

Anwendung der DLR-Messmethoden in der Qualitätskontrolle für das Solarfeld

Klaus Pottler*, Eckhard Lüpfer, Steffen Ulmer

CSP Services GmbH, Alte Gasse 3, 51143 Köln / Paseo de Almería 73, 04001 Almería, Spanien

Zusammenfassung

Messsysteme, die in den vergangenen Jahren für die Charakterisierung von konzentrierenden Kollektor-Systemen im DLR entwickelt wurden, kommen über eine Ausgründung aus dem DLR-Institut zur Serienreife und zum kommerziellen Einsatz bei Technologie-Entwicklung, Prototyp-Messung und in der Qualitätssicherung der Fertigung von Kollektoren und Komponenten. Die industrielle Nutzung der Messsysteme erforderte Optimierungen hinsichtlich der erforderlichen Bedienerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit und Aussagekraft für die Anwender.

1 Einführung

Die Firma CSP Services bietet Messtechnik, Beratungen und Dienstleistungen für solarthermische Kraftwerke an. Das Unternehmen wurde von langjährigen Mitarbeitern des DLR im Jahr 2007 gegründet und beschäftigt in Büros in Köln und Almería zurzeit 14 Mitarbeiter in Voll- und Teilzeit. Ein besonderes Alleinstellungsmerkmal ist neben den speziell für konzentrierende Solarkollektoren entwickelten Messtechniken die große Erfahrung in der Weiterverarbeitung und Bewertung der Messdaten. Die Ausgründung wurde vom Institut für Thermische Thermodynamik des DLR von Beginn an tatkräftig unterstützt. Die Zusammenarbeit ist über einen langfristigen Kooperationsvertrag geregelt.

Das Know-how des Unternehmens basiert auf jahrelanger wissenschaftlich-technischer Projektarbeit am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln und auf der Plataforma Solar de Almería in Spanien mit Entwicklungspartnern aus Forschung und Industrie. Es zeigte sich während der Forschungsarbeiten, in welchem Maße bereits sehr geringe Abweichungen in der Montage von konzentrierenden Solarkollektoren (z.B. Parabolrinnen-Kollektoren) den Ertrag der Anlage um mehrere Prozent beeinträchtigen. Entsprechende Messtechnik zur Qualitätssicherung wird benötigt. Dazu konzipiert und liefert CSP Services spezifische Messsysteme für die 3D-Geometriebestimmung von Konzentratorstrukturen und Spiegeln und für die Messung von solarer Einstrahlung.

2 Messsysteme in der Praxis



Bild 1: Shuttle mit Kamera auf Schienensystem zur Bildaufnahme (links) und Schaltschrank zur Bedienung (rechts) des Photogrammetrie-Systems QFoto

Das photogrammetrische Messsystem *QFoto* dient zur automatisierten Messung der Geometrie der Stahlstruktur von Parabolrinnen-Kollektoren in der Serienfertigung. Dazu wird der Kollektor mit Messmarken bestückt. Eine Kamera liefert ferngesteuert aus verschiedenen Blickrichtungen die Bilder, die im klimatisierbaren Schaltschrank-PC zu 3D-Koordinaten umgerechnet und temperaturkompensiert skaliert werden. Das System wird seit 2008 von CSP Services geliefert und sorgt auf Baustellen in Spanien und Nordafrika für die genaue 3D-Messung zur Qualitätssicherung der Fertigung. Das System liefert als Qualitätsparameter die Abweichung des Werkstücks von den Sollwerten in 3D-Koordinaten sowie in Winkelabweichungen. Für die Winkelabweichungen werden Fertigungsgenauigkeiten von unter 1 mrad (Standardabweichung) gefordert und anhand der Messungen im Rahmen der Qualitätskontrolle für alle Kollektormodule dokumentiert. Damit wird eine wichtige Voraussetzung

* Korrespondenzautor: Klaus Pottler, Telefon: +34-950-274350; e-mail: k.pottler@csp-services.de

für hohen Ertrag des Solarfeldes gesichert. Die Randbedingungen der industriellen Anwendung führen zu Weiterentwicklungen am Messsystem gegenüber dem ursprünglich im DLR entwickelten Prototypen. Bedienbarkeit, Staub, Temperaturen, Störeinflüsse, sowie die räumlichen Gegebenheiten in der Werkhalle mit Kranbahnen und der Fertigungsablauf prägen spezifische Anpassungen der Systeme an die Gegebenheiten.

Eine weitere von CSP Services angebotene und speziell für die Vermessung spiegelnder Oberflächen geeignete Messmethode ist die Deflektometrie. Sie wurde über einen Zeitraum von mehreren Jahren im DLR von der Idee zu einer Gruppe von Messtechniken entwickelt. Das Prinzip basiert auf der Beobachtung von Objekten oder Mustern in der Spiegelung des zu vermessenden Reflektors. Die Vorteile der Methode liegen darin begründet, dass keine Messmarken oder Fühler an der Spiegelfläche benötigt werden, die Aufnahmen mit Digitalkameras zu sehr hoher Auflösung bis an den Spiegelrand führt und dass der Größe des Messobjektes durch das Messprinzip grundsätzlich keine Grenzen gesetzt sind. Die Methode wird bereits in der Forschung und Entwicklung zur Auswertung der Form von Kollektoren eingesetzt. Sie liefert flächige Informationen der Konturabweichungen des Spiegels in Form von „Karten“, mit denen genaue Analysen durchgeführt werden können. Zusätzlich wird die mittlere Steigungsabweichung SD oder Fokusabweichung FD als Qualitätsparameter berechnet oder aus den Daten mit Raytracing unmittelbar der Intercept-Faktor („Trefferquote“ der Sonnenstrahlung) ermittelt. Als komplettes Messsystem wird es von CSP Services unter dem Namen $QDec$ angeboten. Es wird bereits zur Qualitätskontrolle bei Spiegelherstellern eingesetzt und stellt auch die messtechnische Basis für weitere Qualitätskontrollen im Solarfeld dar. Die Methode wurde außer an Parabolrinnen bereits an Dish-Konzentratoren, Heliostaten und Linear-Fresnel-Spiegeln eingesetzt. Die Anordnung und Präzision des Messaufbaus ist jeweils spezifisch anzupassen.

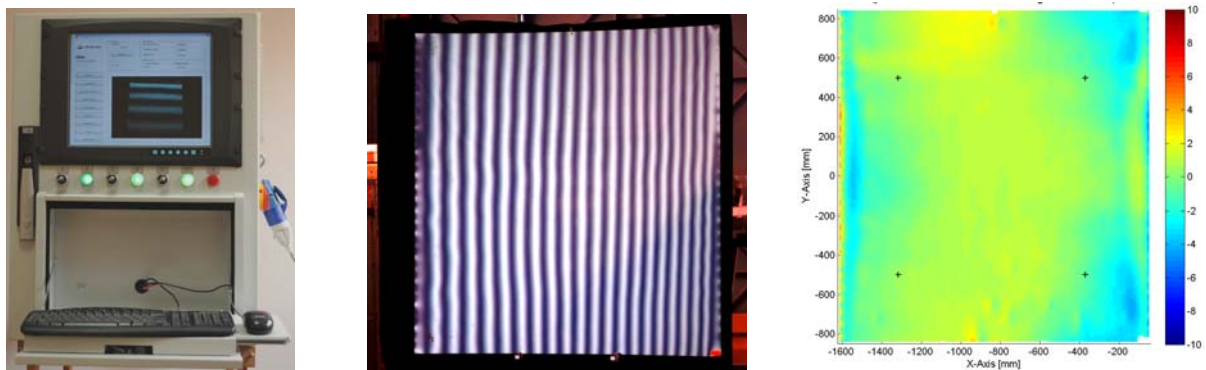


Bild 2: Industriesystem (links), Messbild (Mitte) und Ergebnisgraph (rechts) eines Parabolrinnen-Spiegels

CSP Services stellt auch bodenbasierte, mit spezifischen Meteorstationen ermittelte meteorologische Daten einschließlich Solardirektstrahlung in aufbereiteter Form zur Verfügung. Solarstrahlungsdaten sind eine essentielle Grundlage für Standortentscheidungen und Auslegung von solarthermischen Kraftwerken. Dazu werden an vorausgewählten Standorten autonome Messstationen installiert, deren Daten täglich abgerufen werden. Die Kalibration der wartungsarmen Strahlungssensoren wird vom DLR durchgeführt. Mit den 10-minütlichen Messdaten werden Daten aus der Satellitenauswertung des DLR (Solemi) derart abgeglichen, dass bereits nach 6 Monaten begonnen werden kann aus Satellitendaten der vergangenen 10-15 Jahre die zu erwartenden Jahressummen und typischen Verläufe mit erhöhter Genauigkeit zu ermitteln.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Gründung der CSP Services GmbH gelingt es erfolgreich, die Erfahrungen des DLR-Teams zur Qualifizierung, Messtechnik und Entwicklungserfahrung in Form von Messsystemen und Dienstleistungen in die industrielle Praxis umzusetzen. Damit existiert eine Grundlage, um im stark wachsenden, internationalen Markt der solarthermischen Kraftwerkstechnologien das DLR-Knowhow anzuwenden. Die enge Zusammenarbeit zwischen Institut und Ausgründung stärkt die Chancen, mit bisherigen und künftigen Entwicklungen anwendungsnah zu bleiben und die konzentrierenden Solartechnologien mit Expertise und technischen Innovationen in der weiteren wirtschaftlichen Ausbreitung zu unterstützen.

Die beschriebenen Aktivitäten basieren wesentlich auf Lizenz- und Kooperationsverträgen der CSP Services GmbH mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. sowie den im DLR-Institut für Technische Thermodynamik mit Mitteln des Bundesumweltministeriums in den Projekten OPAL und SAPHIR unterstützten erfolgreichen F&E-Arbeiten. Die Vorbereitung der Ausgründung wurde im DLR mit Mitteln von „Helmholtz Enterprise“ finanziell unterstützt. In besonderem Maß tragen die hervorragende Kooperationsbereitschaft, die Flexibilität und der Erfahrungsaustausch im DLR zur positiven Entwicklung bei.