

Finite-Elemente-Modellierung von Parabolrinnen-Kollektoren zur Untersuchung von Einflüssen auf die Spiegelform

Simon Schneider, Siw Meiser, Eckhard Lüpfer, Björn Schiricke

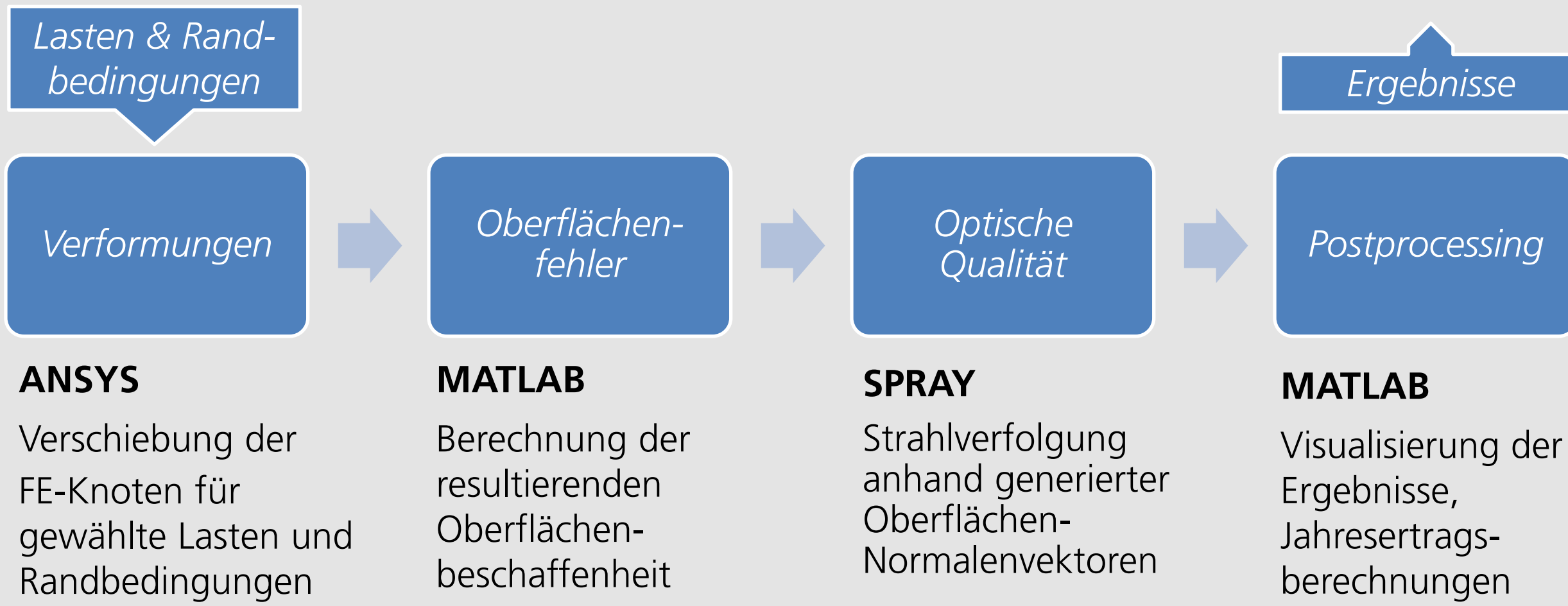


Bild 2: Schema des automatisierten Ablaufs zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Lastfälle und Randbedingungen auf die Formgenauigkeit von solarthermischen Parabolrinnen-Spiegeln

Motivation

In einem Parabolrinnen-Kraftwerk mit thermischem Speicher und 50 MW_{el} Leistung reflektieren gebogene Spiegel mit einer Gesamt-Aperturfläche von fast 500 000 m² das Sonnenlicht. Die Formgenauigkeit der Spiegel unterliegt hohen Ansprüchen. Herstellungsbedingte Formfehler, Eigenlast sowie Reaktionskräfte an den Spiegelaufhängungen führen zu Abweichungen von der idealen Parabelform und können einen Verlust an nutzbarer Leistung bedeuten. Finite-Elemente-Analysen haben sich als geeignete Methode zur Untersuchung relevanter Einflüsse auf die Spiegelform erwiesen.

Stand der Arbeit

Die FE-Modelle von Einzelspiegeln im Labor wurden für verschiedene Lastfälle validiert [1]. Im eingebauten Zustand im Kollektor zeigen sich jedoch Abweichungen der gemessenen Spiegelform zu den Labormessungen, welche auf Einflüsse der Kollektorunterstruktur, einem Stahl-Fachwerk, zurückzuführen sind. Die FE-Modelle werden daher um Teile der Stahlunterstruktur erweitert und der Einfluss auf die Spiegelform bestimmt (Bild 1, Ref. [2]). In Bild 2 ist der automatisierte Bewertungsprozess dargestellt. Gewählte Lasten und Randbedingungen werden als Parameter an das Modell in ANSYS

übergeben und die daraus resultierenden Verschiebungen der FE-Knoten berechnet. Im Post-Processing werden die Winkelabweichungen der Oberflächen-Normalenvektoren bestimmt. Ortsaufgelöst sowie als flächengewichteter RMS-Wert SDx (Slope Deviation in x) stellen diese ein etabliertes Gütekriterium für die Spiegelform dar und ermöglichen den Vergleich verschiedener Fälle. Das Strahlverfolgungsprogramm SPRAY evaluiert die optische Qualität der Spiegel wobei das Verhältnis von reflektierter zu auf dem Receiver eintreffender Leistung, genannt Intercept-Faktor, bestimmt wird.

Ausblick

Zur Validierung der FE-Modelle werden Spiegelformmessungen am realen Kollektor und an Teilaufbauten im Labor durchgeführt. An den Montageelementen der Spiegel auftretende Dehnungen werden mit Dehnungsmessstreifen (DMS) gemessen und mit den Werten virtueller DMS im FE-Modell verglichen (Bild 3). Dies ermöglicht den Rückschluss auf Reaktionskräfte an den Spiegelaufhängungen. Relevante Lastfälle werden kombiniert und der jährliche Ertrag eines Kollektorabschnittes berechnet.

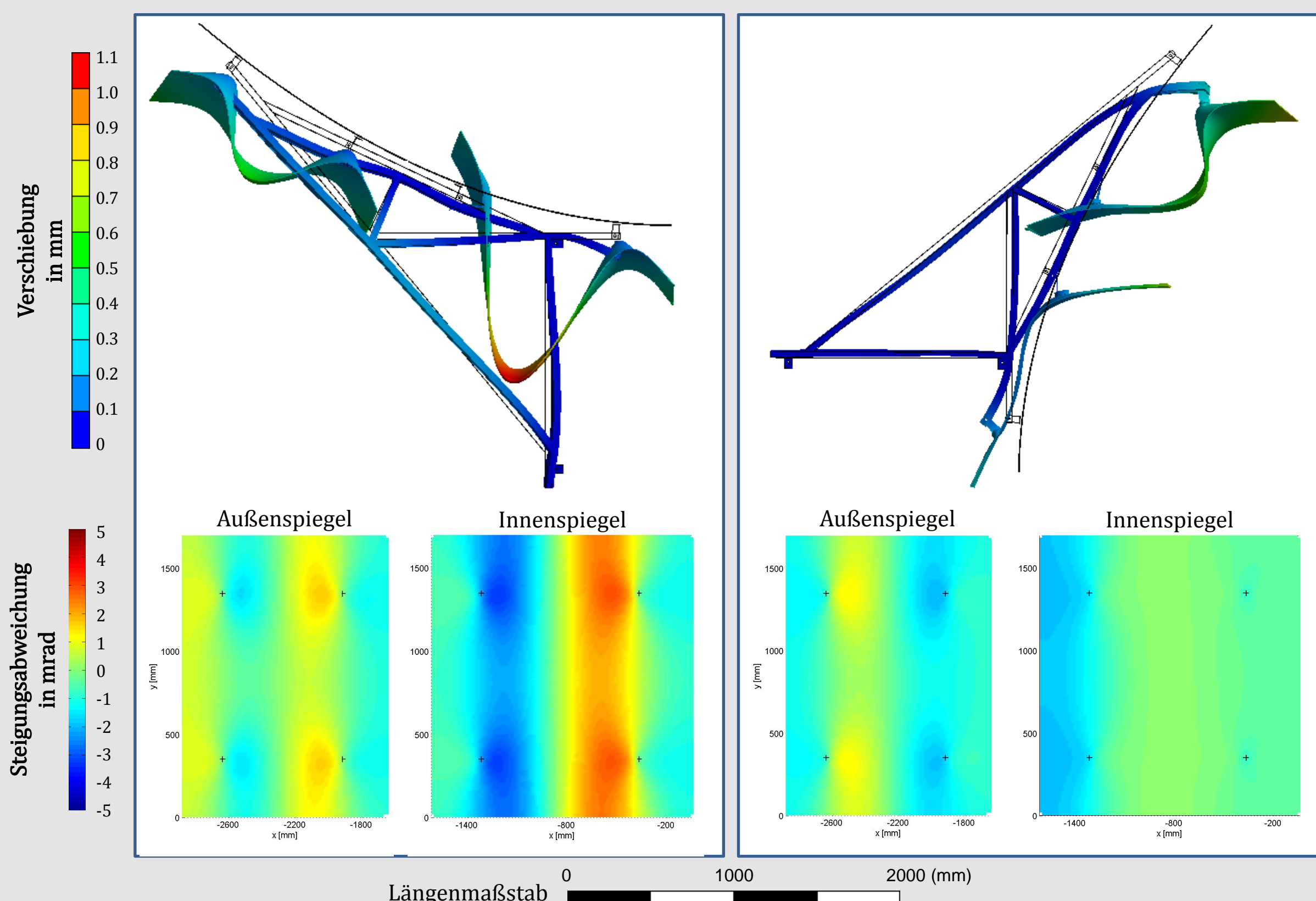


Bild 1: Verformung eines EuroTrough-Kollektorarms mit RP3 Innen- und Außenspiegel in 0°/90° Ausrichtung (Skalierungsfaktor: 1000) sowie zugehörige Steigungsabweichungen der Spiegel

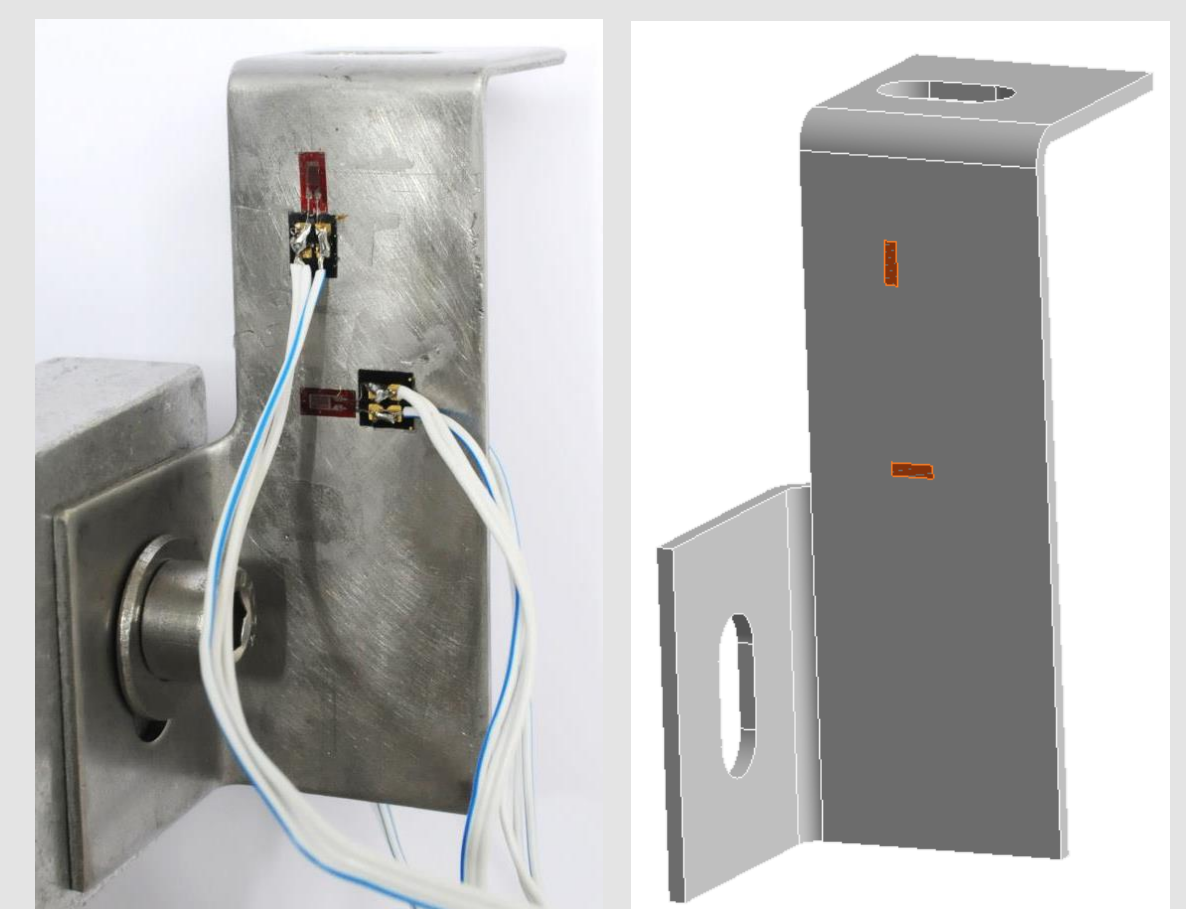


Bild 3: Dehnungsmessstreifen an Spiegel-Montageelementen (links: real, rechts: FEM)

Referenzen

[1] Meiser, S.; Kleine-Büning, C.; Uhlig, R.; Lüpfer, E.; Schiricke, B.; Pitz-Paal, R. (2013), „Finite Element Modeling of Parabolic Trough Mirror Shape in Different Mirror Angles“, J. Sol. Energy Eng., 135(3):031006-031006-6

[2] Meiser, S.; Schneider, S.; Lüpfer, E.; Schiricke, B.; Pitz-Paal, R. (2015); „Evaluation and assessment of gravity load on mirror shape of parabolic trough solar collectors“, 7th International Conference on Applied Energy, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Kontakt: **Institut für Solarforschung** | Abteilung Qualifizierung | Köln | Simon Schneider
Telefon: 02203/601 3214 | E-Mail: Simon.Schneider@dlr.de

Gefördert durch: