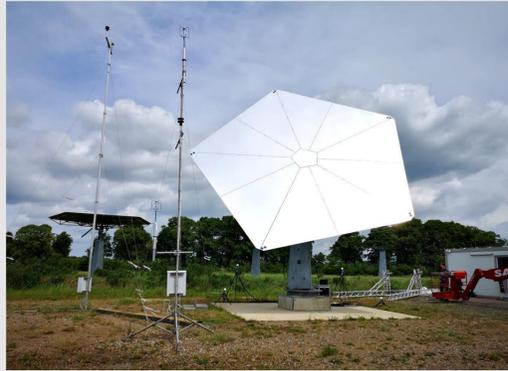


Mehrkamera-Photogrammetrie: Räumlich hochaufgelöste Einblicke in die Dynamik eines Heliostaten unter Windeinfluss

Kristina Blume (DLR), Tim Schlichting (DLR), Ansgar Macke (CSP Services), Marc Röger (DLR)



Heliostat-Testplattform in Jülich und Aufbau des Mehrkamera-Photogrammetriesystems sowie Aufstellung zweier Windmessmasten mit insgesamt vier Ultraschallanemometern



Heliostat-Testplattform

Das DLR Institut für Solartechnik bietet am Standort Jülich mit der Heliostat-Testplattform die Möglichkeit zur Untersuchung von Heliostaten, u.a. hinsichtlich [1]:

- der Form- und Strukturgenauigkeit
- Einflüsse externer Lasten

Um die Auswirkungen speziell von Windlasten auf die optische Qualität und die Tracking-Genauigkeit zu untersuchen, wurde im BMWi geförderten Projekt HELIKONTURplus (0324053) ein Mehrkamera-Photogrammetriesystem (kurz MK-PG-System) beschafft und erstmalig am Stellio-Heliostat (sbp sonne) eingesetzt.

Mehrkamera-Photogrammetrie

Eine Messung mittels des MK-PG-Systems beruht auf folgenden Schritten:

1. Fotografieren des Heliostats aus unterschiedlichen Perspektiven mittels vier synchronisierter Kameras (max. 50 Hz).
2. Rekonstruktion der Geometrie aus den Aufnahmen an festgelegten diskreten Messpunkten zu jedem Zeitschritt.

Das Messergebnis ist eine Punktwolke pro Zeitschritt mit dreidimensionalen Koordinaten jedes Messpunktes.

Ultraschallanemometer

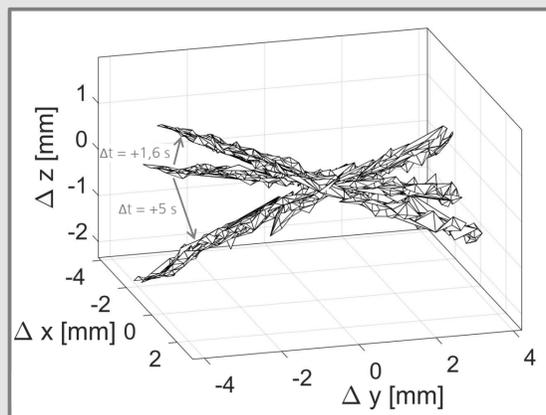
Simultan zur MK-PG-Messung wird das Windfeld in unmittelbarer Nähe zum Heliostat mittels vier Ultraschallanemometern erfasst (2 x 2D und 2 x 3D).

Stellio-Messung - Randbedingungen

Elevation	45 °
Mittl. Anströmwinkel	4 °
Mittl. Windgeschwindigkeit	5,6 m/s
Änderung der Windgeschw.	+/- 2 m/s

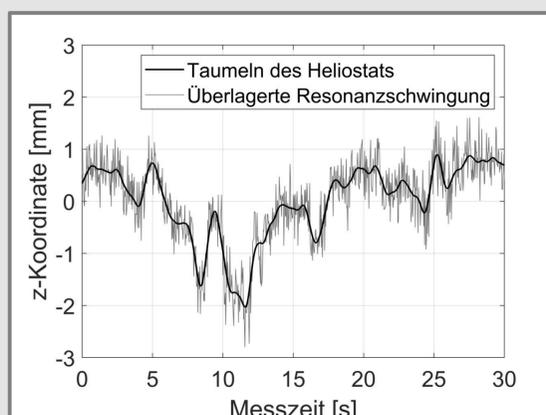
Heliostatverhalten unter Windeinfluss

Heliostaten werden, wie andere Strukturen auch, unter Windeinfluss zu Schwingungen angeregt, die zum Teil mit Verformungen einhergehen. Einblicke in dieses dynamische Verhalten liefert die grafische Aufbereitung der MK-PG-Messergebnisse:



Grafische Darstellung des dyn. Verhaltens des Stellio-Heliostats (Überlagerung dreier Zeitschritte)

Wie in Holmes [2] allgemein für Strukturen beschrieben, wird auch für einen Heliostat erwartet, dass sein Gesamtverhalten eine Überlagerung von zwei Schwingungen ist. Mit einer MK-PG-Messung kann jenes Verhalten für den Stellio-Heliostat veranschaulicht werden:



Zeitl. Verlauf der z-Koord. (in Richtung optischer Achse) eines Messpunktes am Konzentratorrand

Die folgenden zwei Anteile tragen zum Gesamtverhalten bei:

1. Quasi-statisches Verhalten: Ein Taumeln, das mit langsamen Windgeschwindigkeitsänderungen (im Bereich von Sekunden) korreliert.
2. Resonanzverhalten: Eine Zusammensetzung von Eigenformen, die durch Anregung der Eigenfrequenzen hervorgerufen wird.

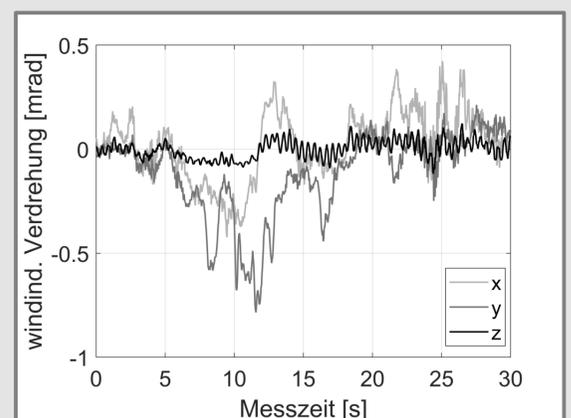
Die Anregung der Eigenformen und eine räumlich unterschiedliche Verteilung von Windkräften führen zu Verformungen des Konzentrators und verringern seine optische Qualität.

Daneben führt die schwingungsbedingte Veränderung der Konzentratorausrichtung zu einem erhöhten Tracking-Fehler.

Windinduzierter Tracking-Fehler

Aus der windinduzierten Verdrehung des Konzentrators um seine drei Raumachsen lässt sich der windinduzierte Tracking-Fehler ableiten, der gerade einer Verdrehung um die x- und y-Achse entspricht. Die Konzentratorverdrehung lässt sich aus MK-PG-Messungen wie folgt ermitteln:

1. Die Punktwolke jedes Zeitschrittes werden auf eine Referenzpunktwolke transformiert.
2. Aus den Rotationsmatrizen werden die Drehwinkel ermittelt.



Zeitl. Verlauf der Konzentratorverdrehung (Tracking-Fehler entspricht Verdr. um x- und y-Achse)

Referenzen

- [1] Effertz, T. et al.: Aufbau einer Testplattform am Standort Jülich für die Qualifizierung von Heliostaten, 2016
- [2] Holmes, J. D.: Wind Loading of Structures, CRC Press, 2015

Kontakt: **Institut für Solarforschung** | Abteilung Qualifizierung | Jülich | Kristina Blume
Telefon: 02203/601 4405 | E-Mail: Kristina.Blume@dlr.de

Gefördert durch: