

Aktuelle Entwicklungen bei Heliostaten

Sonnenkolloquium 2015, Köln

Andreas Pfahl

Fabian Gross

Phillip Liedke

Christoph Prah

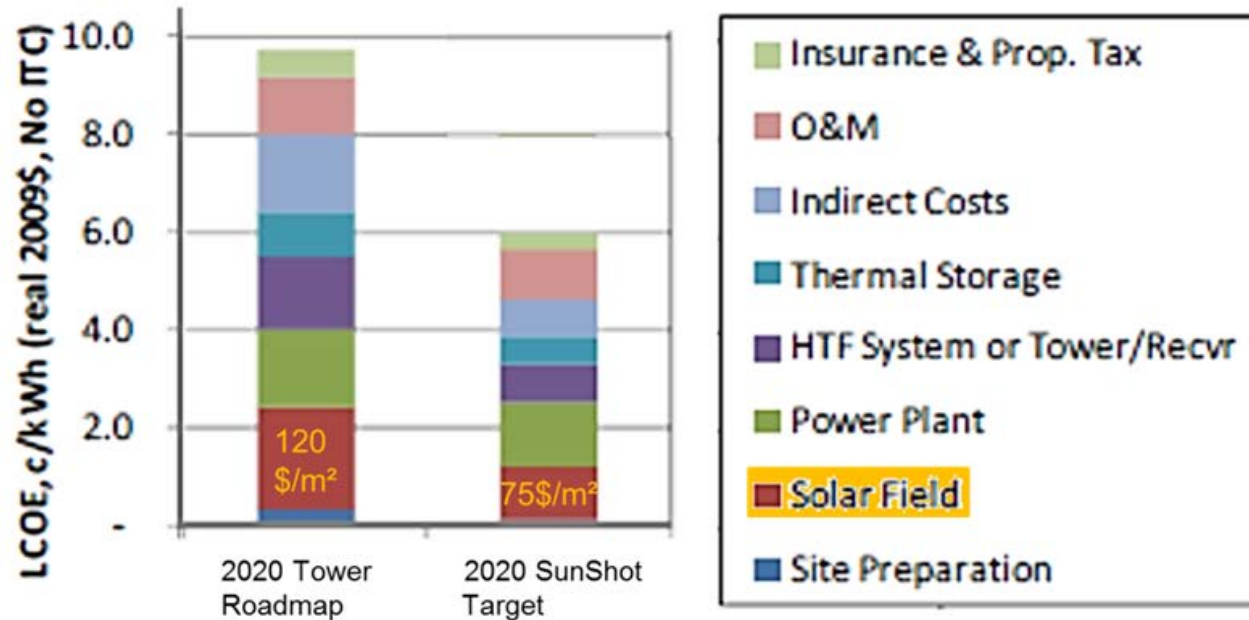
Felipe Vasquez



Wissen für Morgen



Herausforderungen in der Heliostatentwicklung



Jesse Gary et al., CSP and the DOE SunShot Initiative, SolarPACES 2011, Granada.

- Sehr niedrige Heliostatkosten erforderlich für Gesamtkosten-Ziele
- Grundlegend neue Heliostat-Ansätze nötig (auch hinsichtlich O&M)
- Problematik: Unternehmen müssen sich in der Regel auf ein kurzfristig vermarktbare Produkt konzentrieren, das „bankable“ ist



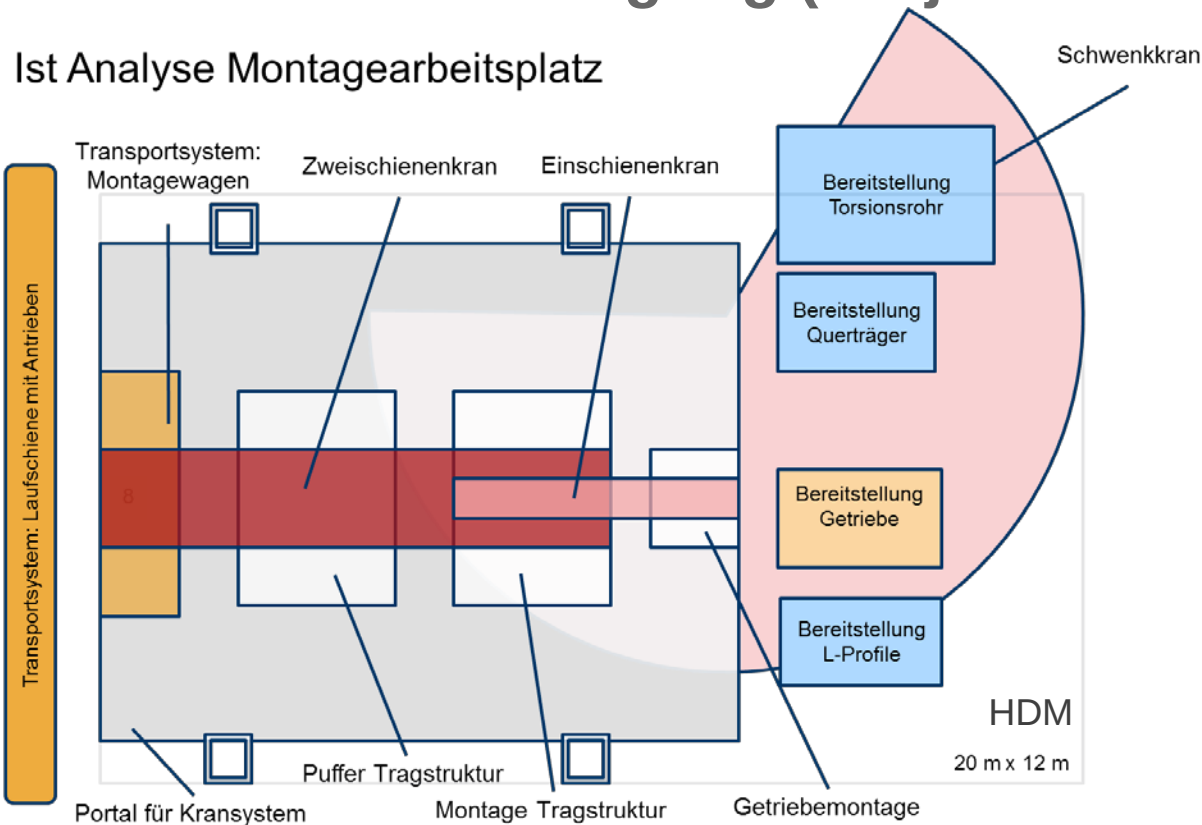
Arbeiten des DLR bei der Entwicklung von Heliostaten

- Beratung der Unternehmen
 - Spezifikationen (insb. Windlasten)
 - Qualifizierung (optische Qualität)
 - Feldauslegung (Ray-Tracing-Tools)
- Neue Lösungsansätze entwickeln
 - erarbeiten (Überblick dank langjährige Erfahrung)
 - bewerten (Windlasten, Optik und Kosten)
 - bauen und testen (Erhöhung der „Bankability“)
- Grundlagenforschung
 - Offene Fragen beantworten (Anströmbedingungen)
 - Kostenreduktion der Lebensdaueranalyse (Bestimmung der dynamischen Windlasten)



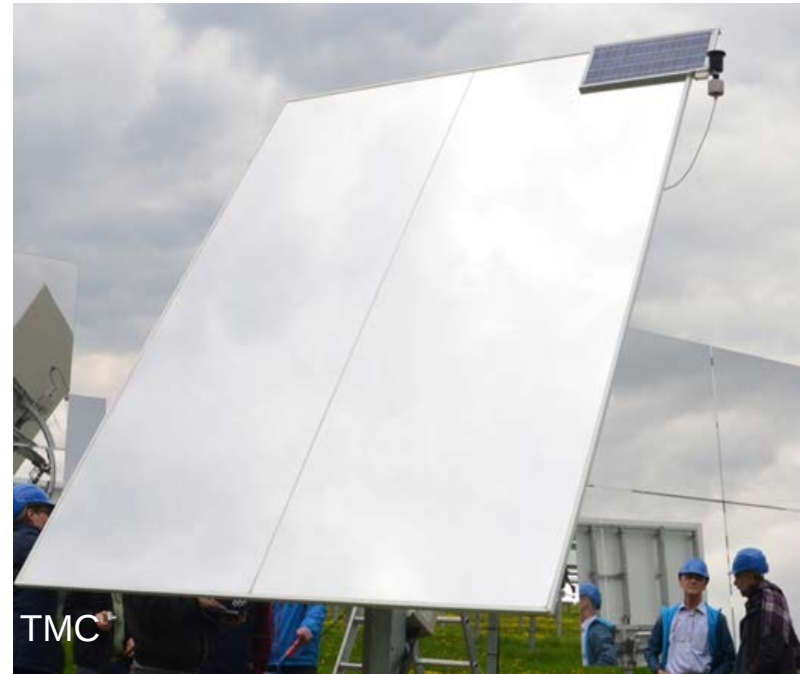
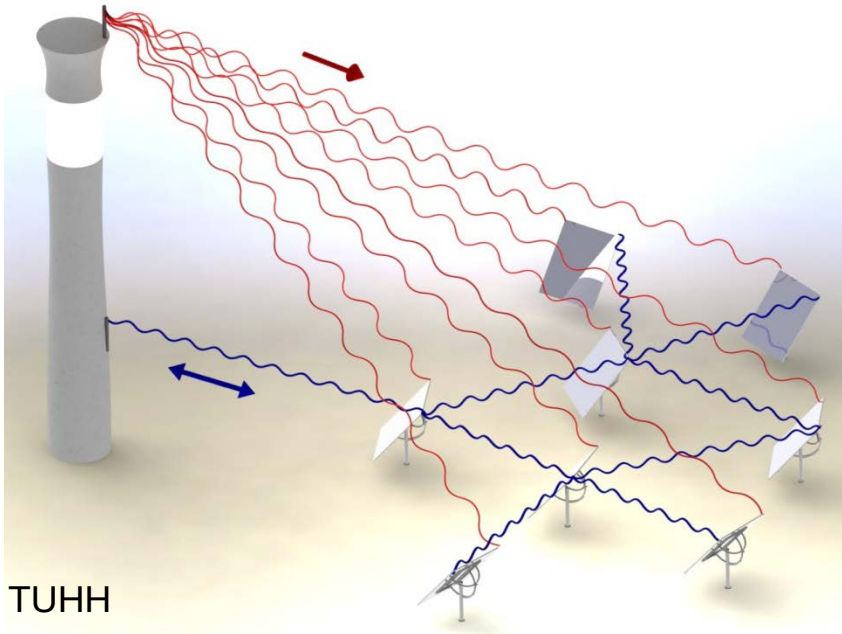
Beratung:

Kostenoptimierte Heliostatfertigung (Projekt HelFer)



- Kostenreduktion der Heliostate durch die aufeinander abgestimmte Entwicklung von Produktionsverfahren und Strukturen (Partner: HDM und KAM)
- DLR-SF: Spezifikationen (insb. Windlasten), Qualifizierung in Fertigung und im Betrieb, Modalanalyse

Ansätze zur Reduktion der Heliostatfeld-Kosten: Autonomer Heliostat und Feldsteuerung (Projekt AutoR)



- Vermeidung der Verkabelungskosten (ca. 20% der Gesamtkosten bei 8m²-Heliostaten) durch Netzwerk-Funkkommunikation und PV
- Sicherheit durch zusätzliche direkte Funkkommunikation für Notfälle
- Effizienter Betrieb des Solarfeldes durch Entwicklung eines passenden Heliostatfeld-Leitsystems



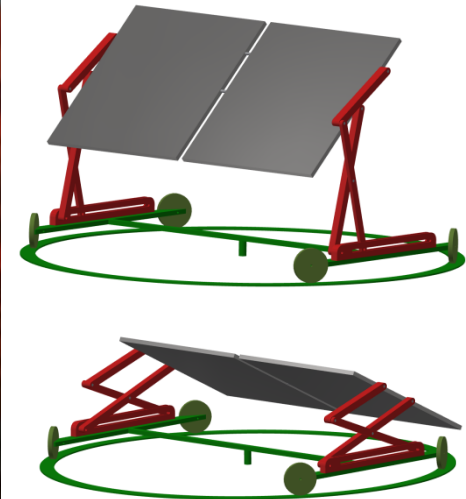
Ansätze zur Reduktion der Heliostatfeld-Kosten: Radkranz-Heliostat (Projekt AutoR)



- Durch Radkränze sehr günstige Antriebe (Reduktion Antriebskosten um 60% = Red. der Heliostatkosten um ca. 20%) und hohe Steifigkeit (geringe dynamische Lasten)
- Prototyp für Tests am Solarturm Jülich aufgebaut
- Kettenantrieb durch Vorspannung annähernd spielfrei



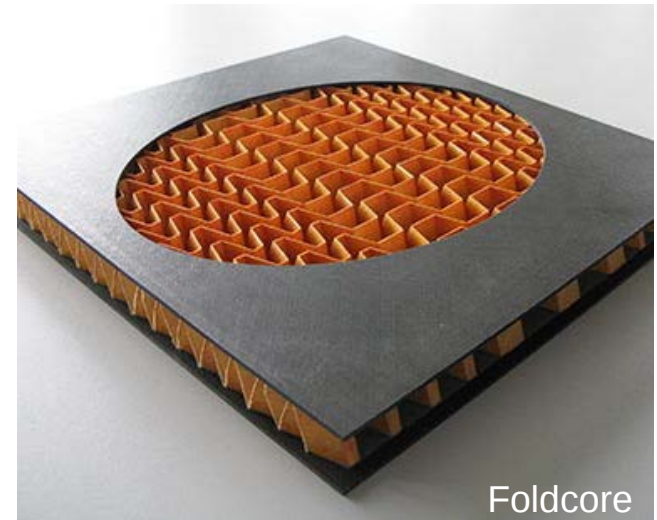
Ansätze zur Reduktion der Heliostatfeld-Kosten: Laydown-Heliostat



- Winkel- und Höhenverstellung zugleich durch Scherenmechanik (mittig oder außen)
- Geringe Höhe in stow > geringe Windlasten > kostengünstige Spiegelfacette
- Spiegelfläche zeigt in stow nach unten > geringere Verschmutzung
- Gesamtkosten-Abschätzung in Vorbereitung



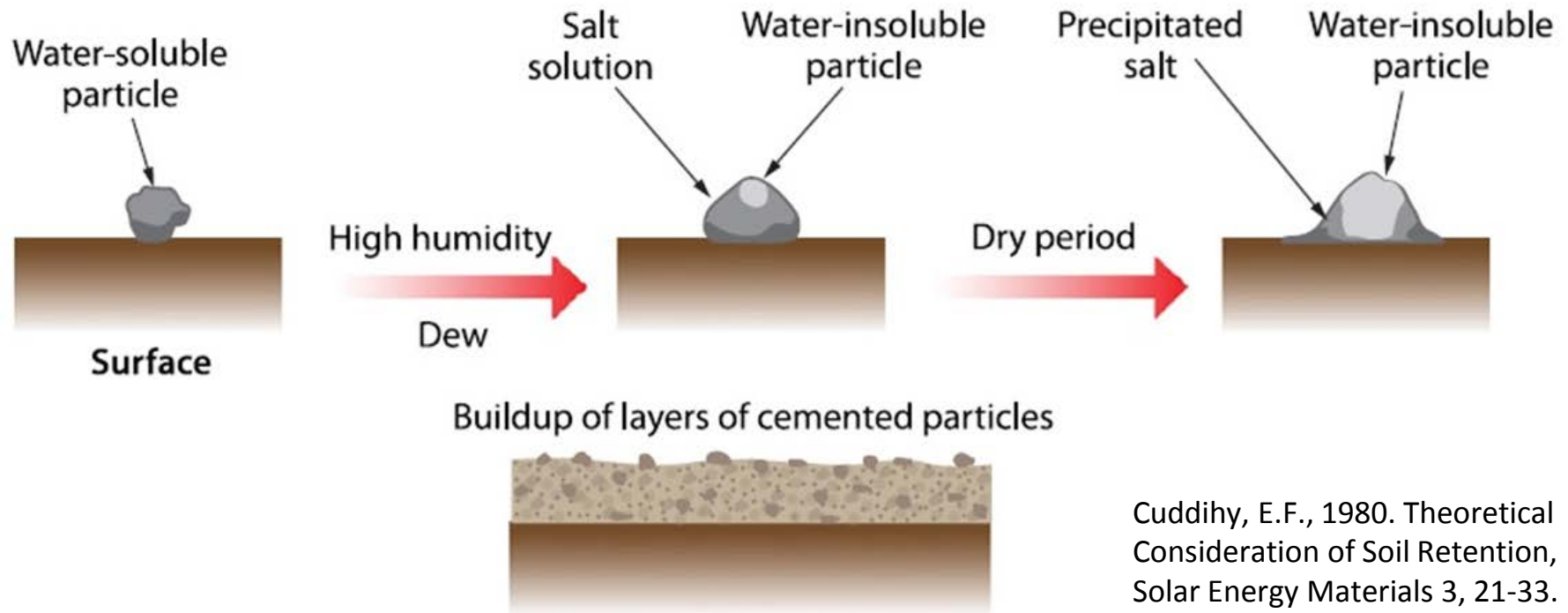
Ansätze zur Reduktion der Heliostatfeld-Kosten: Sandwichfacette



- Sandwichfacetten: hohe Reflektivität, Formgenauigkeit, Hagelbeständigkeit und Montagefreundlichkeit
- Bei äußerer Halterung und Windlastreduzierung kostengünstige Kernmaterialien möglich



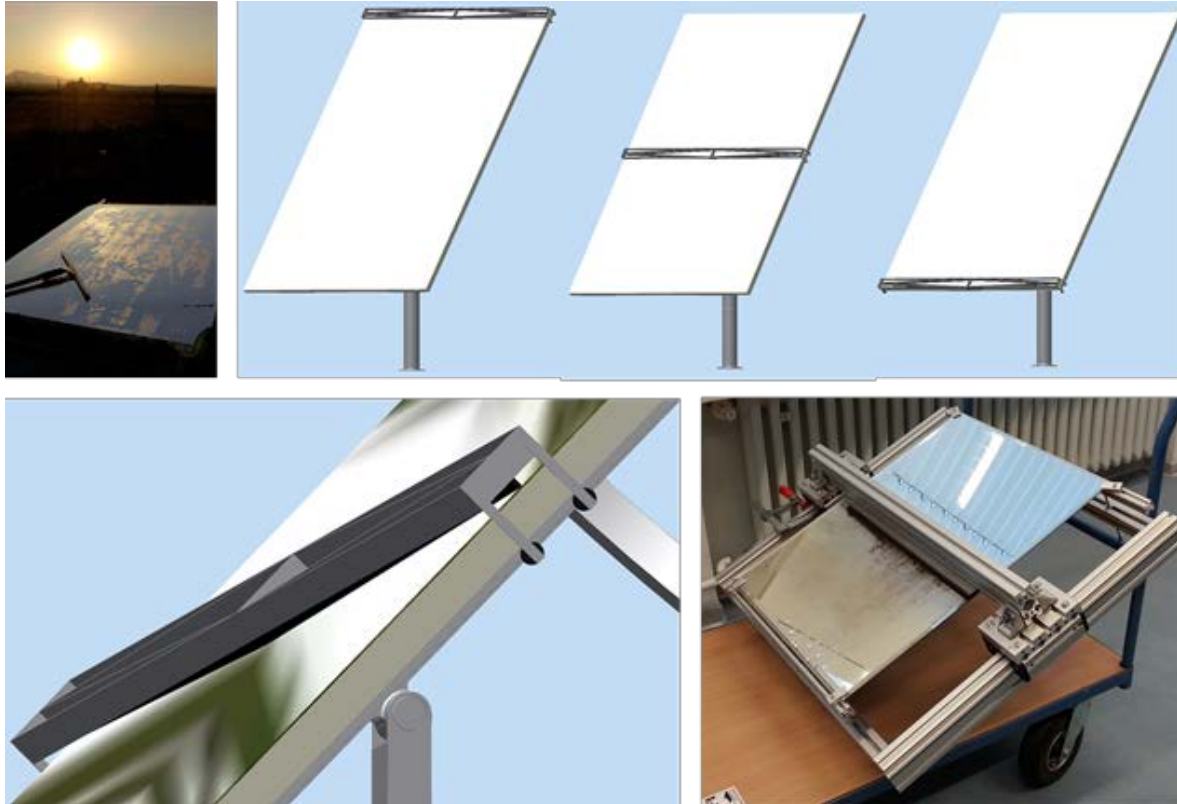
Ansätze zur Reduktion der Heliostatfeld-Kosten: Schwerkraft-bewegte Abziehlippe (Master-Arbeit Z. Farag)



- Stark haftende Verschmutzung der Spiegel durch Feuchtigkeit + Trocknung (Bürsten)
- Reinigung der Spiegel sobald feucht wäre einfacher
- Sehr häufiges Reinigen wäre erforderlich > mit bisherigen Mitteln zu teuer



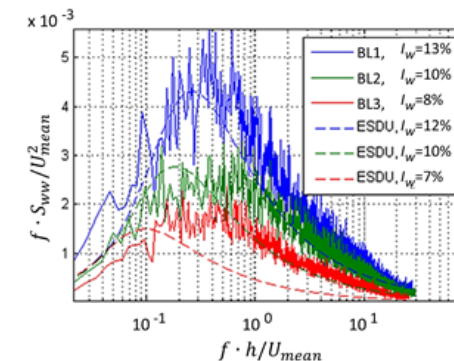
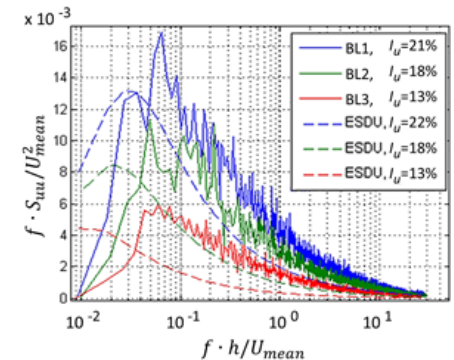
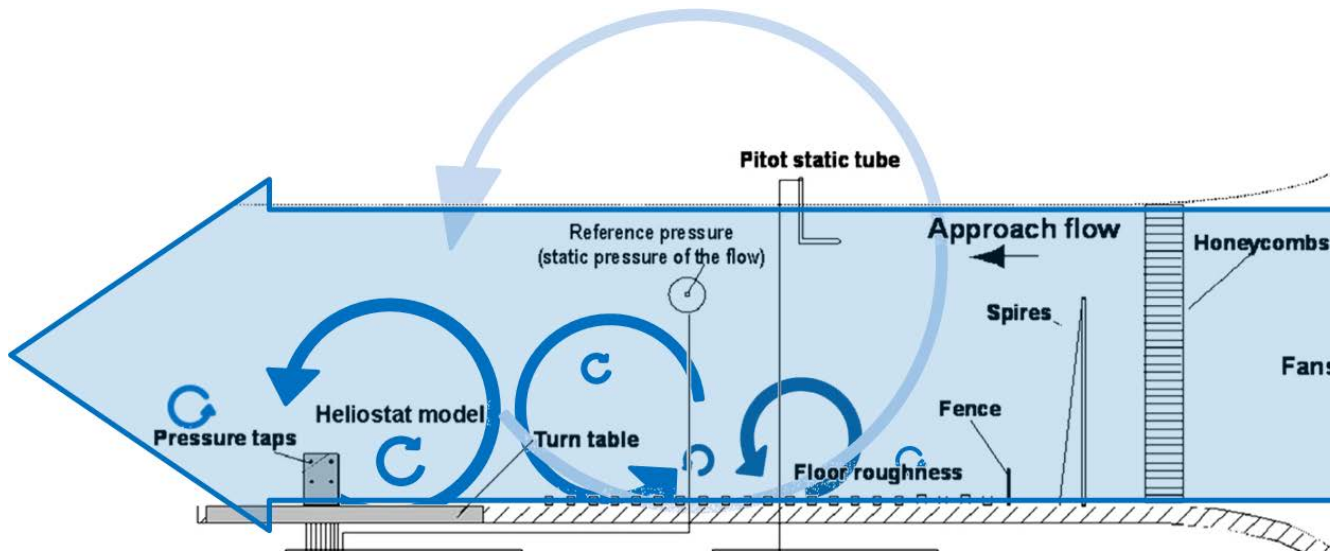
Ansätze zur Reduktion der Heliostatfeld-Kosten: Schwerkraft-bewegte Abziehlippe (Master-Arbeit Z. Farag)



- Gering haftende Verschmutzung durch Abziehlippe entfernbar
- Bewegung durch Schwerkraft
- Erste Labortests zeigten prinzipielle Eignung des Ansatzes



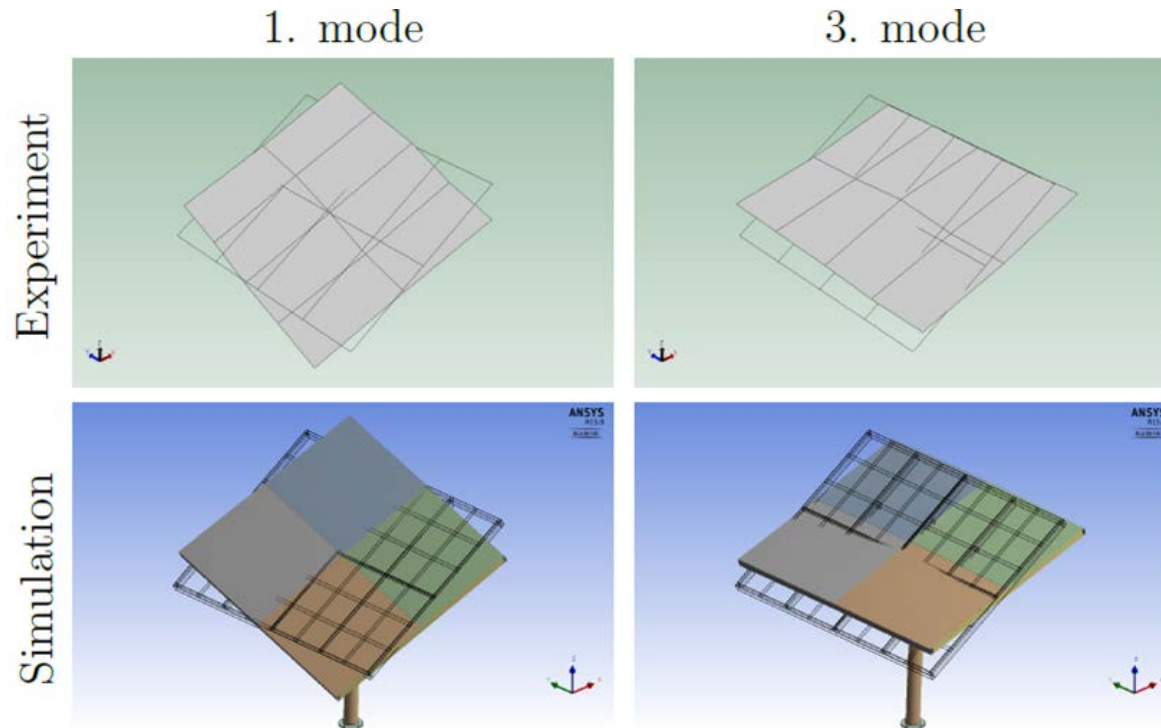
Grundlagenforschung: Anströmung im Windkanal (Projekt AutoR)



- In Windkanälen können größere Turbulenzstrukturen nicht simuliert werden, was zu einer Verschiebung bei den Turbulenzspektren führt.
- Versuche mit unterschiedlichen Einbauten zeigten, dass diese Verschiebungen keinen signifikanten Einfluss auf die Widerstandsbeiwerte haben.
- Änderung der Turbulenzintensität bei unterschiedlichen Heliostathöhen relevant.



Grundlagenforschung: Modalanalyse (Projekt HelFer)

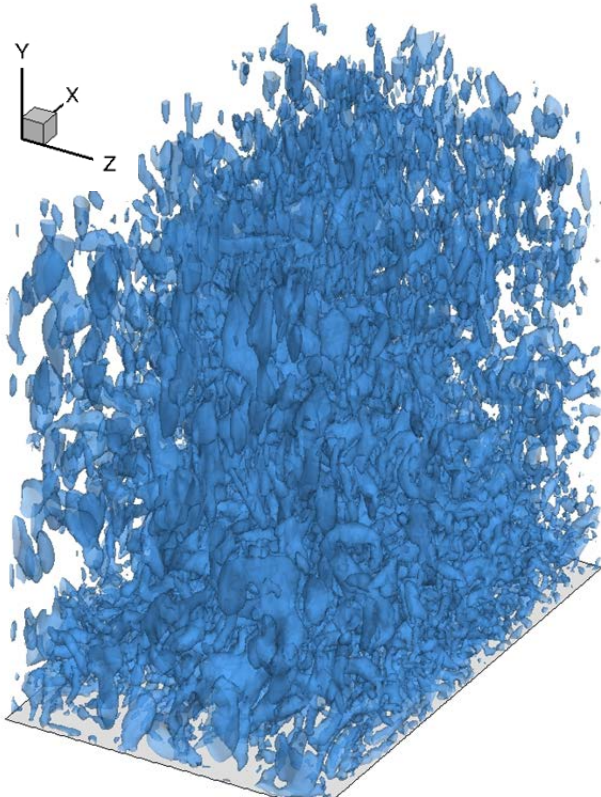


- Modalanalyse: Gute Übereinstimmung von Simulation und Messungen mit Schwingungssensoren
- Falls Eigenfrequenz mit Frequenzen der Anströmung übereinstimmt: Erhöhung der Steifigkeit und/oder der Dämpfung des Heliostaten erforderlich

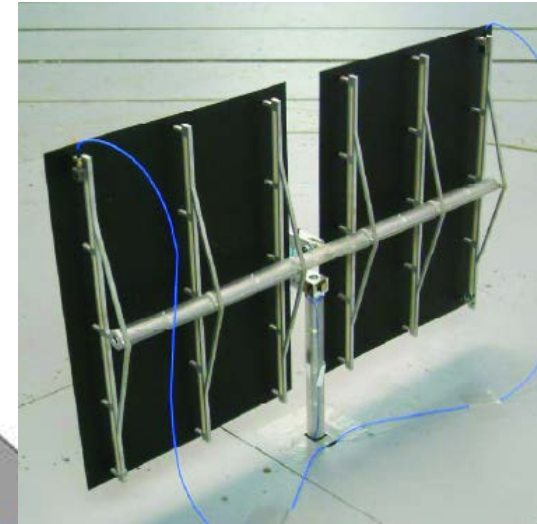
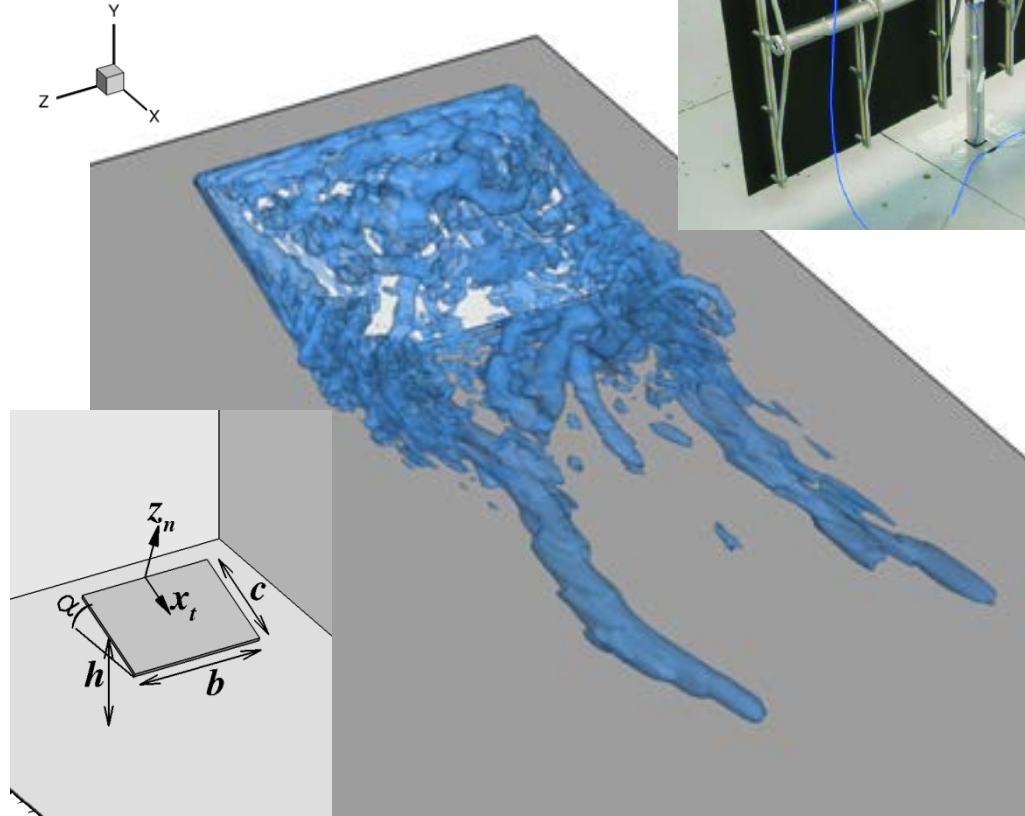


Grundlagenforschung: Large Eddy Simulation (Projekt AutoR)

Turbulente Anströmung



Ablösungen am Heliostaten

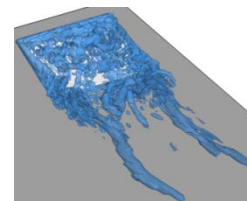
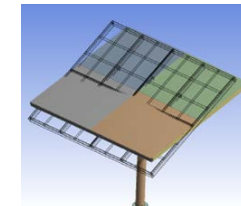
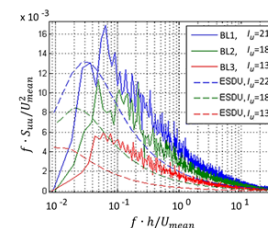
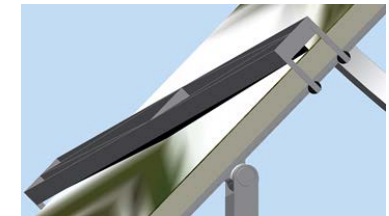
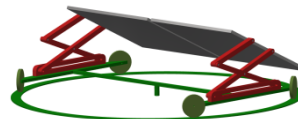
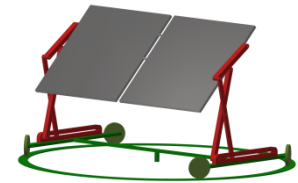
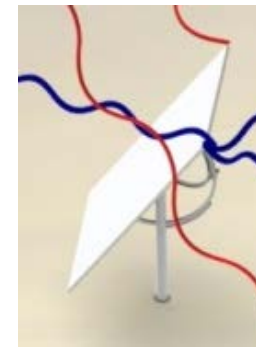
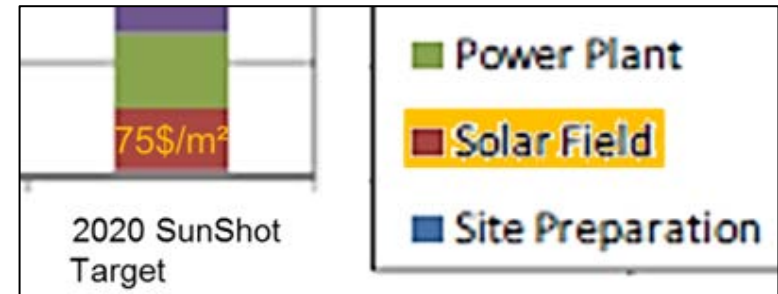


- Berechnungsverfahren für dynamische Lasten des Heliostaten in Entwicklung
- Genauer als Modalanalyse und als aufwendige aeroelastische Versuche



Zusammenfassung

- Der Kostendruck erfordert neue Heliostatkonzepte, die von Unternehmen alleine nicht entwickelt werden können.
- Unterstützen möchte das DLR durch Beratung bei der Heliostat-Entwicklung, Entwicklung neuer Heliostat-Konzepte und Grundlagenforschung.
- DLR-SF verfolgt zusammen mit Partnern einige aussichtsreiche Ansätze hinsichtlich Heliostat-Fertigung, -Design und Spiegelreinigung.
- Windlasten und dynamisches Verhalten der Heliostate wird grundlegend erforscht zu deren einfacheren und genaueren Bestimmung.



Aktuelle Entwicklungen bei Heliostaten

Sonnenkolloquium 2015, Köln

Andreas Pfahl

Fabian Gross

Phillip Liedke

Christoph Prahl

Felipe Vasquez

Danke für die Konzentration

Gefördert durch: (Projekte Helfer und Autor)



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

