe des Solarturms als Großanlage betrieben. Außerdem beschäftigt sich die Abteilung mit grundlegenden Werkstoff-Fragen, die für Anwendungen in der solaren Strom-, Prozesswärme- und Brennstoffherzeugung zu beantworten sind.

1 Einführung und Ziele

Solarthermische Kraftwerke sind die wichtigste Option, Solarstrom zu erschwinglichen Kosten im Sonnengürtel der Erde zu erzeugen. Solare Stromgestehungskosten sind derzeit noch deutlich höher als die fossil erzeugten Stroms. Daher kommt der Kostenreduzierung größte Bedeutung zu. Mehr als 50 % der Kostenreduktion scheint durch Ergebnisse der Forschung und Entwicklung erreichbar. Die Verbesserung und der Zuverlässigkeitsnachweis von High-Tech-Komponenten, vor allem von Hochtemperatur-Receivern, sowie die Optimierung des Gesamtsystems stehen im Fokus des Interesses. Neben dem aufstrebenden Markt solarthermischer Kraftwerke ist für längerfristig zu erschließende Märkte die Vorsorgeforschung eine prominente Aufgabe der Großforschung; sie soll Machbarkeit und Skalierbarkeit von Verfahren nachweisen, die der Speicherung von Sonnenenergie in der Form synthetischer Kraftstoffe dienen. Die in Form chemischer Energieträger gespeicherte Sonnenenergie kann ort- und zeitunabhängig von ihrer Erzeugung insbesondere für Mobilitätszwecke eingesetzt werden.

2 Großanlagen

Für Forschung, Qualifizierung und Demonstration betreibt das Institut für Solarforschung mehrere Großanlagen. Ihre wesentliche Funktion ist die Bereitstellung hochkonzentrierter optischer Strahlung, die im Fall der Solaranlagen das von der Natur angebotene Spektrum und im Fall des elektrisch betriebenen Strahlers ein dem Sonnenlicht ähnliches Spektrum besitzt. Sowohl für die solarthermische Stromerzeugung als auch für die Gewinnung solarer Kraftstoffe sind Schlüsselversuche in großen Versuchs- und Demonstrationsanlagen auf dem Weg zur Hochskalierung von Komponenten und Verfahren unverzichtbar.

Der Hochflussdichte-Sonnenofen^[1] wurde seit dem Jahr 1994 in mehr als 160 Experimenten eingesetzt. Im Jahr 2007 wurde er um eine weitere Strahlungsquelle, den elektrisch betriebenen Hochleistungsstrahler^[2] ergänzt. In diesem Strahler können Dauerversuche unter stabilen Bestrahlungsbedingungen für Komponententests und Qualifizierungsaufgaben durchgeführt werden. In beiden Anlagen können die Betriebsbedingungen in weiten Bereichen an die Kundenwünsche angepasst werden:

- Bestrahlungsrichtung: horizontal und vertikal,
- Temperaturniveaus: 80 K bis > 2500 K,
- Strahlungsleistung: bis zu > 20 kW,
- Bestrahlungsstärken: wenige kW/m² bis > 5 MW/m²,
- Drücke in Messkammern: Umgebungs- und Überdruck, Hochvakuum bis < 10⁻⁴ mbar,
- Flussdichteprofil: Peak (z. B. 5 MW/m²) bis uniform (z. B. 36 kW/m² auf einer Fläche von 0,3 x 0,3 m²).

In der ersten Dekade seines Betriebes lag der Schwerpunkt der im Sonnenofen durchgeführten Experimente in der Entwicklung energieintensiver solar betriebener Hochtemperaturverfahren, die in der Grundstoff- und metallurgischen Industrie Anwendung finden können, oder in der solar photochemischen Herstellung spezieller Chemikalien sowie in der solaren Materialbehandlung^[3]. Derzeit werden schwerpunktmäßig Experimente aus folgenden Anwendungsbereichen durchgeführt:

- Grundlagenuntersuchungen sowie Verfahrenstechnik für die solare Erzeugung von Brennstoffen^[4],
- Komponententests für Receiver solarthermischer Kraftwerke^[5],
- Qualifizierungen von Komponenten für die Weltraumindustrie^[6].

Seit der Inbetriebnahme des solarthermischen Versuchs- und Demonstrationskraftwerks Jülich^{[7][8]} erfolgten dort Optimierungen sowohl der Komponenten als auch des gesamten Systems. Das STJ dient auch als Ausgangspunkt für die Planung einer skalierten Anlage gleichen Typs in Algerien^[9].

Auf halber Höhe des Solarturms des STJ haben die Projektpartner aus Industrie und Forschung (Kraftanlagen München GmbH, Stadtwerke Jülich GmbH, Solar-Institut Jülich der FH Aachen, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.) eine Forschungsplattform eingerichtet^[10]. Parallel zum Kraftwerksbetrieb können etwa 20% der Heliostate des STJ hochkonzentrierte Sonnenstrahlung mit einer Leistung bis zu 500 kW für Experimente zur Verfügung stellen. Der Laborraum der Forschungsplattform hat eine Grundfläche von 80m², ist 3 m hoch und besitzt eine 7 m x 3 m Öffnung zum Heliostatfeld und ist ausgestattet mit Strom-, Druckluft- und Wasserversorgung, Ventilations- und Kühleinrichtungen sowie Überwachungskameras. Auch im Hinblick auf den künftigen Experimentalbedarf stehen ein umfangreiches Datenerfassungs- und Speichersystem sowie vielfältige Messinstrumente und Sensoren zur Verfügung.

In der Arbeitsgruppe „Solare Materialien“ werden Werkstoff-Fragen rund um die solare Strom-, Prozesswärme- und Brennstoffherzeugung einer Beantwortung zugeführt. Im Vordergrund stehen funktionale Hochtemperaturwerkstoffe, die sowohl im Hinblick auf Umwandlungsprozesse Strahlung/Wärme (Hochtemperatur-Solarreceiver) als auch auf verwandte – nicht unbedingt solare – Themen (Spin-Off) untersucht und charakterisiert werden. Beispiele sind Partikelfilter für die Dieselmotor Abgasbehandlung und die poröse Brennkammerwand für Gasturbinen. Von besonderer Bedeutung ist die Beschreibung von Wärme- und Stoffübertragungsprozessen in Porenmaterialien durch numerische Modelle.

3 Danksagung

Der Sonnenofen wurde als eine Schlüsseleinrichtung des Themenfeldes „Solare Chemie und Solare Materialforschung der „Arbeitsgemeinschaft Solar NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW gebaut und betrieben.

Das Projekt „Solarthermisches Versuchskraftwerk Jülich“ wurde mit Unterstützung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes NRW sowie des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie gebaut.

Das Projekt „Forschungsplattform Solarturm Jülich - Infrastruktur und Grundausrüstung“ wurde gefördert vom Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW.

Literatur

^[1] Neumann, A.; Dibowski, G.; Groer, U., Der Sonnenofen der DLR Köln, in: (Hrsg.: Becker, M.; Funken, K.-H.) Solare Chemie und solare Materialforschung, C. F. Müller, Heidelberg, 1997, 1-27.

^[2] Dibowski, G.; Neumann, A.; Rietbrock, P.; Willsch, Chr.; Säck, J.-P.; Funken, K.-H., Der neue Hochleistungsstrahler des DLR – Grundlagen, Technik, Anwendung, in: F+E mit hochkonzentrierter Strahlung, 10. Kölner Sonnenkolloquium 21. Juni 2007, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, DLR, Köln.

^[3] AG Solar NRW (Hrsg.) Solare Chemie und solare Materialforschung, ISBN 3-89336-306-8.

^[4] z. B. Thomey, D.; Hüttner, S.; de Oliveira, L.; Säck, J.-P.; Rietbrock, P.; Roeb, M.; Sattler, Chr., Entwicklung eines Reaktors für die Schwefelsäurespaltung mit konzentrierter Solarstrahlung als Teil eines thermochemischen Kreisprozesses zur Wasserstoffherzeugung, in: Strom aus der Wüste, 13. Kölner Sonnenkolloquium 29. Juni 2010, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, DLR, Köln.

^[5] z. B. Schwarzbözl, P.; Jacob, Chr.; Bleiber, H.-G., Qualifizierung volumetrischer Absorber unter konzentrierter künstlicher Bestrahlung, in: Strom aus der Wüste, 13. Kölner Sonnenkolloquium 29. Juni 2010, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, DLR, Köln.

^[6] z. B. Brandel, A., VENUS EXPRESS Belastungstests im Sonnenofen des DLR, DLR Nachrichten 109 (2005) 84-87.

^[7] Hennecke, K.; Schwarzbözl, P.; Alexopoulos, S.; Hoffschmidt, B.; Götsche, J.; Koll, G.; Beuter, M.; Hartz, Th.; Solar Power Tower Jülich – The First Test and Demonstration Plant for Open Volumetric Receiver Technology in Germany, in: Proc. 14th Bienn. CSP SolarPACES Symp., Las Vegas, USA, March 4-7, 2008.

^[8] Hartz, Th.; Koll, G., Solarturm Jülich – Das erste solarthermische Versuchskraftwerk in Deutschland wird gebaut, in: Solare Turmkraftwerke, 11. Kölner Sonnenkolloquium 24. Juni 2008, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, DLR, Köln.

^[9] Hoffschmidt, B.; Koll, G.; Schrüfer, J., Mit dem Solarturm von Jülich nach Algerien, in: Strom aus der Wüste, 13. Kölner Sonnenkolloquium 29. Juni 2010, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, DLR, Köln.

^[10] Göhring, F.; Hennecke, K.; Hoffschmidt, B.; Schmitz, M.; Schwarzbözl, P., 500kW-Forschungsplattform im Solarturm Jülich für Experimente mit hochkonzentrierter Sonnenstrahlung, in: Qualifizierung von Komponenten solarthermischer Kraftwerke, 12. Kölner Sonnenkolloquium 9. Juni 2009, Kurzfassungen der Vorträge und Poster, DLR, Köln.