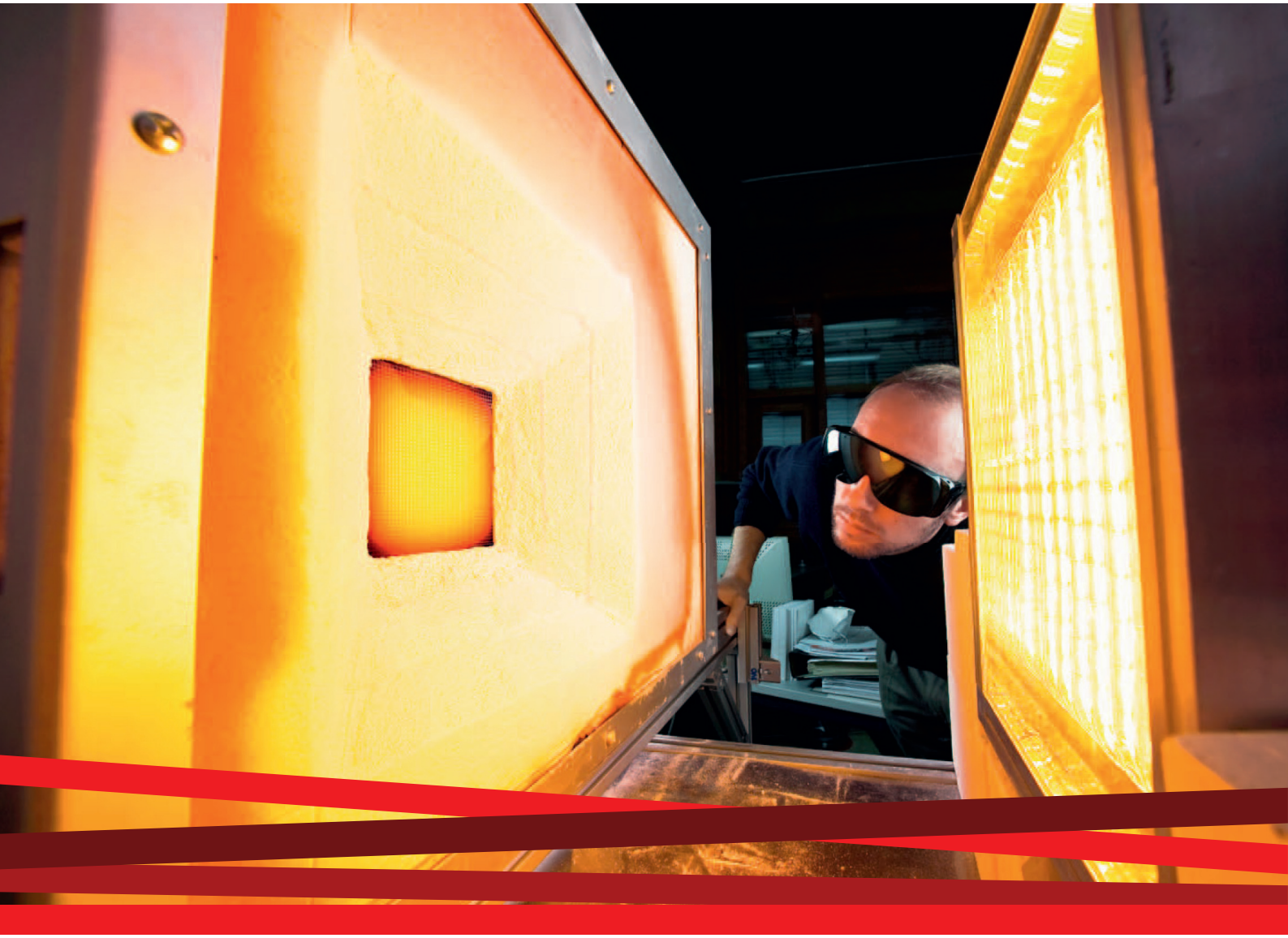
Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen



Wettbewerb EnergieForschung.NRW

Innovative Energietechnologien für morgen

Forschungsprojekte

WISSEN SCHAFFT
CHANCEN.NRW

www.wissenschaft.nrw.de

SiBopS

Simulationsunterstütze Betriebsoptimierung für Solarturmkraftwerke

In dem Projekt „Simulationsunterstützte Betriebsoptimierung für Solarturmkraftwerke“, kurz: SiBopS, arbeiten die Partner DLR, RWTH Aachen, Kraftanlagen München und CSP Services zusammen mit Unterauftragnehmern aus Industrie (LeiKon GmbH) und Forschung (Solar-Institut Jülich) an der Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Verbesserung des Betriebs von Solarturmkraftwerken. Diese Verfahren beruhen auf Simulationsmodellen für Komponenten und Teilsysteme von Solarturmkraftwerken und werden als Software implementiert. Als konkretes Objekt dient im Projekt die Solarturmanlage in Jülich, in der die Verfahren implementiert und validiert werden. Grundsätzlich sind alle hier entwickelten Verfahren aber auch in anderen Solarturmkraftwerken einsetzbar.

SiBopS verfolgt inhaltlich drei Hauptansätze zur Betriebsoptimierung, ergänzt um einen umfangreichen Teil der Umsetzung und Validierung an der Solarturmanlage in Jülich. Das Projekt gliedert sich daher in die vier Arbeitspakete Heliostatnachführsystem, Online-Zielpunktoptimierung, Betriebsassistenzsystem und Testinfrastruktur.

Vor allem die Zielpunktoptimierung und das Betriebsassistenzsystem bauen stark auf den Vorarbeiten aus dem Projekt vICERP („virtual Institute of Central Receiver Power Plants“ 2008 – 2011) auf, ein von HGF und NRW gefördertes virtuelles Institut, an dem bereits DLR, RWTH und SIJ beteiligt waren. vICERP beschäftigte sich mit der dynamischen Modellierung von solarthermischen Anlagenkomponenten, der modellgestützten Regelung von Solarkraftwerken und der Optimierung des dynamischen Verhaltens dieser Anlagen.

Heliostatnachführsystem

Die Heliostatfeldsteuerung koordiniert die zweiachsigen Nachführbewegungen der Heliostaten, so dass das Licht der sich bewegenden Sonne stets auf den thermischen Receiver reflektiert wird. Im Rahmen von SiBopS wird eine neue Steuerungssoftware entwickelt und in Jülich implementiert, die mit einer offenen Schnittstelle die Anbindung unterschiedlicher externer Verfahren zur Orientierungskontrolle ermöglicht. In diesem Zusammenhang wird zum einen die herkömmliche Target-Kalibriermethode durch die Entwicklung einer modellbasierten Auswahl der Kalibrierpunkte optimiert. Zum anderen wird ein Verfahren zur Rohkalibrierung entwickelt, mit dem die Ausrichtung des Heliostaten nach seiner Installation grob ermittelt werden kann. Damit kann der neue Heliostat erstmalig auf das Target ausgerichtet und in die automatische Kalibrierung einbezogen werden kann.

Online-Zielpunktoptimierung

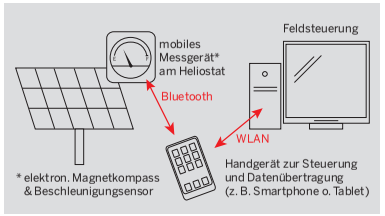
Hier wird ein softwaregestütztes Verfahren angewendet, das die Aufgabe hat, durch optimierte Auswahl und Verteilung der Heliostatzielpunkte in der Receiverapertur die momentane Receiverleistung zu erhöhen. Dieses Optimierungsverfahren beruht auf der „Ant-Colony-Optimisation“-Methode, einem heuristischen Verfahren für diskrete kombinatorische Probleme. Es wurde in den vergangenen Jahren am DLR entwickelt und wird nun am Solarturm Jülich während des Betriebs eingesetzt und validiert.

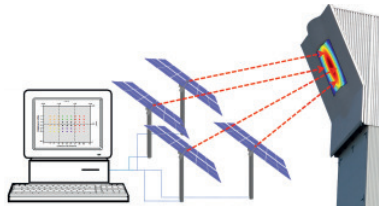
Betriebsassistenzsystem

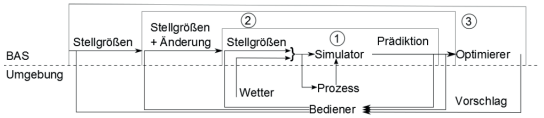
Zur Unterstützung des Anlagenfahrers bei der effizienten Betriebsführung wird ein modellbasiertes Assistenzsystem entwickelt. Das System wird in mehreren Stufen ausgebaut und dabei jeweils für ein anderes Teilsystem implementiert. In der ersten Stufe, dem sog. Prädiktionsmodus, wird auf Basis des aktuellen Zustands vorausberechnet, wie das Anlagenverhalten in den nächsten 15 – 60 Minuten ohne weiteren Steuerungseingriff aussehen wird. Dieser Modus wird für den thermischen Speicher implementiert. Der nächste Modus, der Manöversimulator, berechnet was in Zukunft passiert, wenn bestimmte Parameter verändert würden und wird für den Wasser-Dampfkreislauf eingesetzt. Als dritte Stufe wird der Vorschlagsmodus erstellt, der einen Vorschlag erarbeitet, wie bestimmte Stellgrößen verändert werden sollten, um den Betrieb der Anlage zu optimieren, d. h. z. B. den Energieertrag zu erhöhen. Dieser Modus soll für das morgendliche Anfahren des Receivers eingesetzt werden.

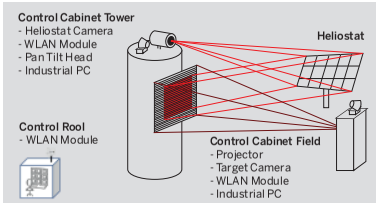
Testinfrastruktur

Zur Anwendung und Validierung der im Projekt entwickelten Verfahren wird die Testinfrastruktur am Solarturm in Jülich verbessert und ausgebaut. Dazu wurden 335 Heliostaten mit neuen deutlich präziseren Spiegelfacetten ausgestattet. Zur Vermessung des Heliostatfelds wird ein automatisiertes Deflektometrie-Verfahren entwickelt, das hochaufgelöste Karten der Form aller Heliostaten liefert. Diese Formdaten dienen allgemein zur Qualitätskontrolle von Heliostaten, werden hier aber außerdem für das Simulationsmodell des Zielpunktoptimierungsverfahrens angewendet. Weiterhin wurde in Zusammenarbeit mit anderen Projekten ein 500 kW-Testreceiver auf der Forschungsebene des Solarturms aufgebaut, der in SiBopS zur Validierung des dynamischen Receivermodells eingesetzt wird.









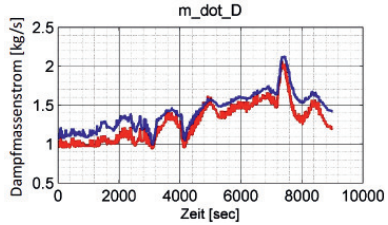


Abbildung einiger Entwicklungen aus dem Projekt SiBopS (v. l. o. n. r. u.): Mobiles Verfahren zur Heliostat-Rohkalibrierung; Online-Zielpunkt-Optimierung für Heliostatfelder; Betriebsassistenzsystem für Solarturmkraftwerke (oben: die 3 Ausbaustufen des BAS, unten: Modellvorhersage und Messung beispielhaft für den Verlauf des Dampfmassenstroms im Betrieb); automatisiertes Deflektometrie-Verfahren zur Vermessung der Form der Heliostatspieg

Förderkennzeichen	EF 2030
Fördergeber	Land NRW/EFRE
Konsortialführer	DLR e.V.
Partner	Kraftanlagen München GmbH; RWTH Aachen; CSP Services GmbH
Laufzeit	Februar 2012 – Mai 2015
Projektvolumen	2.646.074 €
Fördervolumen	2.124.948 €