

[Projekte](#) / [Projektsuche](#) / Solarstrahlung kurzfristig vorhersagen



Solarthermische Kraftwerke

Solarstrahlung kurzfristig vorhersagen

Kurztitel:

WobaS

Förderkennzeichen:

0325848A-C

Themen:

Solarthermische Kraftwerke

Projektkoordination:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Laufzeit gesamt:

Dezember 2015 bis November 2018

Schlagworte:

Parabolrinnenkraftwerk

Software

Betriebsstrategien

ANSPRECHPARTNER ZUM PROJEKT

 Dr. Stefan Wilbert

 +34(0)950-277619

 DLR e.V.

Linder Höhe

51147 Köln

 www.dlr.de/sf/

 CSP Services GmbH

 www.cspservices.de

 TSK Flagsol Engineering GmbH

 www.flagsol.com/flagsol/cms/

ERGÄNZENDE LINKS

AIP Conference Proceedings

 [Nowcasting of DNI maps for the solar field based on voxel carving and individual 3D cloud objects from all sky images](#)

AIP Conference Proceedings

 [Modelling an automatic controller for parabolic trough solar fields under realistic weather conditions](#)

Wiley Online Library

 [Validation of an all-sky imager-based nowcasting system for industrial PV plants](#)

ScienceDirect

 [Shadow camera system for the generation of solar irradiance maps](#)

ScienceDirect

 [Determination of the optimal camera distance for cloud height measurements with two all-sky imagers](#)

FORSCHUNGSBERICHT ZUM PROJEKT

Abschlussbericht TIB Hannover

 [Wolkenkamera-basierte Betriebsstrategien für konzentrierende Solarkraftwerke](#)

NEUIGKEITEN ZUM PROJEKT

 [Energieforschung ermöglicht Patente und bringt Innovationen auf den Markt](#)

QUINTESSENZ

- **Wolkenkameras liefern qualitativ hochwertige, kontrastreiche Aufnahmen des Himmels**
- **Analysesoftware des Systems erstellt unmittelbar nach der Bildaufnahme Solarstrahlungsvorhersagen**
- **Alle 30 Sekunden wird eine orts aufgelöste Strahlungsvorhersage für das Gebiet um die Kameras (circa vier Kilometer) für die kommenden 15 Minuten geliefert**
- **Der Durchfluss des Wärmeträgerfluids kann selbst bei variabler Solarstrahlung so geregelt werden, dass das angestrebte Temperaturniveau gehalten wird. Dadurch steigt die Stromproduktion des Kraftwerks**

Ist die zu erwartende Solareinstrahlung genau bekannt, lassen sich Solarkraftwerke effizienter betreiben. Ziel des Forschungsverbundes war es, die Betriebsstrategien für solarthermische Kraftwerke auf Basis von Wettervorhersagen der orts aufgelösten Direkt-Normalstrahlung zu definieren. Zusätzlich entwickelten die Forscherteams das neue Vorhersage Tool WobaS. Die Solarstrahlungsvorhersagen werden mit einem System aus mehreren Wolkenkameras abgeleitet, indem die Kameras von verschiedenen Positionen innerhalb eines Solarfeldes Fotos des Himmels erstellen. So lassen sich die Koordinaten der Wolken und ihre Bewegungsvektoren bestimmen.

Projektkontext

Die Höhe der einfallenden Solarstrahlung ist einer der wichtigsten Parameter, um Solarkraftwerke effizient zu betreiben. Für konzentrierende Systeme wie CSP-Kraftwerke stellt die Direkt-Normalstrahlung (engl. DNI, direct normal irradiance) den entscheidenden Faktor dar. Hat der Betreiber die Möglichkeit, die zu erwartenden Einstrahlungswerte und ihre räumliche Verteilung über dem Solarfeld zu berücksichtigen, kann er das Kraftwerk effizienter betreiben. Der Solarstrom wird kostengünstiger und seine Verfügbarkeit vorhersehbarer.

Das Vorhersagefenster, welches die Wolkenkameras liefern, wird nicht durch andere Methoden in der benötigten raum-zeitlichen Auflösung abgedeckt. Insbesondere fehlten Vorhersageverfahren, die das Verhalten einzelner Wolken beziehungsweise kleiner Wolkengruppen im Kraftwerksareal beschreiben. Ist die Entwicklung der Solarstrahlung für die nächsten 15 Minuten bekannt, erlaubt dies, beispielsweise bei variabler Solarstrahlung, den Durchfluss des Wärmeträgerfluids im Kraftwerk so zu regeln, dass das angestrebte Temperaturniveau gehalten werden kann. Dies wirkt sich positiv auf die Stromproduktion des Kraftwerks und die Lebensdauer der Kraftwerkskomponenten aus.

Wolkenkameras liefern aktuelle Einstrahlungswerte

Ziel des Forscherteams war es, Methoden zu entwickeln und zu demonstrieren, die den Ertrag solarthermischer Kraftwerke steigern, indem sie kurzfristige DNI-Vorhersagen generieren und nutzen. Basierend auf Wolkenkameras entwickelten sie ein Nowcasting-System weiter und integrierten dieses in das als Prototyp vorliegende Forecasting-System CSP-FoSyS, welches Satellitendaten und Wettermodelle nutzt. Zusätzlich liegen vorhersagebasierte Betriebsstrategien vor, die auf ihre

Ertragssteigerung hin bewertet, dokumentiert und in das CSP-FoSyS Forecasting System integriert sind. Für die Analyse und Vorhersage der Einstrahlung auf das Solarfeld positionierte das Projektteam vier Wolkenkameras an den Außenecken des Kraftwerks. Mit einem 180-Grad-Fischaugenobjektiv erstellt jede von ihnen Aufnahmen des Wolkenbildes über dem Solarfeld und dessen Umgebung. Daraus leitet eine spezielle Software die Wolkenkoordinaten und deren Bewegungsvektoren ab. Die Wolkenkameras liefern eine aktuelle Einstrahlungskarte des Solarfelds und deren Entwicklung in subminütlichen Zeitschritten für die kommenden 15 Minuten. Im Rahmen des Projekts wurde ein Kamerasystem in dem CSP-Kraftwerk La Africana aufgebaut, an CSP-FoSyS angekoppelt und betrieben.

Untersuchungen an Beispielkraftwerken



Für einige Beispielkraftwerke untersuchten die Forscherteams, ob sich der Stromertrag verbessern lässt, wenn der Betreiber vorhersage-basierte Betriebsstrategien nutzt. Dazu wurde das Kraftwerk in einem dynamischen Simulationsmodell orts aufgelöst abgebildet und mit den vorhergesagten Einstrahlungskarten beaufschlagt. Basierend auf den Nowcasting-Daten integrierten sie Empfehlungen für das Betriebspersonal in CSP-FoSyS.



Aufnahme einer Wolkenkamera des Vorhersagesystems

© Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR - CC-BY 3.0

Direkte Solarstrahlung vorhersagen

Im solarthermischen Kraftwerk La Africana liefert das WOBAS-System Vorhersagen der Direktstrahlung. WOBAS erfüllt zwei wichtige Voraussetzungen für die Erstellung verlässlicher Vorhersagen:

- seine Wolkenkameras liefern qualitativ hochwertige, kontrastreiche Aufnahmen des Himmels
- die Analysesoftware des Systems ist in der Lage, große Datenmengen unmittelbar nach ihrer Erfassung akkurat auszuwerten

Das System erstellt ebenfalls Karten zur Globalstrahlung – auch auf geneigten Flächen, die für Photovoltaik-Anlagen benötigt werden. Nutzt der Betreiber die Informationen des Vorhersagesystems, lässt sich die abrupte Unterbrechung oder der Anstieg der Einspeisung von PV-Strom vermeiden. Aufbauend auf den im Kraftwerk vorhandenen Bodenmessungen der Direktstrahlung berechnet das

WOBAS-System die aktuellen Einstrahlungswerte auf das Solarfeld und ihre Entwicklung für die kommenden fünfzehn Minuten in Zeitschritten von einer Minute. Die Ortsauflösung der Karten mit den Einstrahlungswerten beträgt fünf mal fünf Meter. Bei der Erstellung der Karten fließt der Strahlungsdurchgang durch die Wolken mit ein.

Welchen Vorteil hat es für den Betrieb des Kraftwerks, wenn die Entwicklung der Solarstrahlung für die nächsten fünfzehn Minuten bekannt ist? Beispielsweise ist es möglich, selbst bei variabler Solarstrahlung den Durchfluss des Wärmeträgerfluids so zu regeln, dass das angestrebte Temperaturniveau gehalten werden kann. Dadurch steigt die Stromproduktion des Kraftwerks. Auch die Lebensdauer der Komponenten verlängert sich, da geringere Wärmespannungen, die sonst bei abrupten Strahlungsänderungen auftreten, verhindert werden.

Bereit für den Einsatz in kommerziellen Kraftwerken

Das WOBAS-System steht für den Einsatz in kommerziellen Kraftwerken als auch PV-Großanlagen und Stromnetzen zur Verfügung. Zurzeit wird es in La Africana und für die CSP-Testanlagen in Evora und Jülich genutzt. Ein weiteres System wurde wenige Monate nach Projektende für ein kommerzielles CSP-Turm-Kraftwerk bestellt und es liegen Anfragen für weitere CSP-Kraftwerke vor. Daneben dient es (mit über 30 Kameras) als Grundlage für verschiedene Untersuchungen an Stromnetzen in Oldenburg. Die Anbindung des Tools an das Satelliten- und Wettermodellbasierte Vorhersagesystem CSP-FoSyS von TSK Flagsol ist erfolgt.

Die ökonomische Amortisation des Wolkenkameranystems in CSP-Kraftwerken von circa 50 Megawatt erfolgt durch die Effizienzsteigerung. Simulationsstudien zeigen, dass sich bereits nach weniger als einem Jahr, bei größeren Kraftwerken sogar noch früher die Kosten amortisiert haben.

Letzte Aktualisierung: 27.05.2019



Bei EnArgus, dem zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung, befindet sich unter anderem eine Datenbank mit sämtlichen Energieforschungsprojekten – darunter auch dieses Projekt.