

QUARZ – Übersicht der entwickelten Prüfmethoden im DLR Qualifizierungszentrum

Eckhard Lüpfer^{*}, Björn Schiricke

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

Zusammenfassung

Das neue Test- und Qualifizierungszentrum für konzentrierende Solartechnik (QUARZ-Zentrum) ist im DLR-Institut für Technische Thermodynamik aufgebaut worden, um den Anwender-Wunsch nach konkreten Ergebnissen von der Untersuchung von Komponenten und Materialien zu erfüllen. Es werden insbesondere Eigenschaften der speziellen Schlüsselkomponenten der Technologie mit festgelegten, auch international in der Standardisierung befindlichen Methoden ermittelt und in Form von Prüfberichten und weiteren Schlussfolgerungen und Bewertungen herausgegeben.

Die entwickelten Prüfmethoden beziehen sich bisher vor allem auf Spiegel, Strukturen und Receiver von Parabolrinnen-Kollektoren und sind auf dieser Basis auf andere Varianten übertragbar.

1 Einführung und Ziele

In Spanien und vielen weiteren Ländern im Sonnengürtel entstehen zurzeit Solarkraftwerke. Die Mehrzahl der Projekte verwendet Parabolrinnen-Kollektoren. Es gibt verschiedene Kollektor-Designs, außerdem werden die Komponenten konkurrierend von verschiedenen Herstellern angeboten. Die Investitionskosten liegen bei typischen Projekten im 3-stelligen Millionenbereich. Doch die Auswirkung von Details bei der Auslegung, Fertigung und Montage in der Serie sind bisher nicht allgemein bekannt, so dass technische und wirtschaftliche Risiken und Chancen in signifikanter Höhe bleiben.

Im Solarfeld dieser Kraftwerke werden sehr spezifische Komponenten wie Spiegel, Absorber, Tragstrukturen, Nachführungen sowie Mess- und Regelkomponenten benötigt. Auf dem bisherigen Entwicklungsstand dieser Technologien gibt es noch recht wenige Anwendungserfahrungen in den Spezifikationen, die diese Komponenten erfüllen müssen, um hohen Nutzwert zu erzielen. Präzision, Haltbarkeit und optische Eigenschaften haben sehr starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke. Daher werden Kriterien und Prüfverfahren benötigt, um die technische Leistungsfähigkeit der Komponenten bestimmen, im Zusammenspiel zu bewerten und über die Lebensdauer sicherstellen zu können.



Bild 1: Parabolrinnen-Kollektor im Betrieb (Andasol-1)

Vor diesem Hintergrund werden im vom BMU geförderten Projekt QUARZ-CSP im DLR Mess- und Qualifizierungsmethoden für Komponenten von solarthermischen Kraftwerken entwickelt. Dazu werden entsprechende Versuchsstände aufgebaut und erprobt sowie neuartige Messverfahren dokumentiert und für einen zertifizierungsfähigen Standard vorbereitet. Bei der Entwicklung dieser Verfahren wird besonderer Wert auf Transparenz, Verlässlichkeit und Herstellerunabhängigkeit gelegt.

Das Projekt umfasst den Aufbau eines im DLR angesiedelten Test- und Qualifizierungszentrums für konzentrierende Solartechnik. Schrittweise werden die neu entwickelten Mess- und Bewertungsmethoden Anlagenplanern, Entwicklern und Lieferanten solarthermischer Kraftwerkstechnik zur Verfügung gestellt.

2 Komponenten und Kriterien

Die folgenden Komponenten und Kriterien sind in die Untersuchungen im QUARZ-Zentrum einbezogen:

1. Spiegel

1.1. Optische Eigenschaften

Die spektrale Reflektivität wird in einem Perkin-Elmer Lambda-950 Spektrometer mit Ulbrichtkugel hemisphärisch bestimmt. Zur Ermittlung der solar gewichteten Reflektivität wird das gemessene Spektrum mit dem Solarspektrum aus ASTM G173 Direktstrahlungsspektrum (alternativ ISO 9050 global) gewichtet.

Die spekulare Reflektivität wird mit einem D&S 15R Reflektometer bei 25 mrad Blende (alternativ 7, 15, 46 mrad) und einer Wellenlänge von 660 nm gemessen und mit den spektralen Informationen auf die solar gewichtete spekulare Reflektivität umgerechnet, die wesentlichste optische Bewertungsgröße.

Die Strahlaufweitung wird aus einer Messung des Profils des reflektierten Strahls gemessen und als Standardabweichung in mrad angegeben.

Die Beständigkeit der optischen Eigenschaften auf mechanische Beanspruchung wird mit einem Abrasionstest geprüft und dem Reflektometer spekulär gemessen. Weitere Methoden umfassen die Behandlung in Klimakammern und mit UV-Bestrahlung.

1.2. Geometrische Eigenschaften des Spiegels

Die Form im Vergleich zur Sollgeometrie wird aus Messungen mit Fotogrammetrie und Deflektometrie bestimmt und in mrad oder Fokusatweitung in mm angegeben. Statistische Parameter haben sich zur Bewertung der Eigenschaften im Zusammenspiel mit anderen Komponenten bewährt

Die Verformung unter Betriebsbedingungen, ggf. Steifigkeit kann relevanten Einfluss auf den Wirkungsgrad bekommen und ist daher durch Messungen in verschiedenen Lastsituationen zu ermitteln.

2. Struktur

2.1. Geometrie der Struktur

Die Form im Vergleich zur Sollgeometrie wird aus Messungen mit Fotogrammetrie bestimmt und in mrad oder in mm angegeben. Statistische Parameter haben sich auch hier zur Bewertung der Eigenschaften im Zusammenspiel mit anderen Komponenten bewährt

Die Verformung unter Betriebsbedingungen, ggf. Steifigkeit kann relevanten Einfluss auf den Wirkungsgrad bekommen und ist daher durch Messungen in verschiedenen Lastsituationen zu ermitteln. Dies umfasst auch die Torsionssteifigkeit unter den Momenten aus Gewicht, Wind und Reibung.

2.2. Nachführung

Die Anforderungen an die Nachführung zum Sonnenstand sind mit Geometrie und Steifigkeit eng verknüpft. Als relevante Parameter werden Winkelgenauigkeiten, Tagesverläufe und das Spiel gemessen.

3. Receiver (Absorber-Einheit)

3.1. Optische Eigenschaften

Optische Eigenschaften des Parabolrinnen-Receivers sind die Transmission des Glasrohres sowie Absorption und Emission des Absorberrohres. Die reproduzierbare Messung auf gekrümmten Oberflächen wird noch weiter entwickelt.

3.2. Thermische Verluste

Die thermischen Verluste bei Betriebstemperatur werden mit elektrischer Beheizung im Gleichgewichtszustand ermittelt. Dieser temperaturabhängige Wert ist die aussagekräftigste Messgröße für die thermischen Eigenschaften der gesamten Komponente.

3.3. Gesamtwirkungsgrad

Spezielle Prüfstände sind entwickelt worden, um den Wirkungsgrad relativ zur einfallenden Sonnenstrahlung zu quantifizieren. Dies erfolgt mit natürlichem Sonnenlicht sowie in einem neuen Sonnensimulator bei 10-20-facher Strahlungskonzentration. Die Messungen werden bei Umgebungstemperatur kalorimetrisch oder bei Betriebstemperatur über den Vergleich der thermischen Verluste durchgeführt.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Die einzelnen Methoden basieren auf Erfahrungen aus der Labormesstechnik einerseits und aus den Prototypen und Pilotanlagen auf der Plataforma Solar de Almería andererseits. Sie entstehen und entwickeln sich weiter in der Zusammenarbeit von wissenschaftlichen Arbeitsgruppen im DLR und im internationalen Umfeld sowie mit

Anwendern aus der Industrie. Sie werden ergänzt durch weiterentwickelte Methoden zur Messung des Wirkungsgrades der Kollektoren im Solarfeld im Betrieb.
Details der beschriebenen Möglichkeiten sind in weiteren Beiträgen dieses Tagungsbands dargestellt.

Die Entwicklungen wurden vom Bundesumweltministerium im Rahmen des Projektes QUARZ-CSP (FKz 03UM0095) finanziell gefördert.