

sbp

schlaich
bergemann partner

Erprobung des neuen Stello-Heliostaten

Finn von Reeken (sbp), Gerhard Weinrebe (sbp), Thomas Keck (sbp), Daniel Nieffer (sbp),
Otmar Dreyer (sbp), uva.

20. Kölner Sonnenkolloquium
Köln, 06.07.2017

1. Stellio
2. Helikontur+
3. Weiterführende Entwicklungen
4. Zusammenfassung und Ausblick



1. Stellio
2. Helikontur+
3. Weiterführende Entwicklungen
4. Zusammenfassung und Ausblick



sbp

schleich
bergemann partner

 **INGEMETAL**
solar

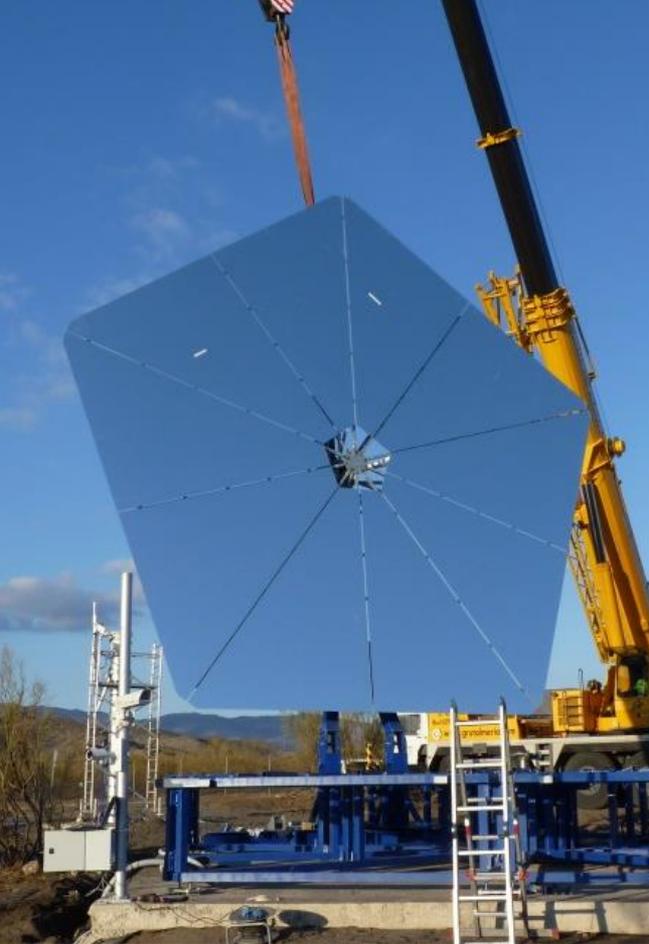
mase**m****c**
MECHATRONICS

sbp
schleich
bergemann partner



Stellio-Konsortium





SolarPACES
Innovation Award

2015

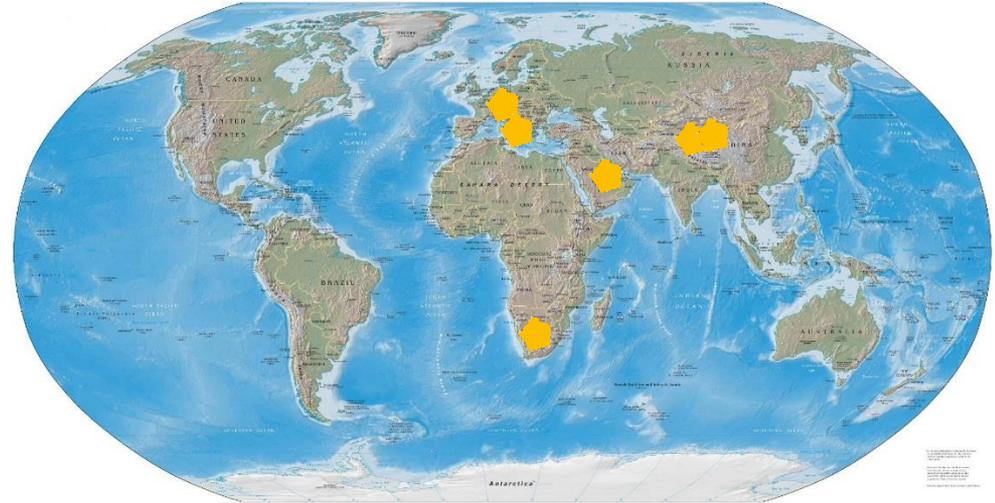
CSP PLAZA
Technology
Innovation Award

2017



47,5 m² / 48,5 m²

- ◆ Vorserie in Jülich
- ◆ Kommerzielle Projekte
 - ◆ 100 MW Redstone, Südafrika
 - ◆ 50 MW Hami / Kumul, China
 - ◆ 100 MW Jinta, Yumen,...
 - ◆ 100 MW DEWA (VAE)
 - ◆ 30 MW San Severo



1. Stellio

2. Helikontur+

3. Weiterführende Entwicklungen

4. Zusammenfassung und Ausblick





DLR Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt



CSP Services
CONCENTRATING SOLAR POWER SERVICES

sbp

schlaich
bergemann partner

sbp

schlaich
bergemann partner

Projektpartner & Fördergeber

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

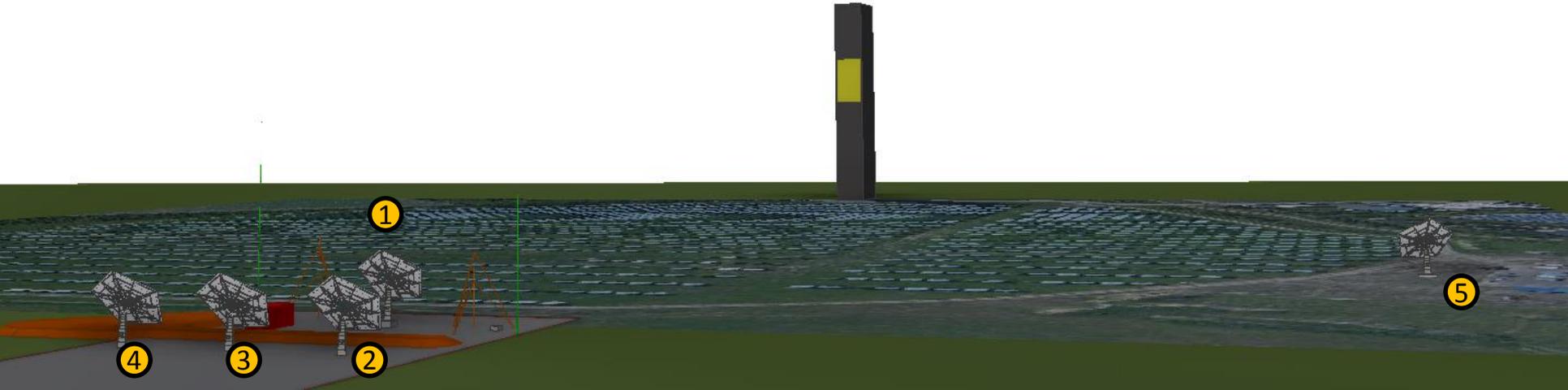
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

AP 0	Spezifikationen
AP 1	Systemdemonstration und Qualifizierung der Heliostaten
AP 1.1	Spezifikation des Testprogramms
AP 1.2	Vorbereitung, Aufbau, Inbetriebnahme Messtechnik Jülich
AP 1.3	Fertigung, Bau und Montage des Heliostatprototyp
AP 1.4	Experimentelle Überprüfung der strukturmechanischen Berechnung
AP 1.5	Testreihe Windlasten
AP 1.6	Validierung Ray-Tracing
AP 1.7	Aufbau und Vermessung Heliostat-Teilfeld
AP 1.8	Dauertests
AP 1.9	Evaluierung Prototyp- und Dauertests inkl. eingesetzte Messtechnik
AP 2	Kostenoptimierte Turmkonstruktionen
AP 2.1	Spezifikation der Lasten
AP 2.2	Grobbewertung der Turmkonzepte
AP 2.3	Detaillierte Auslegung ausgewählter Turmkonzepte
AP 2.4	Ökologische Bewertung (Lebenszyklus-Analyse)
AP 3	Simulationswerkzeuge und Systemanalyse
AP 3.1	Simulationswerkzeuge für die optimale Feldauslegung
AP 3.2	Systemanalyse für Heliostate mit optimierten Heliostatkonturen
AP 3.3	Systemanalyse für Türme mit optimierten Kostenfunktionen
AP 3.4	Systemanalyse für hoch aufgelöste Extinktion und Sunshape Daten
AP 3.5	Systemanalyse unter Beachtung aller neuen Erkenntnisse

Vorserie in Jülich (Helikontur+)

🔹 5 Heliostaten:

- 🔹 Heliostat 1 auf Helitep Plattform
- 🔹 Heliostat 2 bis 4 weiter nördlich mit Rammfundamenten zum Test der gesamten Kommissionierungsprozedur
- 🔹 Heliostat 5 im Westen zum Test einer drahtlosen Version und unterschiedlicher Hauptachsenausrichtung



Optiktests:

- Beamauswertung mit eigener und DLR-SF Kamera
 - Trackinggenauigkeit und Strahlaufweitung
- Vergleich mit Raytracing Simulationen basierend auf Deflektometrie

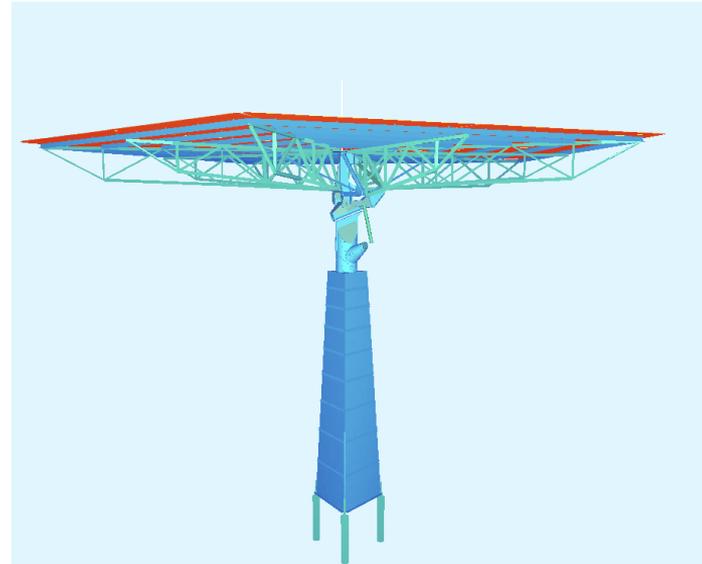
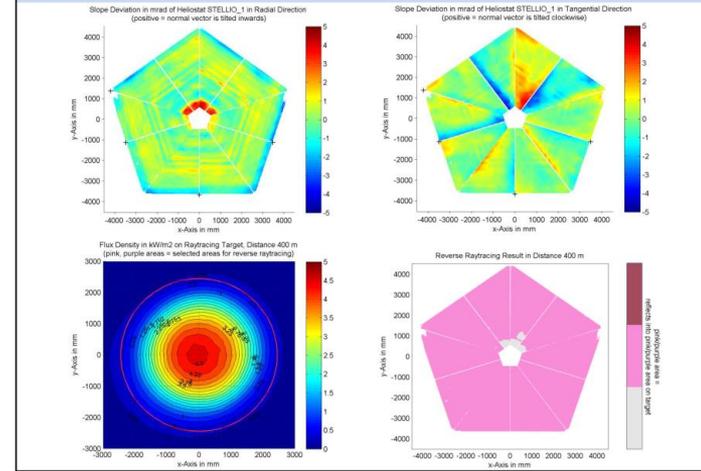
Strukturtests:

- Eigengewichtsdeformation durch Photogrammetrie
- dynamische Auswertung mittels dynamischer Photogrammetrie
- Aufnahme des Windprofils direkt vor dem Heliostaten
- Vergleich mit Windkanalmessungen und FEM
- Modalanalyse

Steuerung:

- Test einer neuen Generation intelligenter Steuerungssoftware
- Optimierung der Trackingparameter
- Test des drahtlosen Systems
- Messungen des Energiebedarfs des Systems

Result Graphs



Inte	SP	Task	Name-part1	Name-part2	Name-part3	Nomen-	Value	Unit	Varia-	Range	Description
rnT		III				clature	Exam-		ble		
est-		Para-					ple		Type		
No.		mete									
O_01	18	Optics	Conc	RealShape_SDrMS	SDRMS		16	mrad	single		RMS value of slope deviations of real con
O_01	19	Optics	Conc	RealShape_SDrx	SDx			mrad	matrix		Slope deviations in horizontal direction
O_01	20	Optics	Conc	RealShape_SDy	SDy			mrad	matrix		Slope deviations in vertical direction (y) d
O_01	21	Optics	Conc	RealShape_HelioOrientation			30		single		Elevation angle for which the
O_01	73	HelioSetup	Facet	ReflectiveArea			4	m ²	single	0 to 250	Total reflective area per facet
O_02	22	Optics	Conc	DeformationByGravity			5 times; 3	mm	matrix		HelioStat deformation due to gravity; 5 tit
O_03	24	Optics	Reflectance	SolarWeightedSpectralR2.6	rsf/SV_15.7		32.5	%	single	0 to 100	Solar weighted spectral reflectance



Guidelines

Guideline for HelioStat Performance Testing

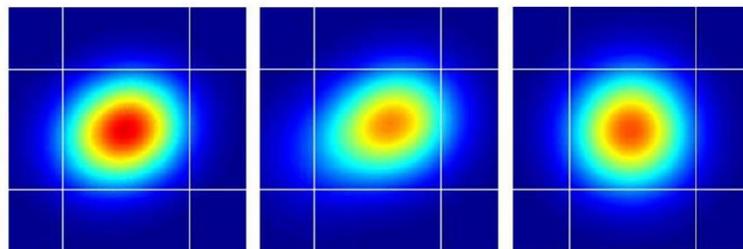
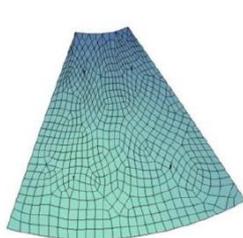
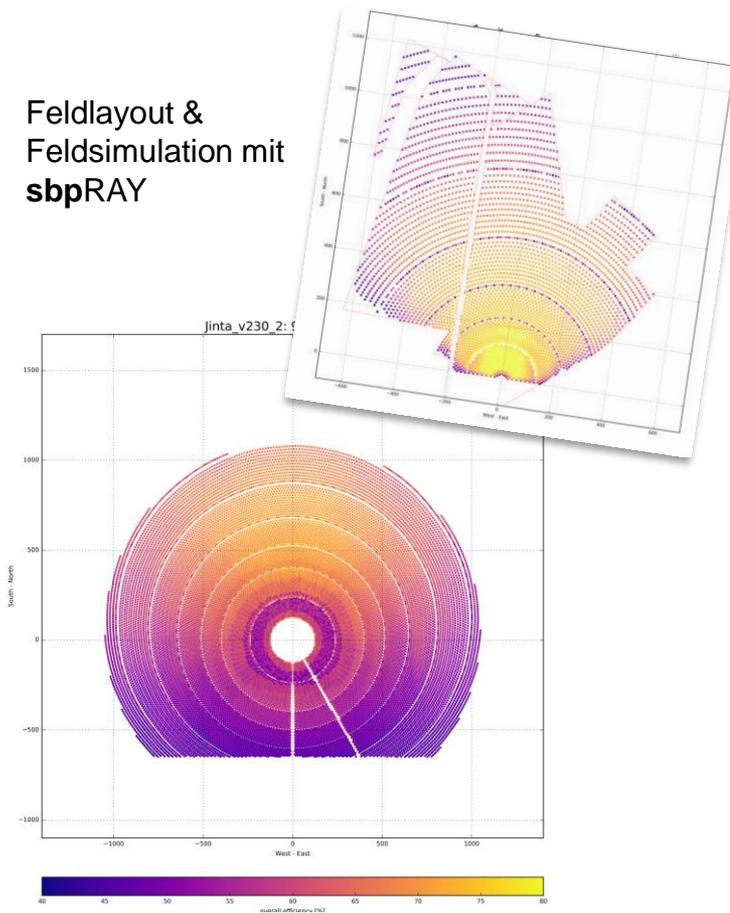
C_11	Tracking	Control	Power	DynamicDrivesSpeed			A				Determination of operation during stop
C_12	Control	Control	Safety	SmartGoToSlow							Dynamic adaptation of drive speeds
C_13	Control	Control	Power	GeneralPowerEnergyDemand			W / Wh				Check of SmartGoToSlow functionality
C_14	O&M	Maintenance		HomingProcedures							Determination of Power / Energy
C_15	Control	Safety		DriveLimitImplementation							Check on repeatability of homing
C_16				HelioStat tracking quality							Check on correct mechanical and
	84	Tracking	Safety	SafeMode			shutdown		string		Brief description on the procedure and
		HelioSetup	Drives	HelioStat Earthing analysis.							
		HelioSetup	Drives	Cabling							Determination of necessary net cable
M_01	O&M	Commissioning	General								Validation on commissioning procedure
M_0	O&M	Maintenance	Accessibility								Accessibility on Maintenance relevant

- ca. 50 Tests zu Charakterisierung des Stellio-Heliostaten in den Bereichen Optik, Struktur und Steuerung
- Testen nach Guideline, um Vergleichbarkeit zu gewährleisten, Standards in der Branche zu setzen und Ausschreibungen transparenter zu machen
- Vergleich von Messungen und Simulationen zur Validierung der Software (sbpRay, FEM Modell, QDec)
- Ziele:**
 - Test der überarbeiteten Stellio-Version
 - Test und Verbesserung der Inbetriebnahme und des Betriebes des Solarfeldes
 - Validierung von Berechnungsmodellen zur weiteren Optimierung
 - Test autonomer Heliostat
 - Systemdemonstration

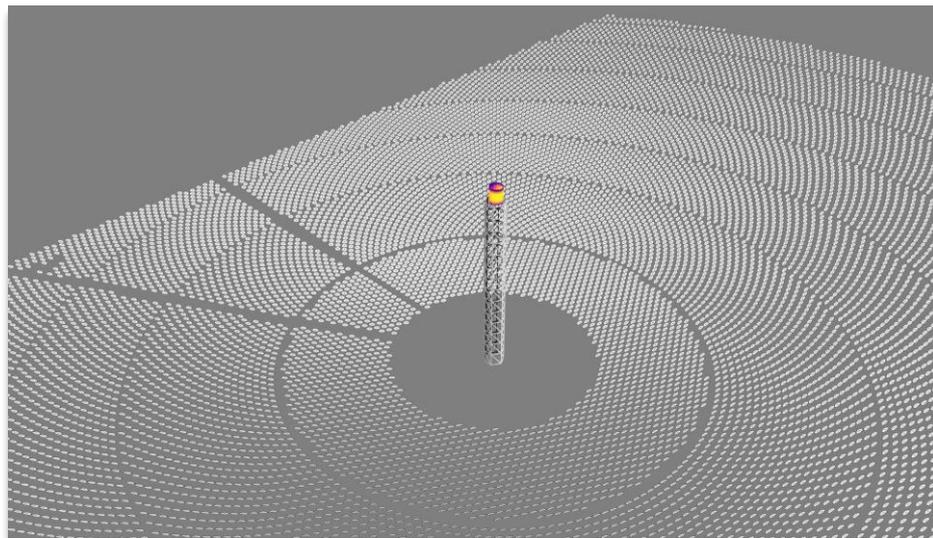
1. Stellio
2. Helikontur+
3. Weiterführende Entwicklungen
4. Zusammenfassung und Ausblick

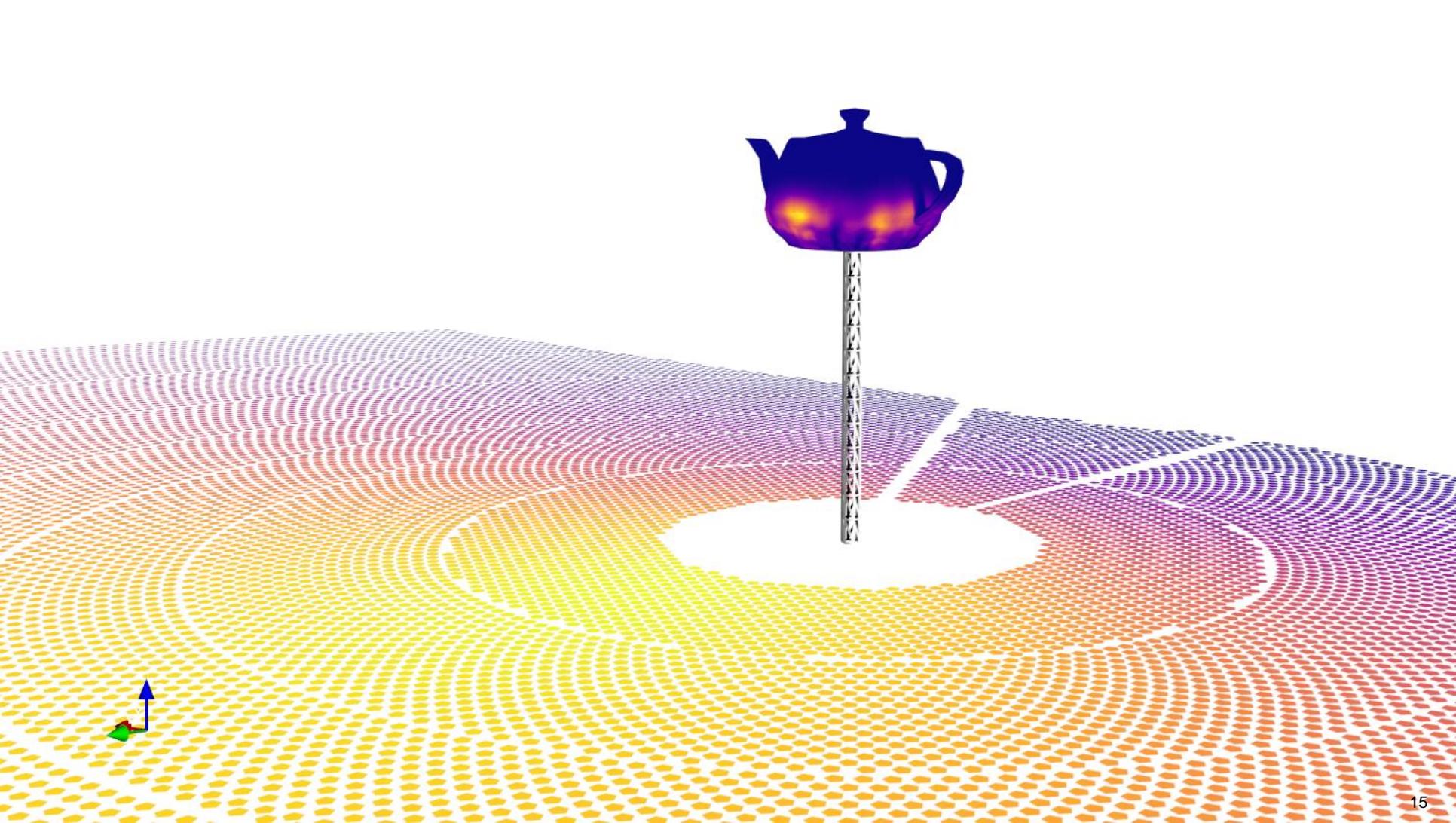


Feldlayout & Feldsimulation mit sbpRAY



Kopplung von Strukturberechnung und Optik





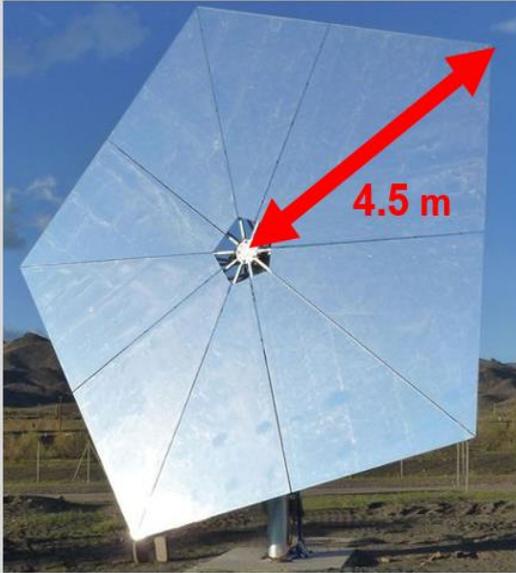
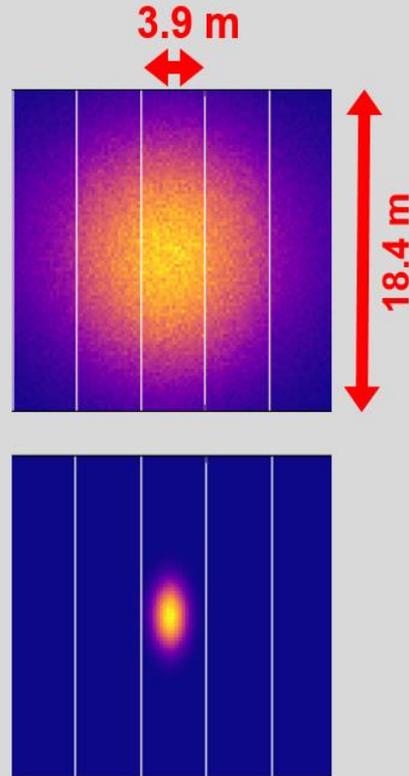


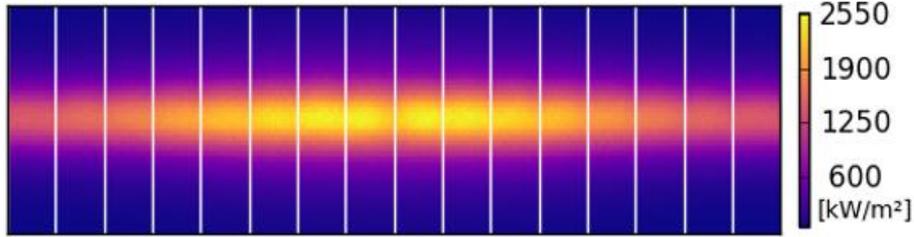
Bild: sbp



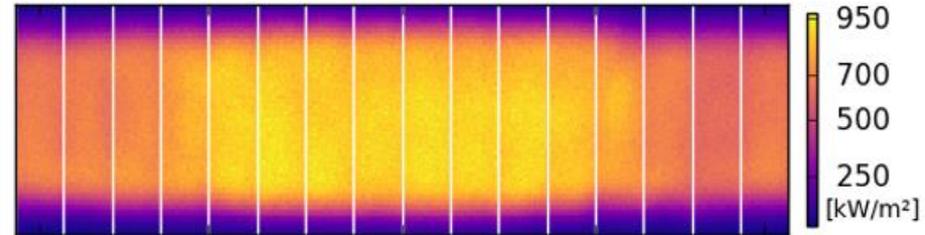
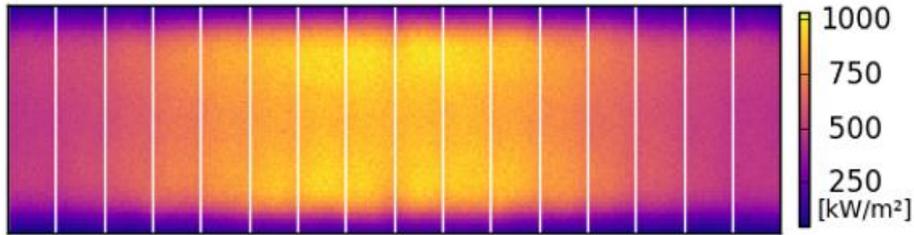
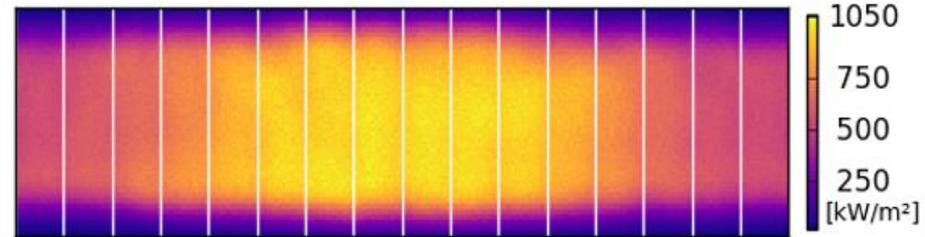
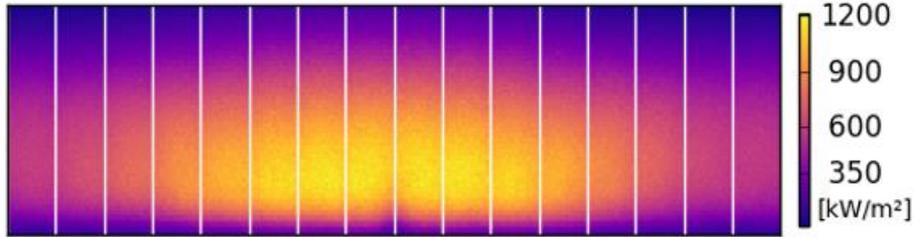
Zwei Beispiele für die Größe des "Brennflecks" auf dem Receiver:

Weit entfernter Heliostat (oben)

und Heliostat nahe dem Turm (unten)



Strahlungsflussdichteverteilung für einfaches „Zielen auf die Mitte“ (oben links) und verschiedene weitere Zielpunktstrategien



1. Stellio
2. Helikontur+
3. Weiterführende Entwicklungen
4. Zusammenfassung und Ausblick



◆ Vorserie für kommerzielles Projekt

◆ Systemdemonstration & Qualifizierung Stellio

→ ermöglicht valide Garantieangaben

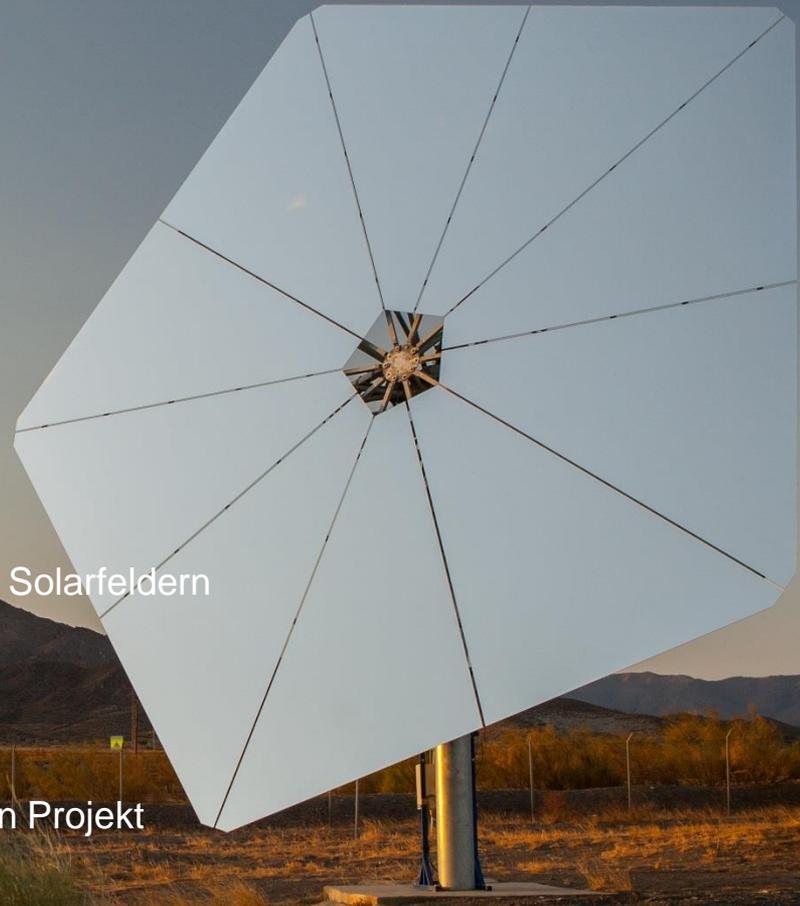
→ erhöht die Modellgenauigkeit

◆ Validierung von Modellen

→ ermöglicht die Entwicklung von kostenoptimierten Solarfeldern

◆ Test der Solarfeldinbetriebnahme

→ reduziert die Risiken von Verzug im kommerziellen Projekt



Antragsteller

- DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.)
- CSPS (CSP Services GmbH)
- SBP (sbp Sonne GmbH)
- TEAX (TeAx Technology UG)
- SENER (SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.)



Abbildung 2: Schema der Fein-Kalibrierung



Foto der Quadrocopter-Kamera in Pos.1

Foto der Quadrocopter-Kamera in Pos.2

Foto der Quadrocopter-Kamera in Pos.3

Abbildung 3: Fotos vom Quadrocopter aus Pos. 1,2 und 3 (Fotomontage).



Vielen
Dank!

sbp
schlach
bergemann partner


STELLIO

www.Stellio.solar



Schwabstraße 43
70197 Stuttgart
stuttgart@sbp.de

Brunnenstraße 110c
13355 Berlin
berlin@sbp.de

555 8th Avenue
Suite #2402
New York, NY 10018
newyork@sbp.de

www.sbp.de

1325 Central Huaihai Road
Room 2101, Evergo Tower
Shanghai 200031
shanghai@sbp.de

Rua Afonso Bras
473 cjs. 113-114
04511-011 Sao Paulo
saopaulo@sbp.de

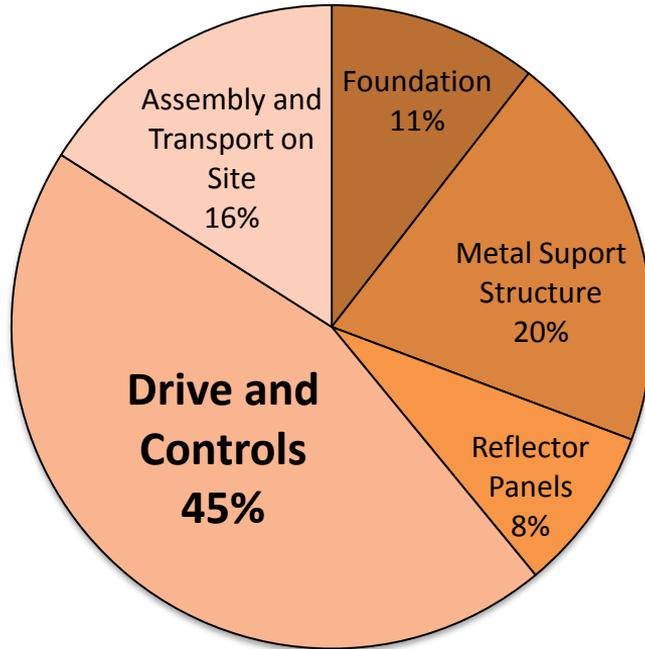
3, rue d'Alexandrie
75002 Paris
paris@sbp.de



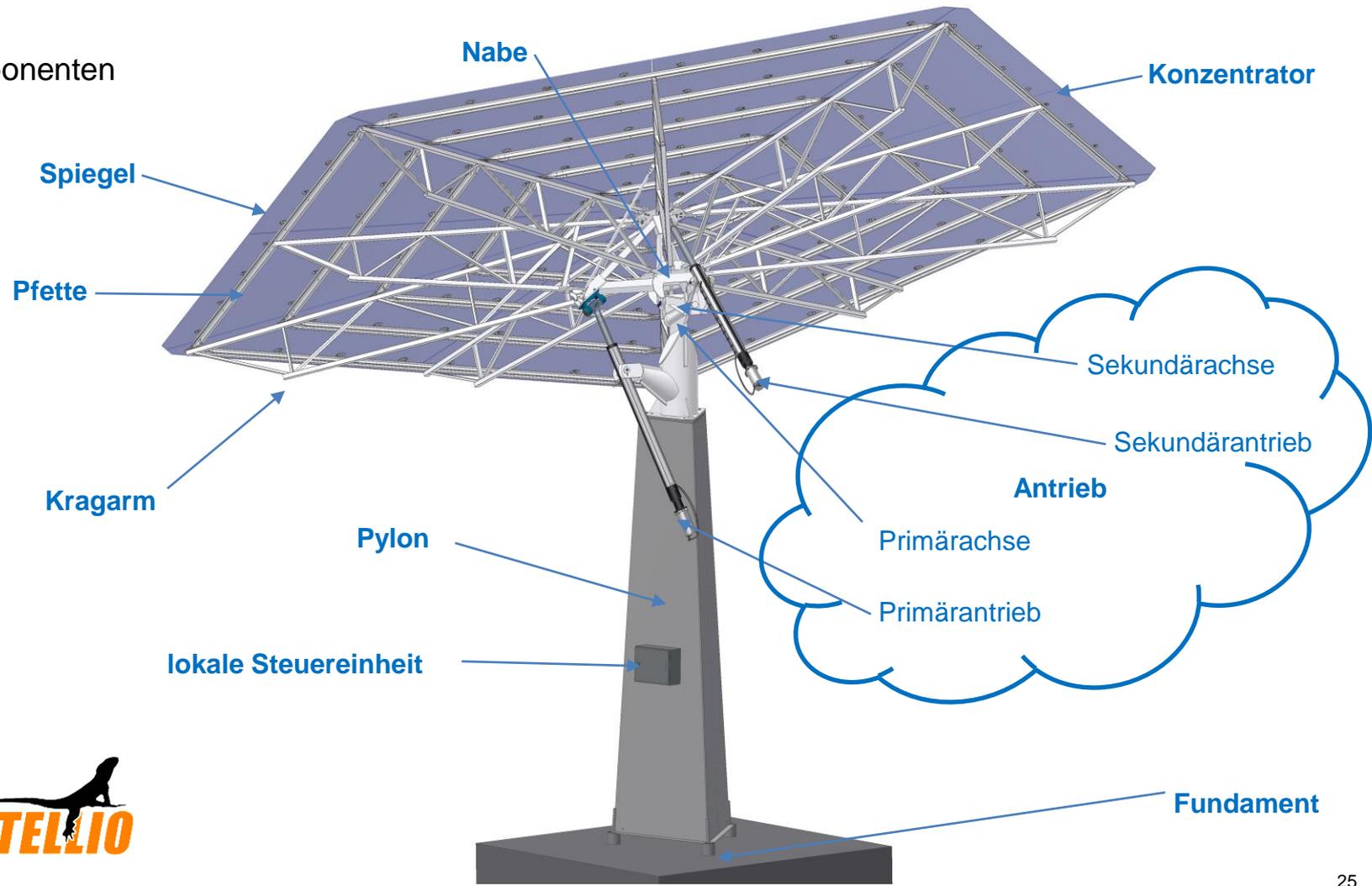
Pylon

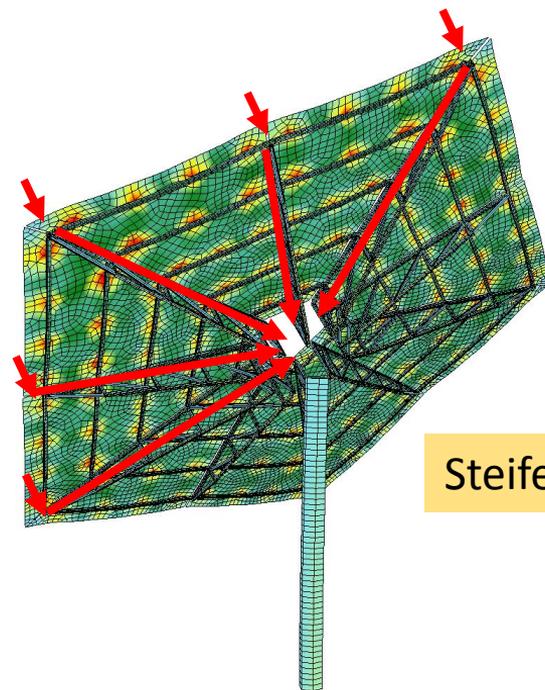
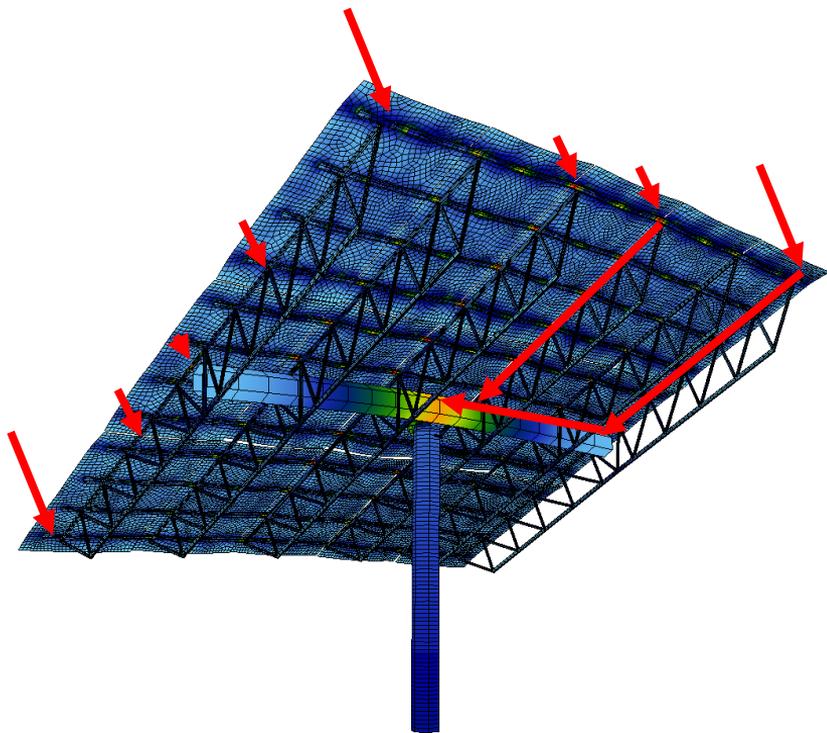


Cost Benchmark Heliostat



Stellio-Komponenten



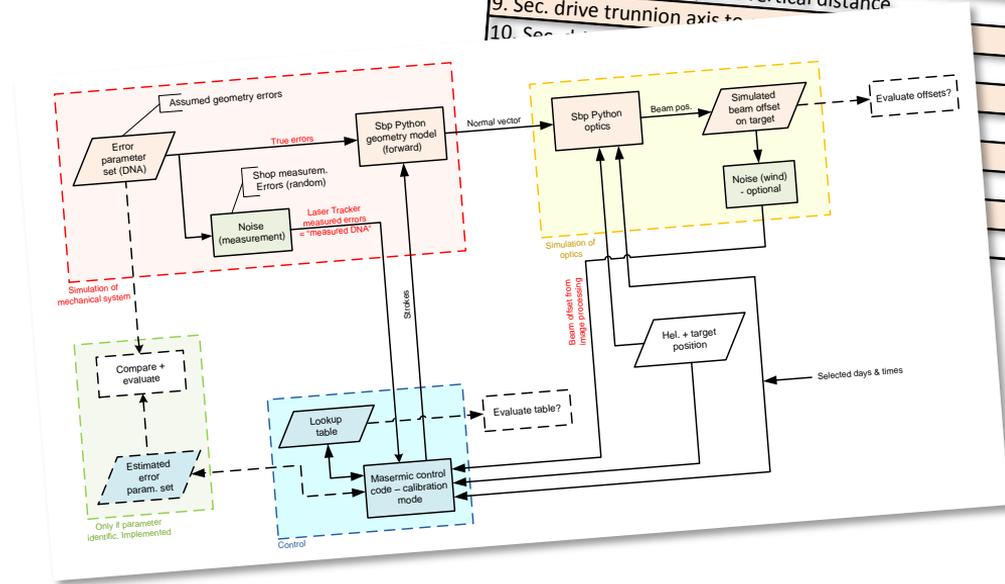


Steifere Struktur

Fehler (Beispiele)

- 🟡 Vertikalität Pylon
- 🟡 Rechtwinkligkeit der Achsen
- 🟡 Verformung durch Eigengewicht
- 🟡 Dehnung der Antriebe unter Last
- 🟡 Fehler Antriebsspindel
- 🟡 ...weitere geometrische Parameter

Error parameter
1a: Lower pylon part flange azimuth angle (field measured)
2a: Lower pylon part flange elevation angle (field measured)
1: Pylon flange azimuth angle
2: Pylon flange elevation angle
3: Sec. axis angle to reflector normal
4: Main to sec. axis angle
5: Main drive trunnion axis to main axis horiz. distance
6: Main drive trunnion axis to main axis vert. distance
7: Main axis to cardan point horizontal distance
8: Main axis to cardan point vertical distance
9. Sec. drive trunnion axis to
10. Sec. drive trunnion axis to



sbpRAY2 Tech Demo

