

SOLARSTROM FÜR 6 CENT/kWh – ENTWICKLUNG EINES LOW-COST HELIOSTATEN MIT DÜNNFILMREFLEKTOR AM NASA JET PROPULSION LABORATORY

Armin BUCHROITHNER¹, Gani GANAPATHI², Art PALISOC³,
Gyula GRESCHIK⁴

Inhalt

Heliostaten stellen einen wesentlichen Kostenfaktor bei der Errichtung und dem Betrieb solarthermischer Kraftwerke dar. Sie können bis zu 50% der gesamten Anlagekosten ausmachen. Das *U.S. Department of Energy* (DOE) verfolgt mit der Ausschreibung der *SunShot* Initiative das Ziel, die Energiekosten für Solarstrom auf unter 6 US-Cent pro kWh zu reduzieren. Da die Leistung von Solarturmkraftwerken (*Concentrated Solar Power* Anlagen) proportional zur installierten Spiegelfläche und der Genauigkeit der Sonnennachführung ist, spielt die Entwicklung kostengünstiger und leistungsstarker Heliostaten eine besondere Rolle. Die Kosten der Heliostatfläche müssen von den aktuell erreichbaren ~ \$ 200 - 250/m² auf ~ \$100/m² reduziert werden.

Am NASA Jet Propulsion Laboratory wurde im Rahmen eines vom DOE geförderten Projektes in Zusammenarbeit mit der TU Graz ein Heliostat entwickelt, welcher durch Einsatz von *Schaumkern-Sandwichpaneelen und Dünnfilmreflektoren* (in Abbildung 1 dargestellt) eine signifikante Gewichts- und Kostenreduktion ermöglicht. Die Spiegel wurden umfangreichen Reflektivitäts- und Lebensdauer tests unterzogen, sowie mittels Reverse Shack-Hartman Methode photogrammetrisch charakterisiert.

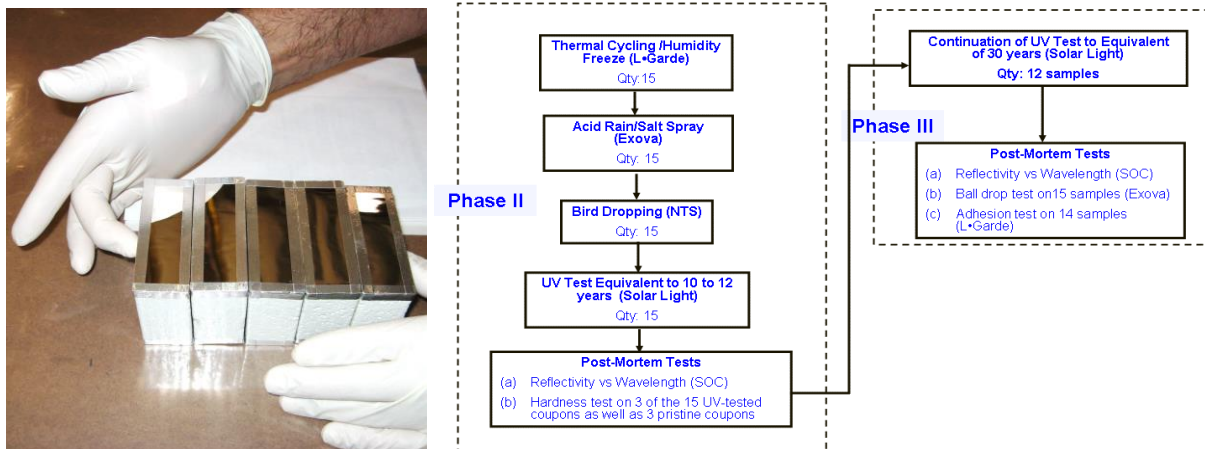


Abbildung 1: Testablauf für die Zuverlässigkeitsprüfung von 15 Spiegel-Test-Coupons.

Verschiedene Kosten-Nutzen-Analysen ergaben eine kostenoptimale Heliostatgröße von etwa 100m², wobei hierbei auch Installations-, Verkabelungs- und Fertigungskosten beachtet wurden. Ein kabelloser, *autarker Heliostat*, welcher über PV-Module und Batterie mit Energie versorgt wird und über Wi-Fi kommuniziert, erwies sich als kostengünstigste Variante. Basierend auf dieser Größenabschätzung wurde eine mechanische Grundstruktur entworfen, welche nicht nur durch konsequenten Leichtbau, sondern auch durch Optimierung von Transport und Montage die Gesamtkosten weiter reduziert.

¹ Technische Universität Graz, Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik, Inffeldgasse 21 b/II, 8010 Graz, Tel.: +43 316 873-7363, armin.buchroithner@tugraz.at, www.ime.tugraz.at

² Jet Propulsion Laboratory, 4800 Oak Grove Drive, 91109 Pasadena, USA, Tel.: +1 818 354-7449, gani.b.ganapathi@jpl.nasa.gov, www.jpl.nasa.gov

³ L'Garde, 15181 Woodlawn Ave, Tustin, CA 92780, USA, Tel.: +1 714 259-0771, www.lgarde.com, art_palisoc@lgarde.com

⁴ TentGuild Engineering Co., 4740 Table Mesa Drive, 80305 Boulder, USA, Tel.: +1 866 666-7761, greschik@teguec.com

Um die Performance und Praktikabilität des Heliostatkonzeptes zu verifizieren wurde ein verkleinerter Prototyp mit 3x2 m Spiegelfläche konzipiert und gebaut (siehe Abbildung 2).

Die Dimensionen all jener Bauteile, welche Einfluss auf die Nachgiebigkeit und folglich optische Genauigkeit des Heliostaten unter Einfluss von Wind- und Gewichtskraft haben, wurden so skaliert, dass der Gesamtwinkelfehler genau jenem des 100m²-Serienproduktes entspricht.



Abbildung 2: CAD-Modell und Foto des JPL Heliostat Prototypen.

Das CAD Modell des Prototypen wurde mit den Software Tools SOLIDWORKS, ANSYS und COMSOL Multiphysics unter Windlasten von bis zu 35 mph im Betrieb und 85 mph in Parkposition (Stow) simuliert, wobei ein optischer Gesamtwinkelfehler der mechanischen Grundstruktur von unter 1 mrad RMS ermittelt wurde.

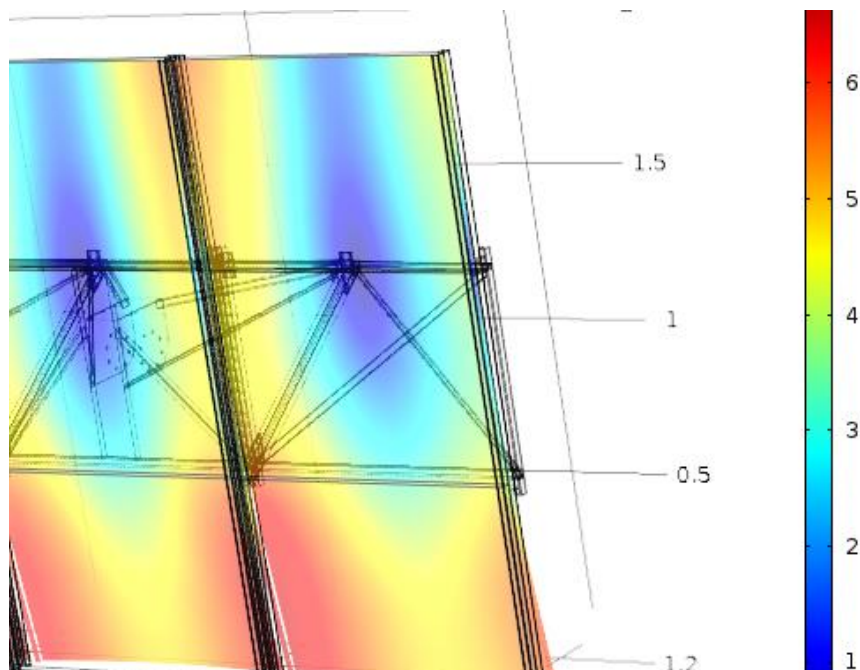


Abbildung 3: FEM Simulation des RMS Winkelfehlers des Heliostaten bei 35 mph Windgeschwindigkeit.

Bis zum März 2016 wird der Prototyp umfangreichen mechanischen und optischen Tests unterzogen. Die Ergebnisse dienen unter anderem der Verifikation des FEM-Modells zur Berechnung der Durchbiegung, der Eigenfrequenzabschätzung, des PV/Batteriesystems und der Funktionalität des Controllers. Weitere Details zu den Testergebnissen sowie Detaillösungen werden im Laufe des Jahres 2016 in separaten Publikationen erscheinen.