

# Kamerabasierte Kurzfristvorhersage von Direktstrahlungskarten für CSP Kraftwerke

B. Nouri<sup>1</sup>, S. Wilbert<sup>1</sup>, K. Noureldin<sup>1</sup>, T. Schlichting<sup>1</sup>, T. Hirsch<sup>1</sup>, T. Schmidt<sup>2</sup>, L. Zarzalejo<sup>3</sup>, Robert Pitz-Paal<sup>1</sup>

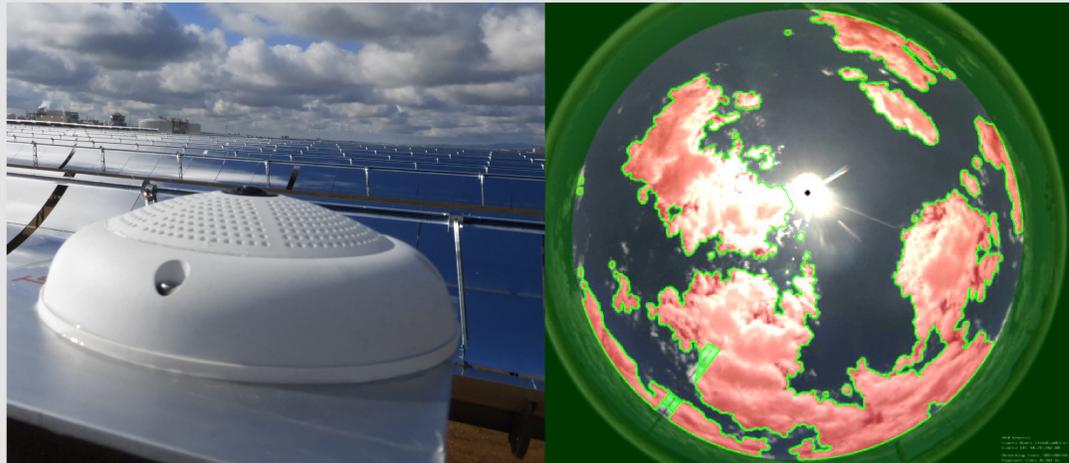


Abb. 1: Links: Eine von vier Q25 Wolkenkameras im La Africana 50 MW Parabolrinnenkraftwerk (Spanien). Die vier Kameras befinden sich in ca. 1 km Abstand am Rand des Solarfelds. Rechts: Eines der Himmelsbilder mit detektierten Wolken. Zur Wolkendetektion wird eine neu entwickelte vierdimensionale Clear Sky Library (CSL) eingesetzt.

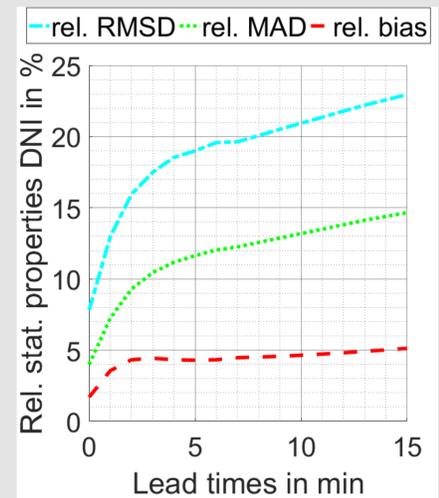


Abb. 3: Validierungsergebnisse über zwei Jahre und drei Referenz-Pyrheliometer

## Einführung

Vorhersagen von Karten der solaren Direktstrahlung (DNI) in den nächsten 15 Minuten bieten Möglichkeiten zur Optimierung des Solar-Kraftwerks- und Netzbetriebs.

Ein **neuartiges kamerabasiertes Vorhersagesystem** für räumlich aufgelöste DNI Karten wurde entwickelt, das jede Wolke als individuelles 3D Modell behandelt. Jeder Wolke werden die Attribute Transmissionsgrad, Position, Volumen und Bewegungsvektor zugewiesen. Komplexe mehrschichtige Wolkenzugbedingungen, werden dadurch berücksichtigt.

Derzeit wird das Vorhersagesystem an **fünf Standorten betrieben** (Plataforma Solar de Almería, La Africana Parabolrinnenkraftwerk; Universität Evora, Solar Turm Jülich sowie Oldenburg).

## Funktionsweise des Nowcasting-Systems

Die wesentlichen Schritte sind:

- Bildaufnahme alle 30 sec und Wolkendetektion im Foto (Abb. 1)
- Bestimmung der Wolkenhöhen sowie Bewegungsvektoren mittels eines Differenzialbild-Ansatzes.
- Erstellen des 3D Wolkenmodells (Abb. 2)
- Berechnung von zukünftigen Wolkenpositionen
- Bestimmung des Schattenfalls und der DNI Karte für Vorlaufzeiten bis zu 15 Minuten voraus (Abb. 2)

## Validierung von DNI Karten

Die DNI Karten werden an den fünf Standorten und insbesondere auf der Plataforma Solar de Almería mit einem Strahlungsmessnetz, einem einzigartigen Schattenkamera-System, einem Ceilometer und Wolkengeschwindigkeits-Sensoren validiert.

Eine Validierung in Almería über 2 Jahre ergab eine Mean-Absolute-Deviation (MAD) von 13% und eine Root-Mean-Square-Deviation (RMSD) von 21% für eine Vorlaufzeit von 10 Minuten und einer minütlichen Auflösung (Abb. 3).

Die detaillierte Validierung und ein Literaturvergleich zeigen die vergleichsweise **hohe Genauigkeit** des WobaS Nowcasting-Systems.

## Potential von DNI Karten für CSP

Das Potential von DNI Karten zur Regelloptimierung von Parabolrinnenkraftwerken wurde untersucht. Dabei wurden die Unsicherheiten des Nowcastingsystems berücksichtigt. Als Beispiel wurde das 50 MW Kraftwerk La Africana mit dem Virtual Solar Field Modell detailliert simuliert.

Die Ergebnisse zeigen eine Zunahme des Kraftwerksertrags von bis zu 4% für einzelne Tage, wenn DNI Karten und eine entsprechend angepasste Solarfeldregelung genutzt werden. Im Jahresdurchschnitt werden ca. **2% Mehrertrag** erwartet. Zudem werden weitere Vorteile bei Nutzung der vorhergesagten DNI Karten und durch zu erwartende Verbesserungen der Genauigkeit des WobaS Systems erwartet.

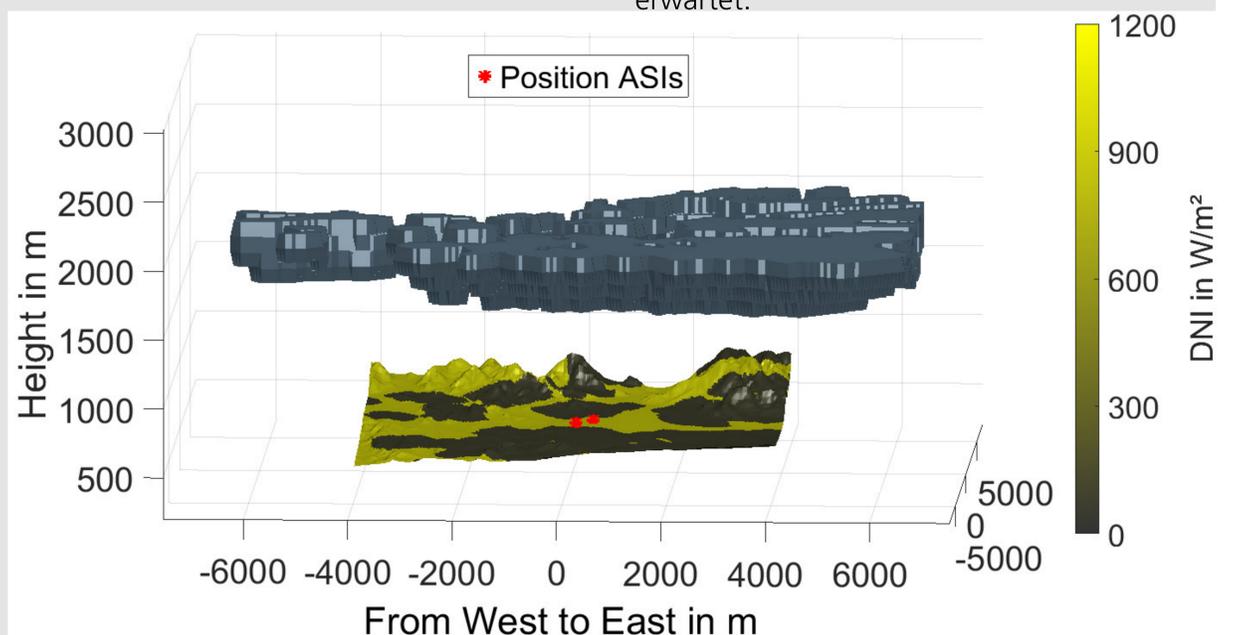


Abb. 2: Topografische DNI Karte der Plataforma Solar de Almería sowie 3D Wolkenmodell

Kontakt: **Institut für Solarforschung** | Qualifizierung | Plataforma Solar de Almería | Bijan Nouri; [bijan.nouri@dlr.de](mailto:bijan.nouri@dlr.de)

<sup>1</sup>DLR, Institut für Solarforschung; <sup>2</sup>CSP Services GmbH, <sup>3</sup>CIEMAT, Energy Department

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages