

16. Kölner Sonnenkolloquium

Optische Qualifizierung von Heliostatfeldern für Forschung und Industrie

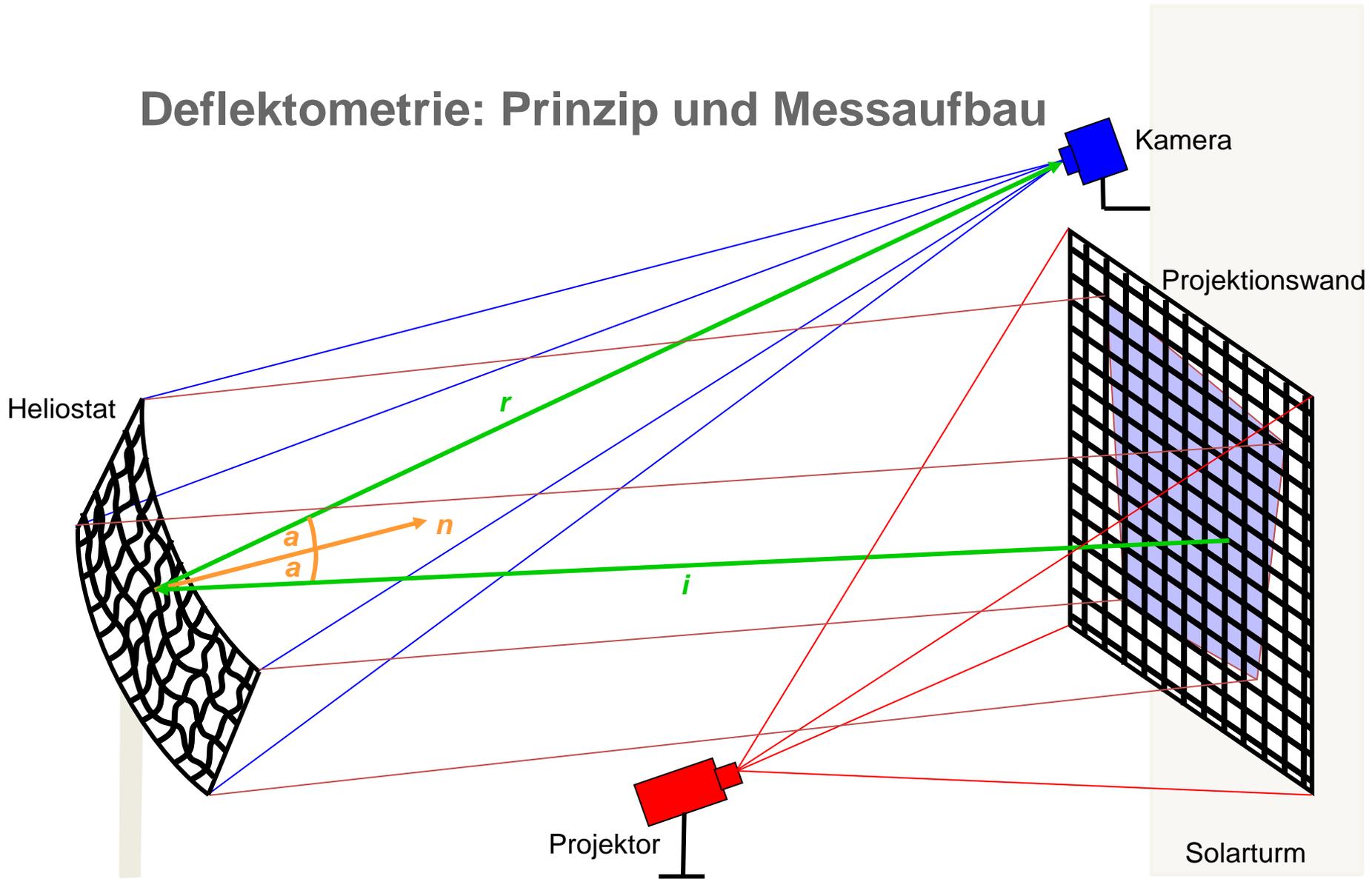
Felix Göhring, Nils Ahlbrink, Eckhard Lüpfer, Amadeus Rong,
Marc Röger, Peter Schwarzbözl (DLR), Ansgar Macke (CSPS)



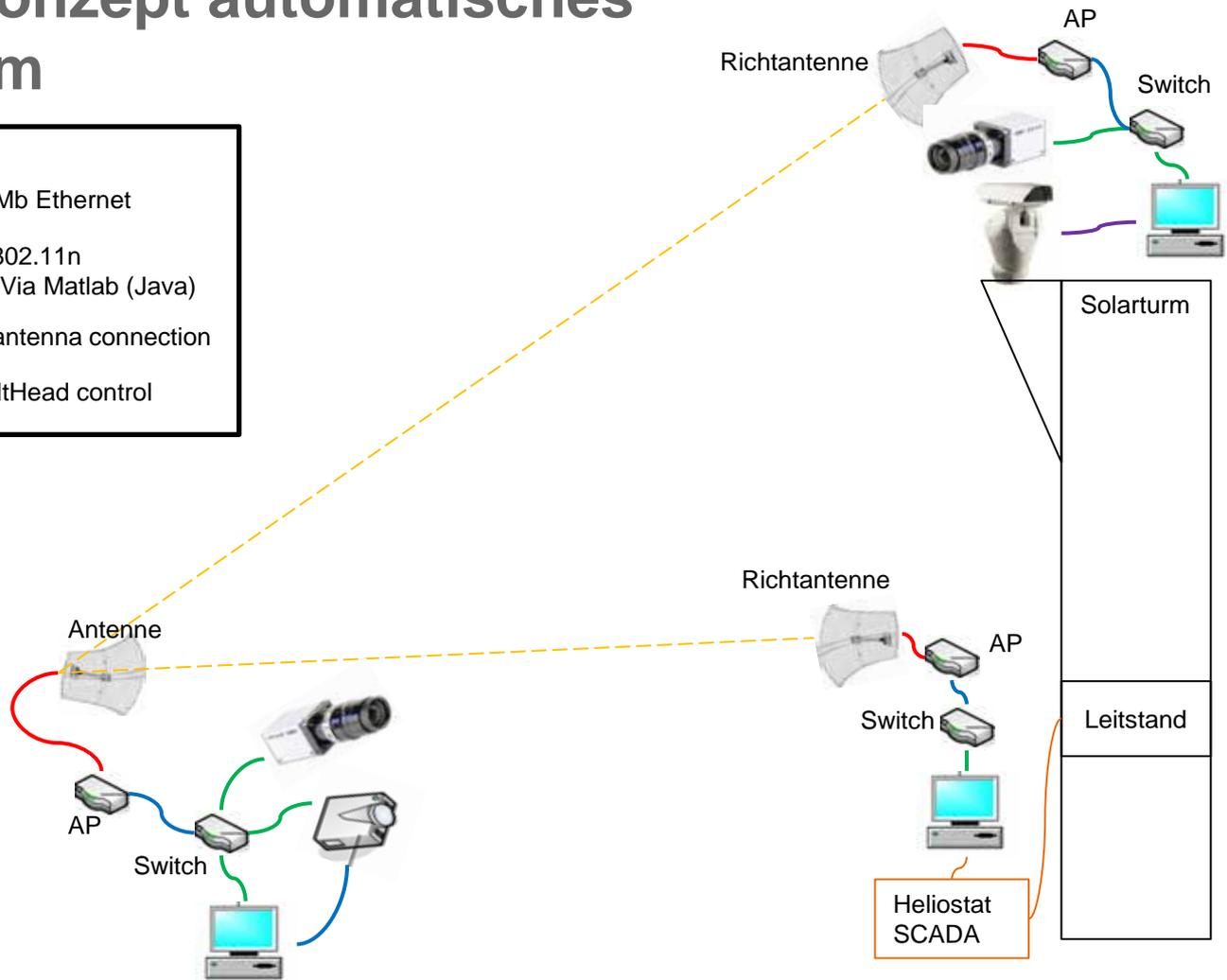
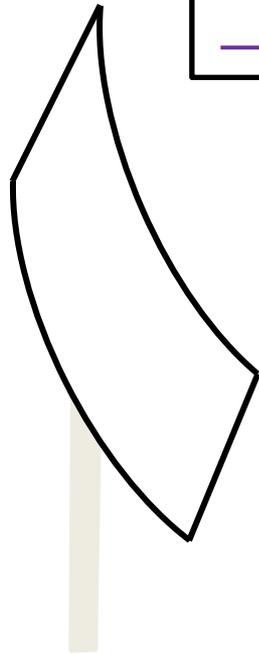
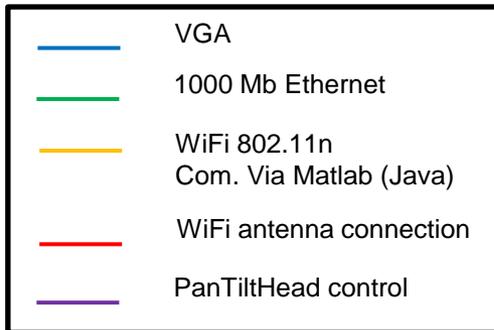
Wissen für Morgen



Deflektometrie: Prinzip und Messaufbau



Hardwarekonzept automatisches Messsystem



Messgenauigkeiten und -geschwindigkeiten

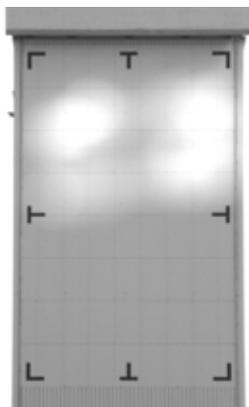
- Aufnahmezeit: <1 Min. pro Messung
- Auswertzeit: <1 Min. pro Messung (bei höchster Auflösung)
- Maximale Auflösung: bis zu 1 Millionen Messstellen pro Spiegel
- Messfehler: <0,2 mrad (abhängig von Messaufbau)



Beispiel: Heliostatfeldertüchtigung

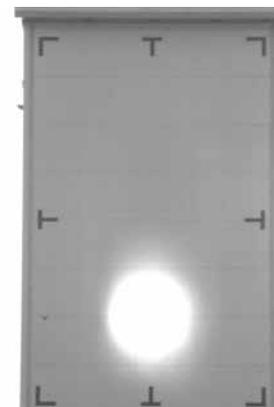
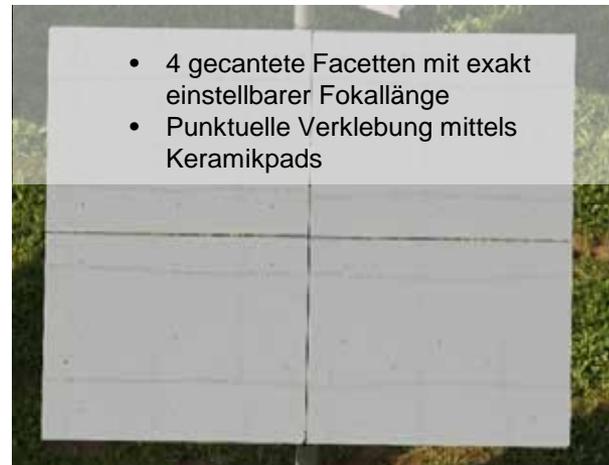
Bestandsheliostate

- 1 Facette
- Vollst. Verklebung des Stahlrahmens mit Spiegel



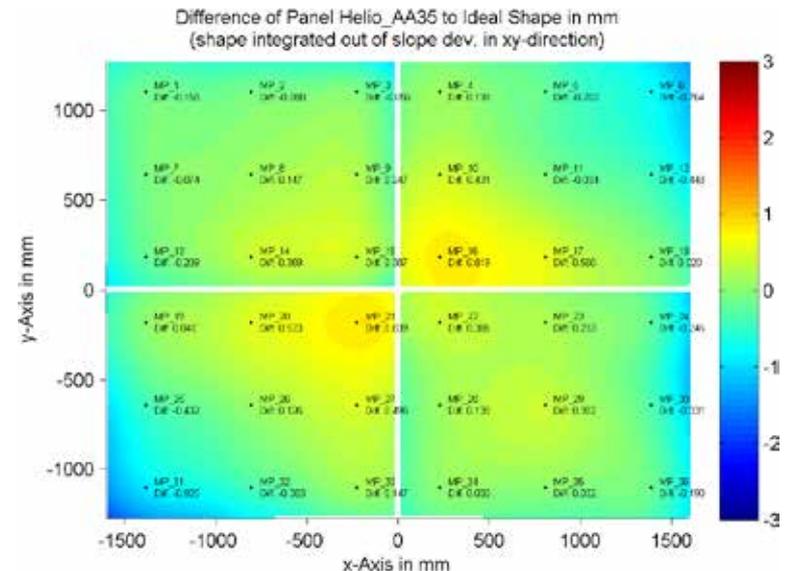
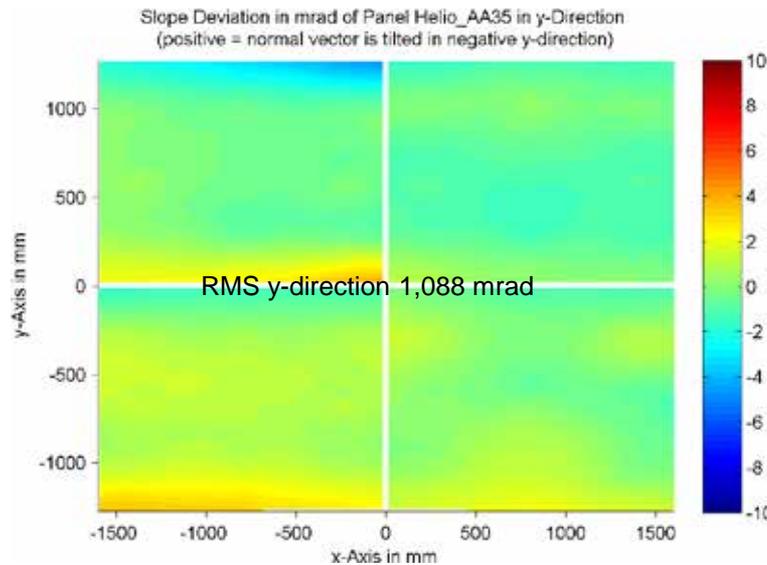
neue Heliostate

- 4 gecantete Facetten mit exakt einstellbarer Fokallänge
- Punktuelle Verklebung mittels Keramikpads

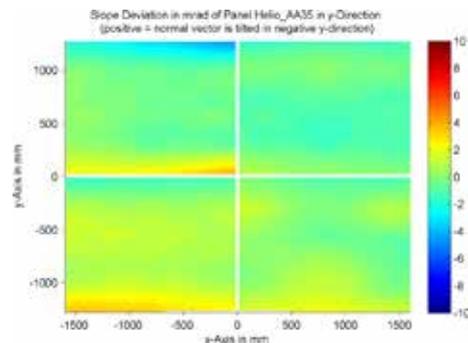


Anwendung: Rückmeldung an Installationsprozess

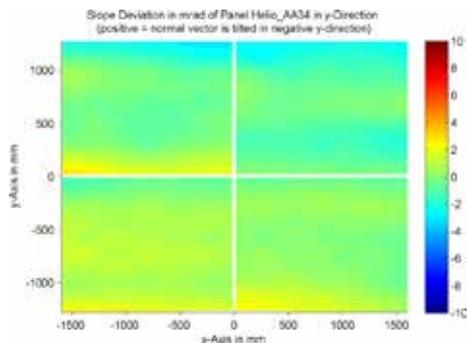
- Je nach Fertigungsverfahren untersch. Möglichkeiten der Rückmeldung an den Installationsprozess
- Abweichung der Spiegelform in mm kann direkt von der Justagestation übernommen und umgesetzt werden



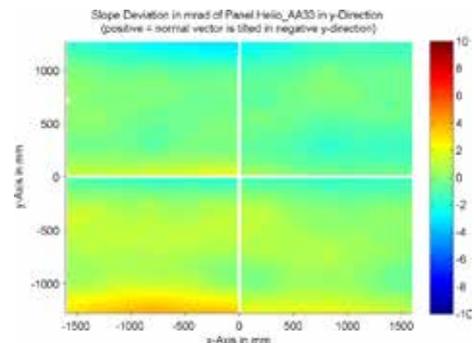
Beispiel: Identifikation systematischer Fehler in der Fertigung



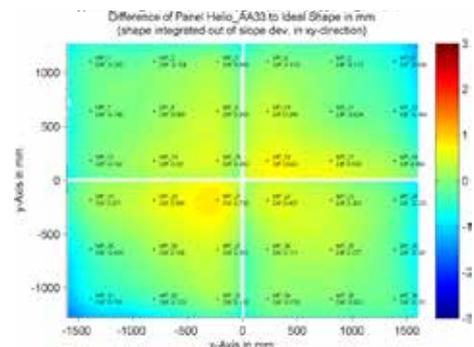
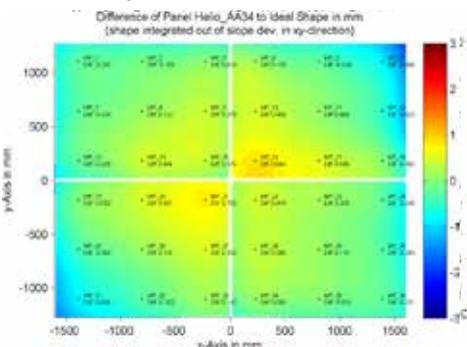
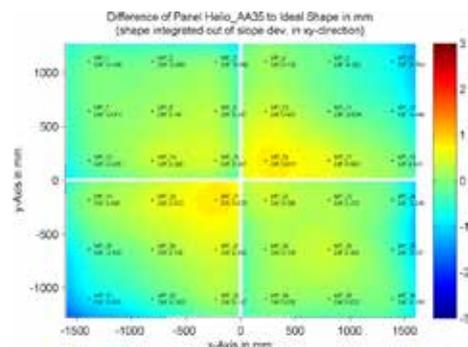
RMS y-direction 1,088 mrad



RMS y-direction 1,015 mrad



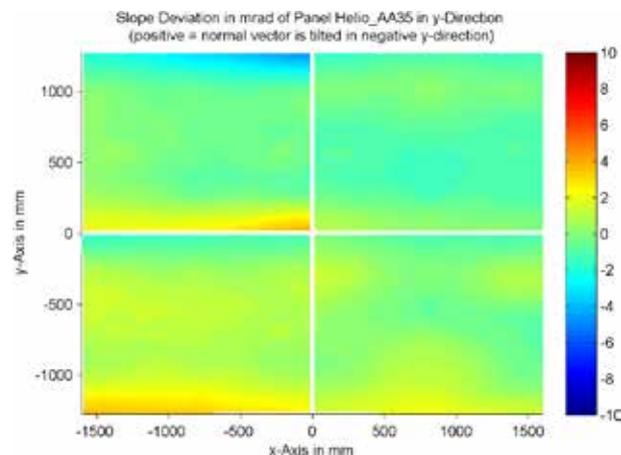
RMS y-direction 1,074 mrad



à gute Ergebnisse, aber Verbesserung möglich!

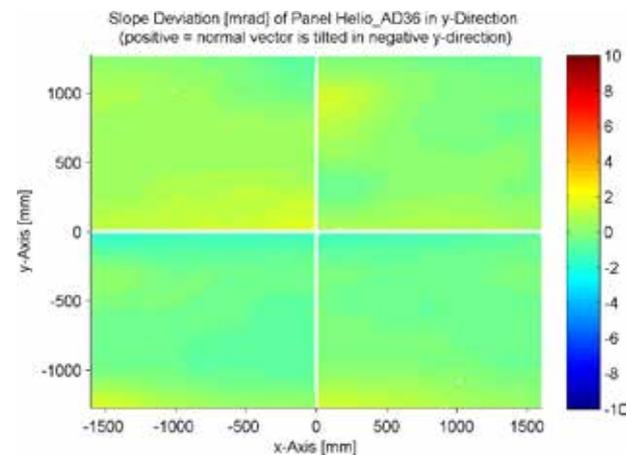


Beispiel: Korrektur systematischer Fehler

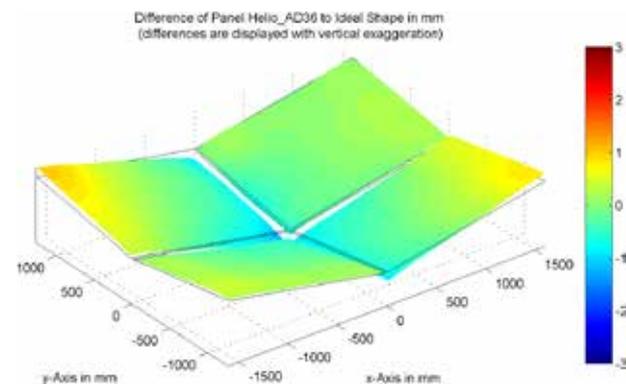
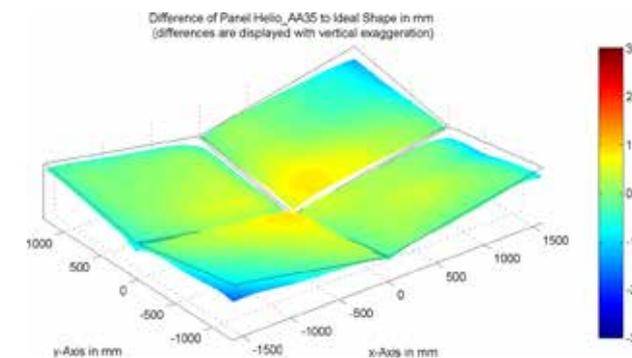


RMS y-direction 1,088 mrad

weitere Verbesserung erreicht
→



RMS y-direction 0,589 mrad

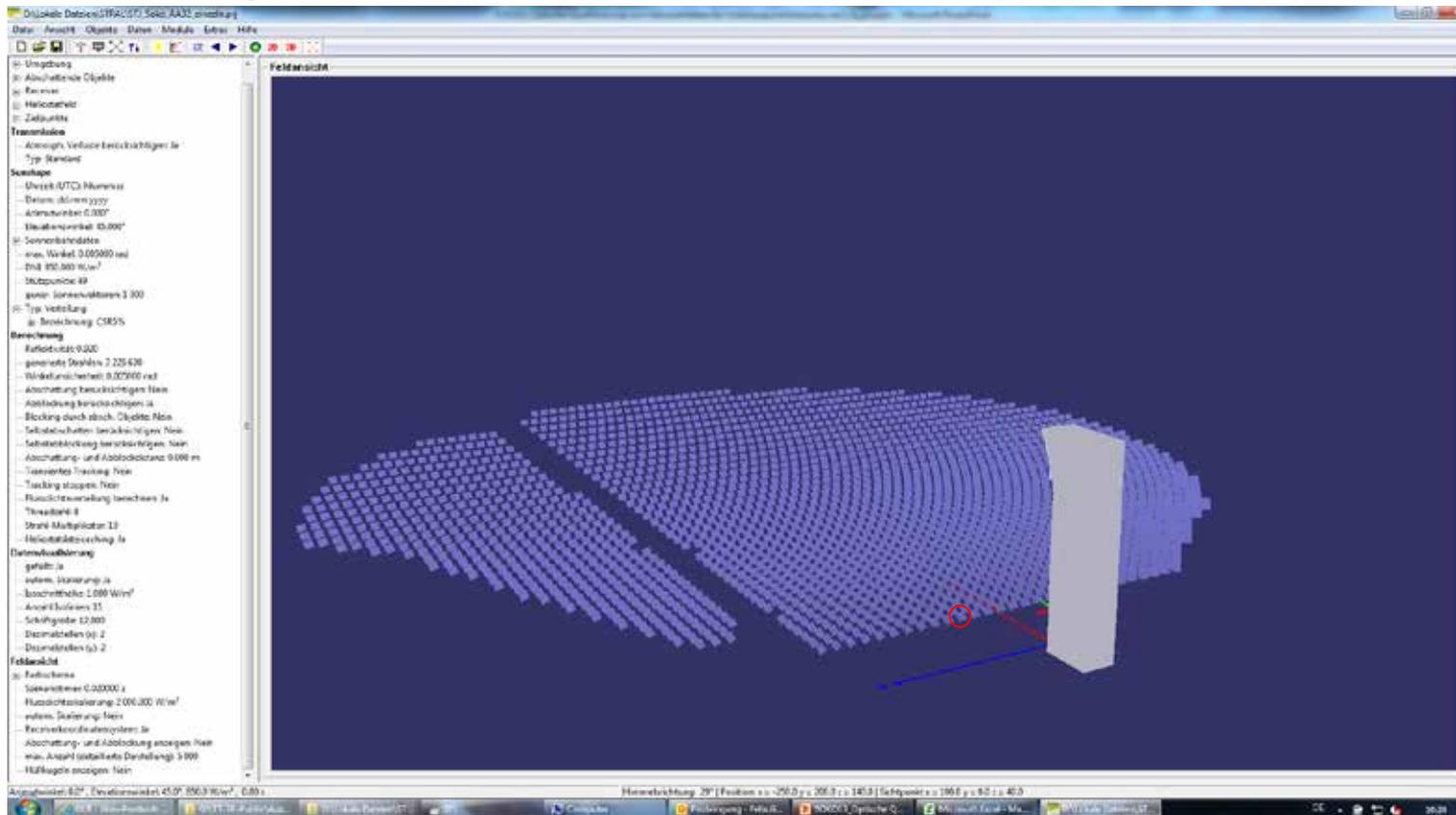


Anwendung: Qualitätsvergleich und -abnahme von Heliostaten und Heliostatfeldern

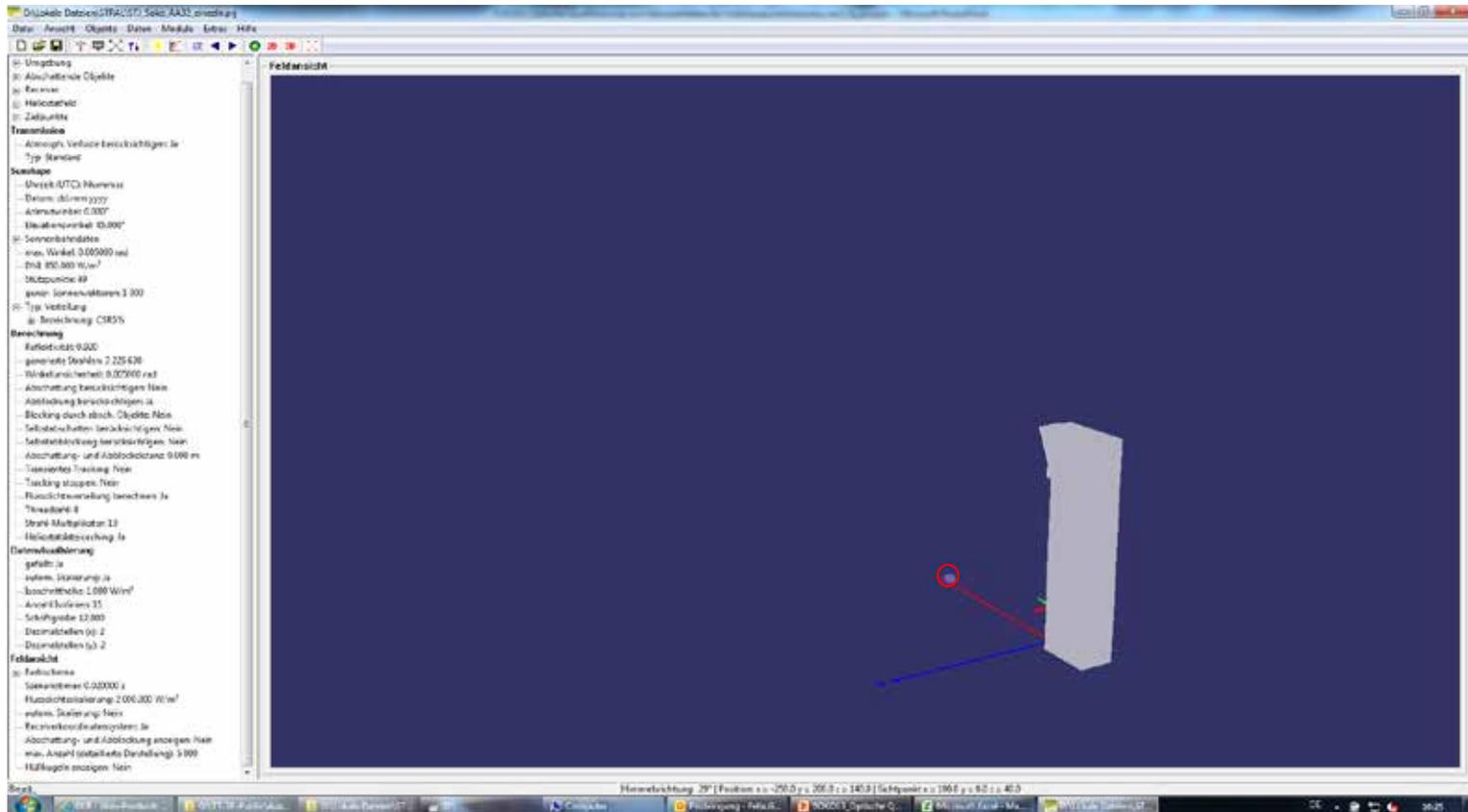
- Vergleich gleicher als auch unterschiedlicher Spiegel untereinander durch das flächenunabhängige Maß „Slope Deviation“
- Heliostatabnahmen mittels eines Leistungskriteriums
- In Kombination mit gemessenen Trackinggenauigkeiten können simulationsgestützt Leistungsabnahmen gesamter Heliostatfelder durchgeführt werden



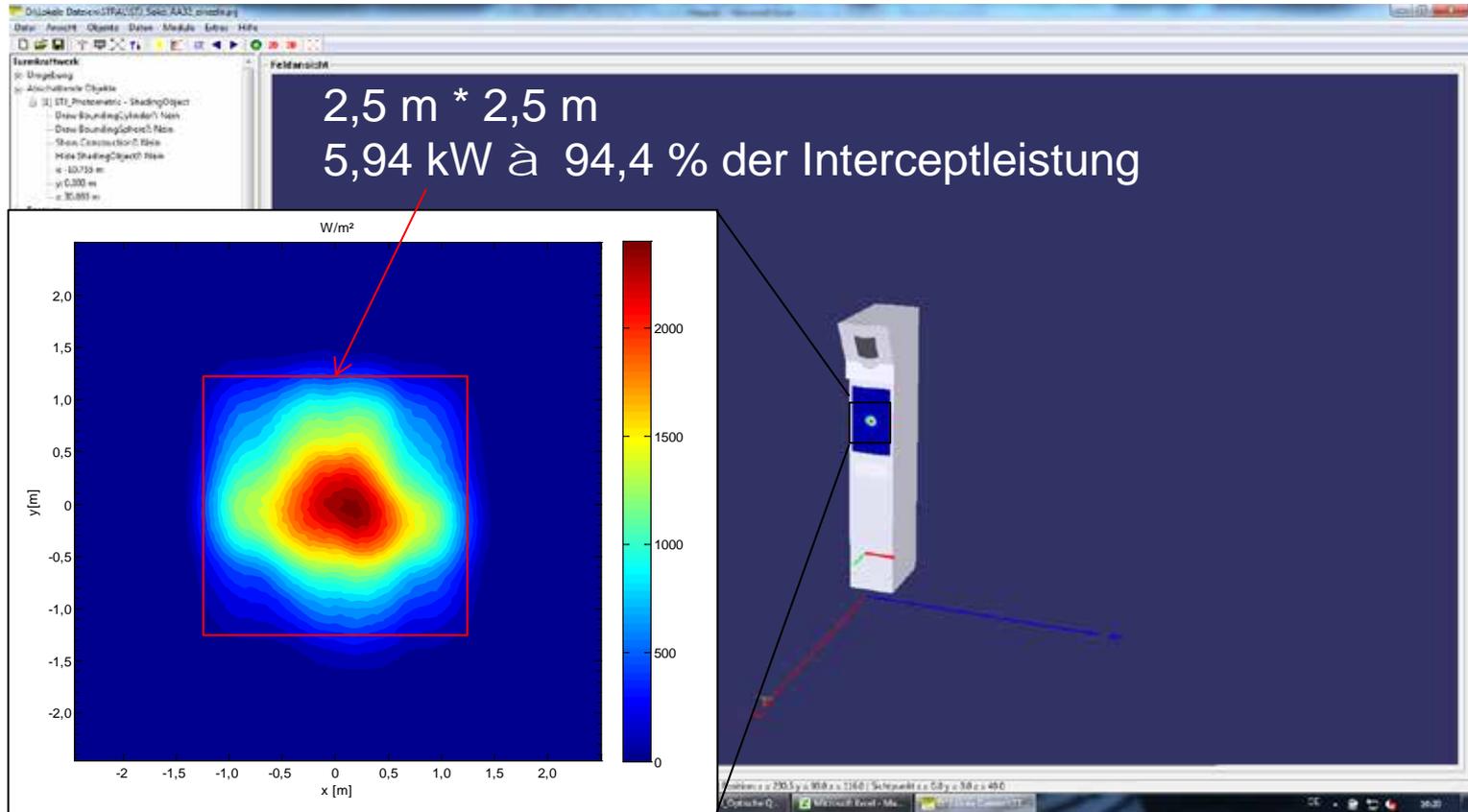
Beispiel: Heliostatabnahme mittels Leistungskriterium



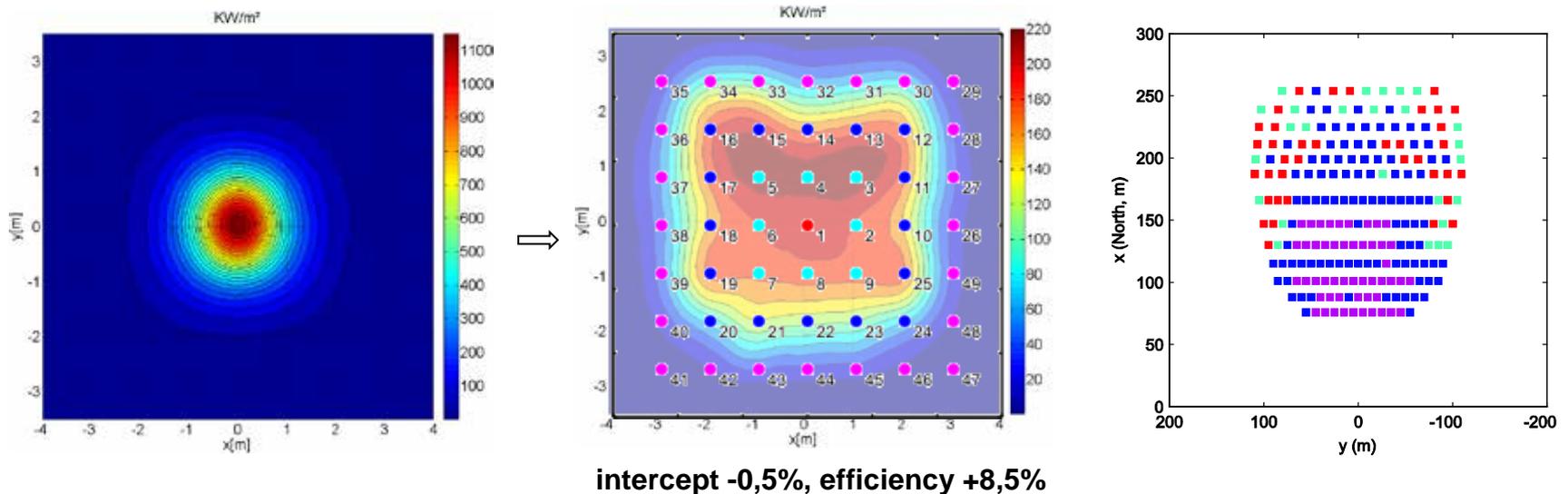
Beispiel: Heliostatabnahme mittels Leistungskriterium



Beispiel: Heliostatabnahme mittels Leistungskriterium



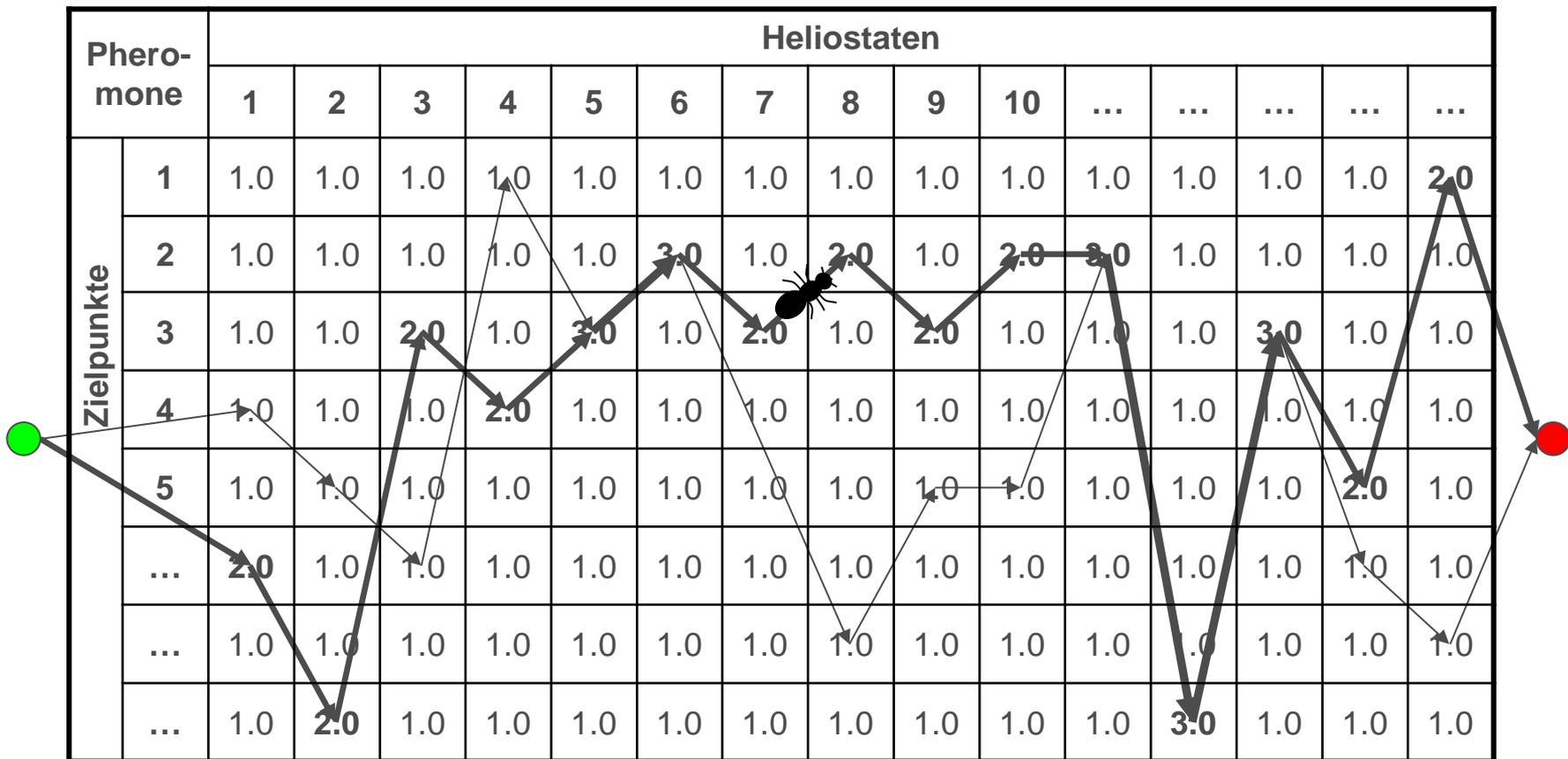
Anwendung: Zielpunktoptimierung



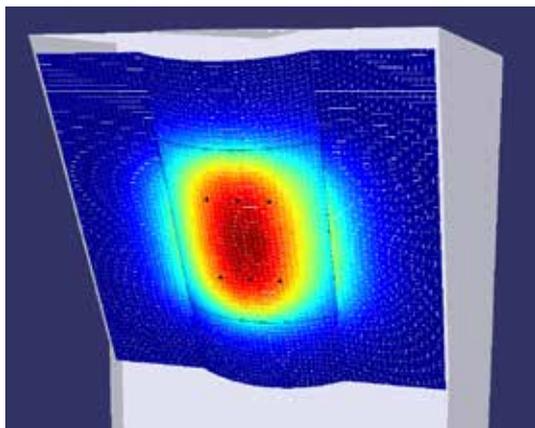
- Problem: Optimale Verteilung der Heliostatbilder auf der Receiverapertur
- à Vereinfachung durch Diskretisierung: Optimale Zuordnung der Heliostaten auf ein Zielpunktgitter
- à nicht (in akzeptabler Zeit) analytisch lösbar
- à Heuristischer Algorithmus basierend auf Schwarmintelligenz (Nachahmung des Verhaltens von Ameisen bei der Futtersuche)



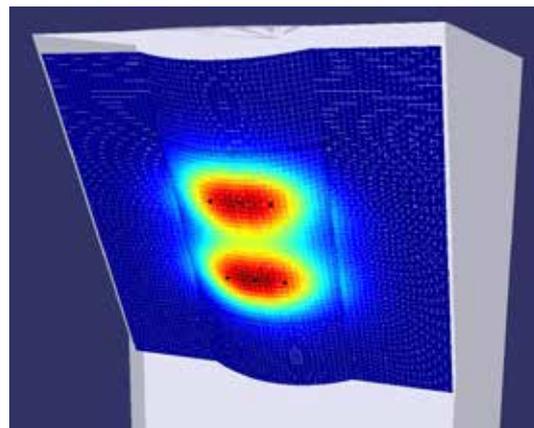
Anwendung: Zielpunktoptimierung



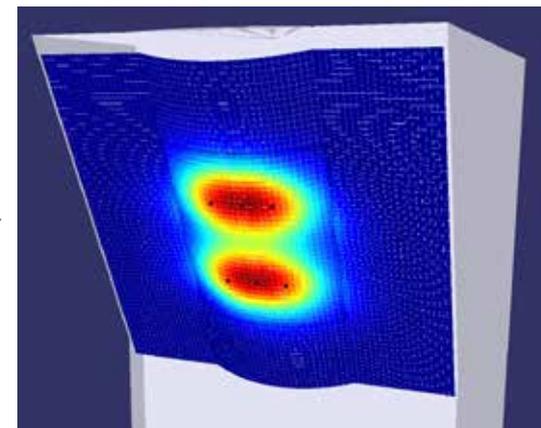
Anwendung: Zielpunktoptimierung



6 Zielpunkte
Ausgangssituation
Intercept: **0.706**

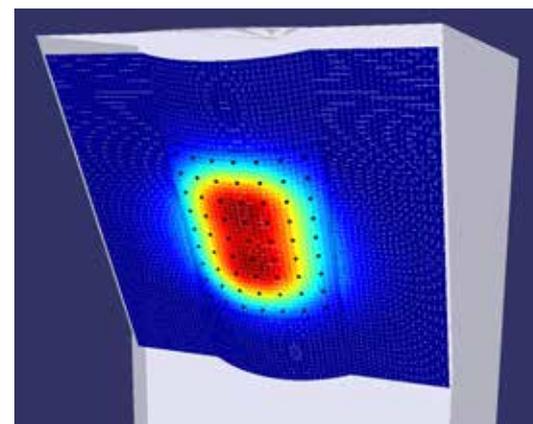
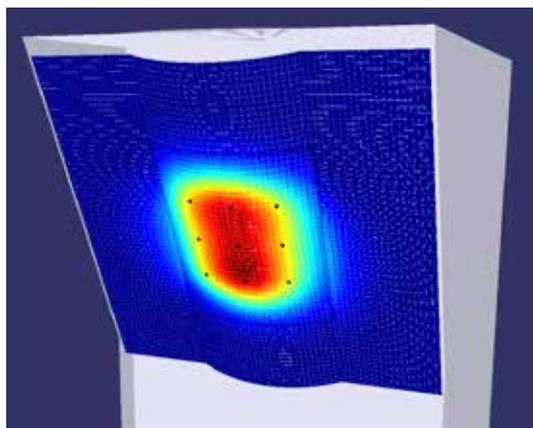


6 Zielpunkte
neue Heliostaten
Intercept: **0.828**



6 Zielpunkte
neue Heliostaten + Optimierung
Intercept: **0.851**

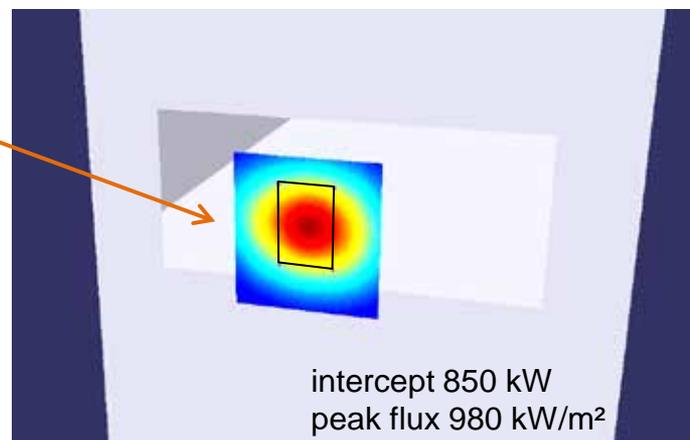
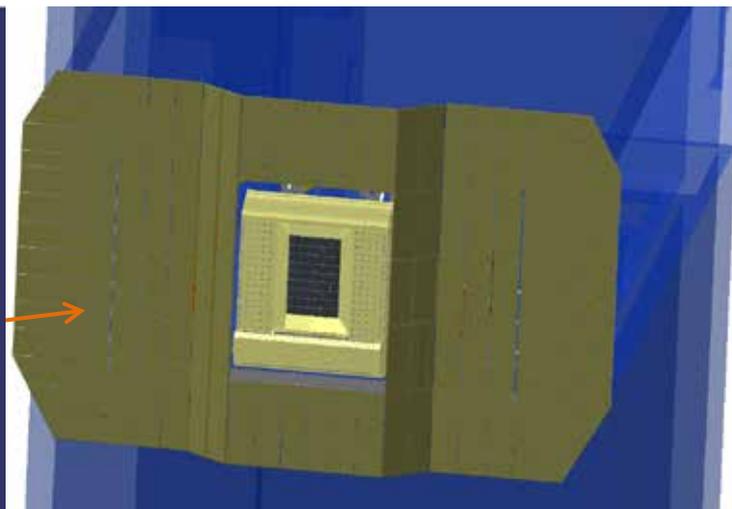
9 Zielpunkte
neue Heliostaten
+ Optimierung
Intercept: **0.858**



81 Zielpunkte
neue Heliostaten
+ Optimierung
Intercept: **0.861**



Anwendung: Planung von Experimenten



Anwendung: Planung von Experimenten

Service:

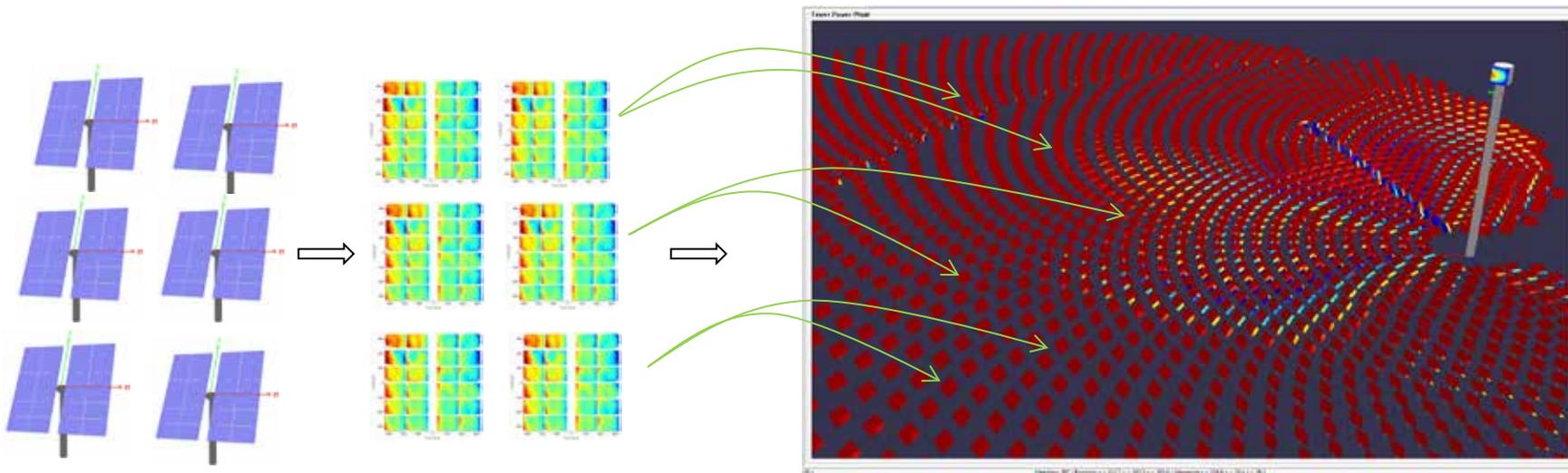
Übergabe der Testeinrichtung (z.B. FE des STJ, SSPS-CRS auf PSA) in virtueller Form an externen Experimentator im Vorfeld der eigentlichen Messkampagne für

- Auslegung des Experimentalreceivers
- Auslegung des Strahlungsschutzes
- Heliostatauswahl
- Zielpunktwahl
- Identifikation möglicher kritischer Zustände



Ausblick

Auslegung von kommerziellen Kraftwerken basierend auf gemessenen Heliostatoberflächen



Bau einer Kleinserie unter kommerziellen Bedingungen

Qualifizierung:

- Deflektometrie
- Tracking-Genauigkeit

- zufällige Verteilung der gemessenen Heliostateigenschaften
- Optimierung der Heliostatpositionen und deren Zielpunkte



