

Minimale Heliostat-Kosten durch Sandwich-Konzentrator mit Ablage bei Sturm und Closed-Loop-Regelung

Andreas Pfahl, Jens Rheinländer, Andreas Krause, Reiner Buck, Stefano Giuliano, Johannes Hertel

Ablage bei Sturm für geringe Windlasten (DLR-TM-Projekt KOSMOS)

Im DLR-TM-Projekt KOSMOS wird ein neuartiger patentierter Karussell-Heliostat entwickelt. Die Anforderungen an die Mechanik hinsichtlich Festigkeit sind stark reduziert, da die Spiegelfläche im Sturmfall nahe dem Boden abgelegt werden kann.

Anders als bei bisherigen Karussell-Heliostaten kann die Mechanik für die Drehbewegung um die vertikale Achse (Azimut-Antrieb) sehr kostengünstig ausgeführt werden, da der Elevationsantrieb mittig angeordnet ist und da die Räder direkt auf dem Boden oder einem einfachen Bodenbelag laufen. Die Ungenauigkeiten des Untergrundes werden dabei durch eine Closed-Loop-Regelung kompensiert.

Der Linearantrieb für die Elevation greift mit großem Hebelarm mittig am Spiegelpanel und kann dadurch einfach ausgeführt werden. Das Panel besteht aus einer monolithischen Sandwichstruktur. Aufgrund der bodennahen Ablage des Panels sind die Windlasten reduziert. Somit ist eine kostengünstige Ausführung möglich.

Ein 8 m² Heliostat-Prototyp der beschriebenen Bauart wird gefertigt und getestet. Die Abmaße der Räder, der Antriebe und der Querschnitte von Spindel und Trägerrohre entsprechen bereits den Lasten eines 50 m²-Heliostaten (Abb. 1).

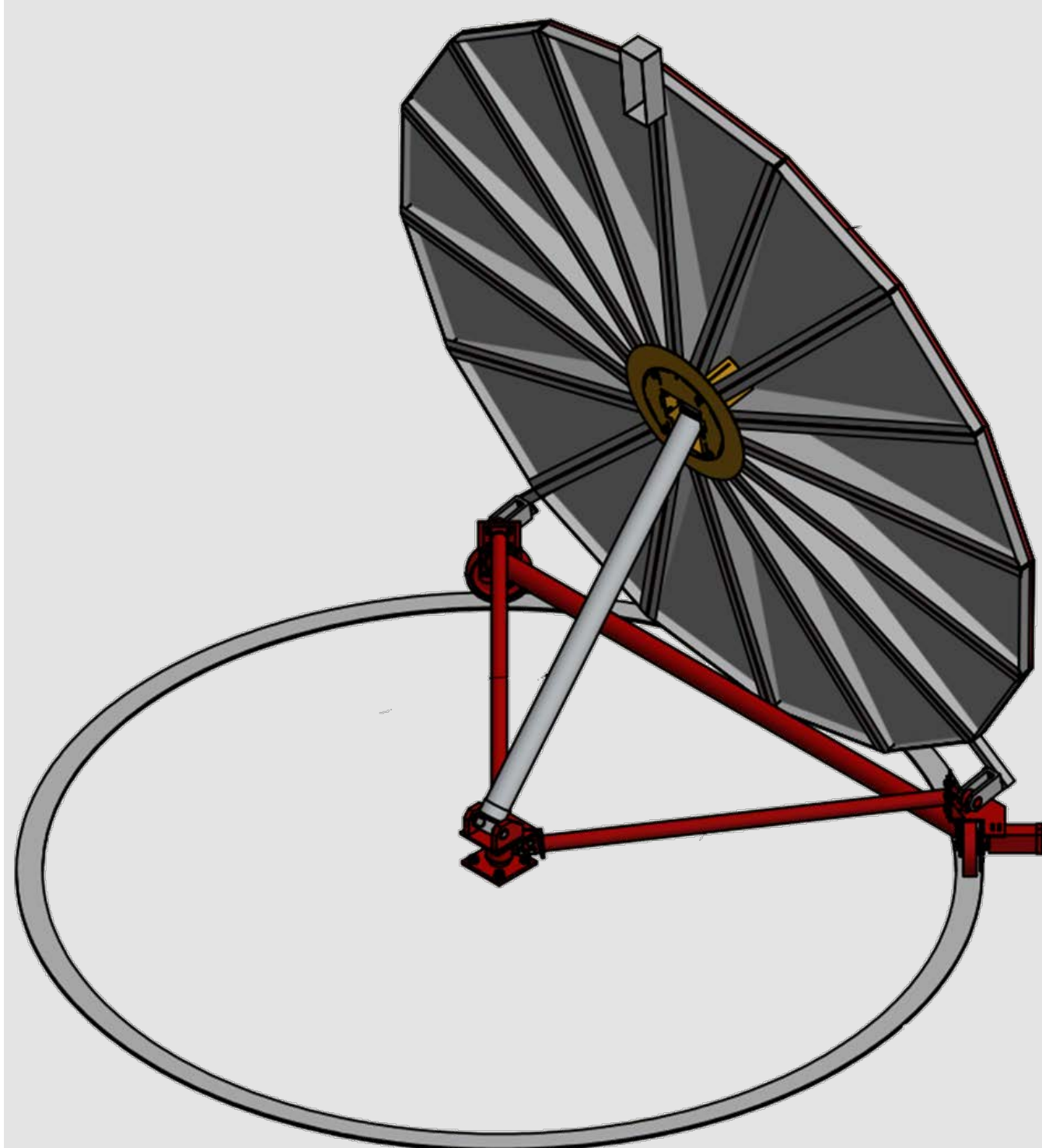


Abb. 1: 8 m² Karussell-Heliostat mit monolithischem Sandwich-Konzentrator, Ablage bei Sturm und Closed-Loop-Regelung

Kragarm-Sandwich-Spiegel-Konzentrator für geringen Materialbedarf (BMW-Projekt SPACE, Partner sbp sonne GmbH)

Im BMW-Projekt SPACE wurde das Konzept eines kostengünstigen monolithischen Sandwich-Kragarm-Konzentrators (Abb. 2) entwickelt und von sbp patentiert. Der Konzentrator vereint die Vorteile von Kragarm-Haltestrukturen und von Sandwichstrukturen. Zentral angebrachte Kragarme weisen einen günstigen Kraftverlauf mit hoher Materialausnutzung auf. Somit kann auf das sonst übliche teure Torsionsrohr verzichtet werden.



Abb. 2: 8 m² Kragarm-Sandwich-Konzentrator

Durch die vollflächige Unterstützung des Spiegels, der resultierenden hohen Formgenauigkeit und durch die geringere Absorbtivität der Dünnglas-Spiegel wird eine Ertragssteigerung von etwa 5 % erzielt. Die Hagelschlagbeständigkeit von Spiegel-Sandwichfacetten ist hoch, da Dünnglas-Spiegel relativ flexibel sind und der darunterliegende Hartschaum den Aufschlag dämpfen kann. Sandwichstrukturen haben zudem den Vorteil einer geringen Anzahl an Einzelteilen.

Mittels Auslegungsrechnungen hinsichtlich Festigkeit (Abb. 3, links) und optischer Genauigkeit (Abb. 3, rechts) wurde der Materialbedarf ermittelt und es wurden sehr geringe Materialkosten von unter 25 €/m² bestimmt.

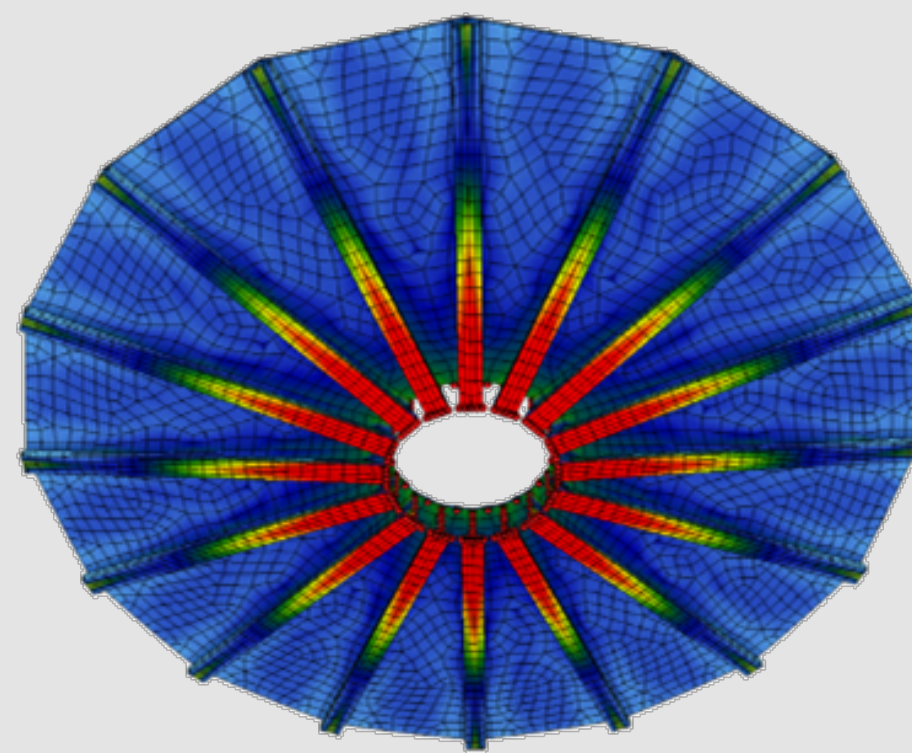


Abb. 3: Maximalspannungen unter Sturmlasten und Eigengewicht (links); Formabweichungen unter Betriebswindgeschwindigkeit und Eigengewicht (rechts) (sbp)

Closed-Loop-Regelung für geringe mechanische Genauigkeitsanforderungen (DLR-TM-Projekt KOSMOS)

Die Closed-Loop-Regelung des Karussell-Heliostaten erfolgt mittels Kamera-Chip, der eben zur Spiegelfläche angebracht ist. Aufgabe der Regelung ist es im Prinzip, den Bildmittelpunkt zwischen dem Abbild der Sonne und des Receivers zu halten, so dass die Winkel zur Sonne und zum Receiver genau entgegengesetzt sind, womit die Spiegelfläche korrekt ausgerichtet ist (Abb. 4).

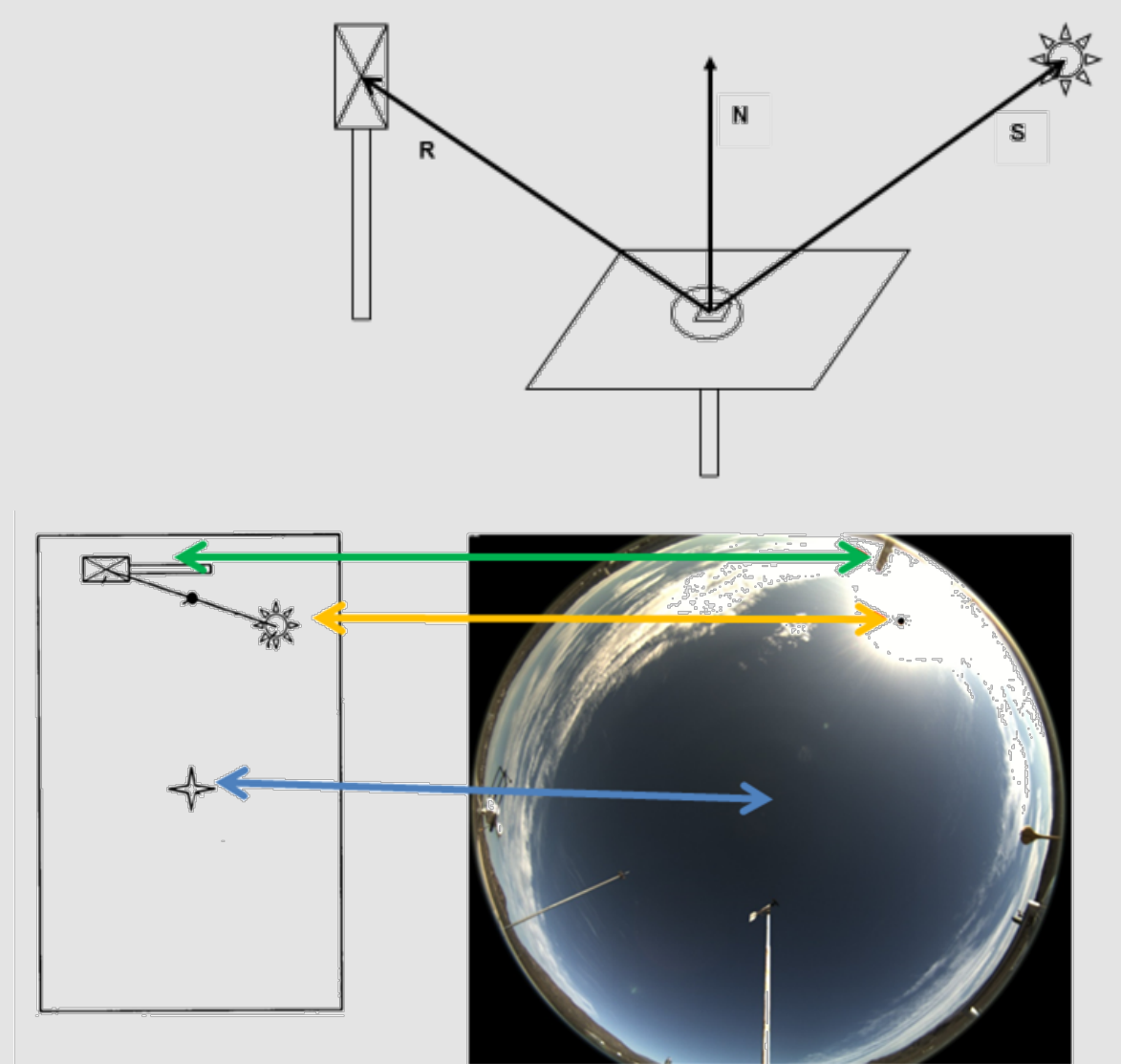


Abb. 4: Closed-Loop-Regelung durch Verfahren des Mittelpunktes zw. Target und Sonne auf den Bildmittelpunkt; Abbild mit Fischaugenobjektiv von Turm und Sonne rechts oben im Bild

Die optische Regelung kompensiert Ungenauigkeiten der Mechanik. Somit kann diese mit geringeren Genauigkeitsanforderungen und damit zu geringeren Kosten gefertigt werden.

Durch die Entwicklungen im Mobiltelefon-Bereich sind hochauflösende Kamerachips sehr kostengünstig verfügbar. Erste Vorversuche zeigten, dass sich das Funktionsprinzip mit gängiger Hardware gut umsetzen lässt und die erforderliche Genauigkeit erreicht wird.

