

Kurzfristige Vorhersagen der solaren Direktstrahlung für optimierten Betrieb von Solarkraftwerken

Christoph Prah1, Sebastian Müller1, Stefan Wilbert1, Badrudin Stanicki1, Daniel Oberländer1, Niels Killius2, Marion Schroedter-Homscheidt2, Natalie Hanrieder1

Motivation

Vorhersagen der solaren Direktstrahlung (DNI) in den nächsten 60 Minuten eröffnen sowohl für CSP- als auch für PV – Kraftwerke vielfältige Möglichkeiten zur Optimierung des Kraftwerks- und Netzbetriebs. Diese Art der Vorhersage (Nowcasting) kann mit Hilfe von Wolkenkameras und Satellitenaufnahmen erstellt werden. Ein durch das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des DLRs entwickeltes Satelliten-gestütztes Nowcastingsystem wird nun mit Wolkenkameras erweitert. Diese Erweiterung ist insbesondere für den Vorhersagehorizont der nächsten 10 Minuten relevant. Wolkenkameras (WSI) erlauben Vorhersagen der DNI in einer hohen örtlichen und zeitlichen Auflösung. Dies birgt Optimierungspotential für die Regelung von CSP Kraftwerken bei Teilabschattung des Kollektorfeldes sowie in Bezug auf bedarfsgerechte Regelung großer PV Anlagen.

Erweiterung des DLR Nowcasting Systems

Aktuelle Arbeiten befassen sich mit der Entwicklung eines „Nowcastingsystems“ mit Wolkenkameras. Dazu werden auf der Plataforma Solar de Almería vier Wolkenkameras betrieben (Abb. 1). Die Kombination von vier synchronisierten hochdynamischen Aufnahmen des Himmels liefert „Voxel-Carving“-basierte 3D Modelle der Wolkenstruktur. Daraus können Schattenkarten in Echtzeit abgeleitet werden. Durch Weiterverfolgung der Wolken in den nächsten Minuten wird die Vorhersage erzeugt. Ein essentieller Bearbeitungsschritt ist die Segmentierung und Klassifizierung der Wolken.

Validierung

Die WSI basierten Strahlungskarten und zugrundeliegende 3D Wolkenmodelle werden mit Hilfe von Strahlungssensoren, Satellitendaten (Abb. 1) und einem Ceilometer validiert. Darüber hinaus werden von auf dem Solarturm CESA-1 montierten Kameras Schattenbilder generiert, mit denen die Strahlungskarten hinsichtlich der Kontur des Schattenverlaufs abgeglichen werden können.



Abb. 1: Ein Satellitenbild, das zur Vorhersage genutzt wird (oben links). Kamerastandorte auf der Plataforma Solar de Almería mit zugehörigen Wolken- und Schattenbildern.

Der Vergleich von modellierten und gemessenen Schattenkarten liefert für ausgewählte Zeitpunkte eine sehr gute Übereinstimmung von ca. 90 % der durch die Schattenkameras abgedeckten Fläche (Abb. 2).

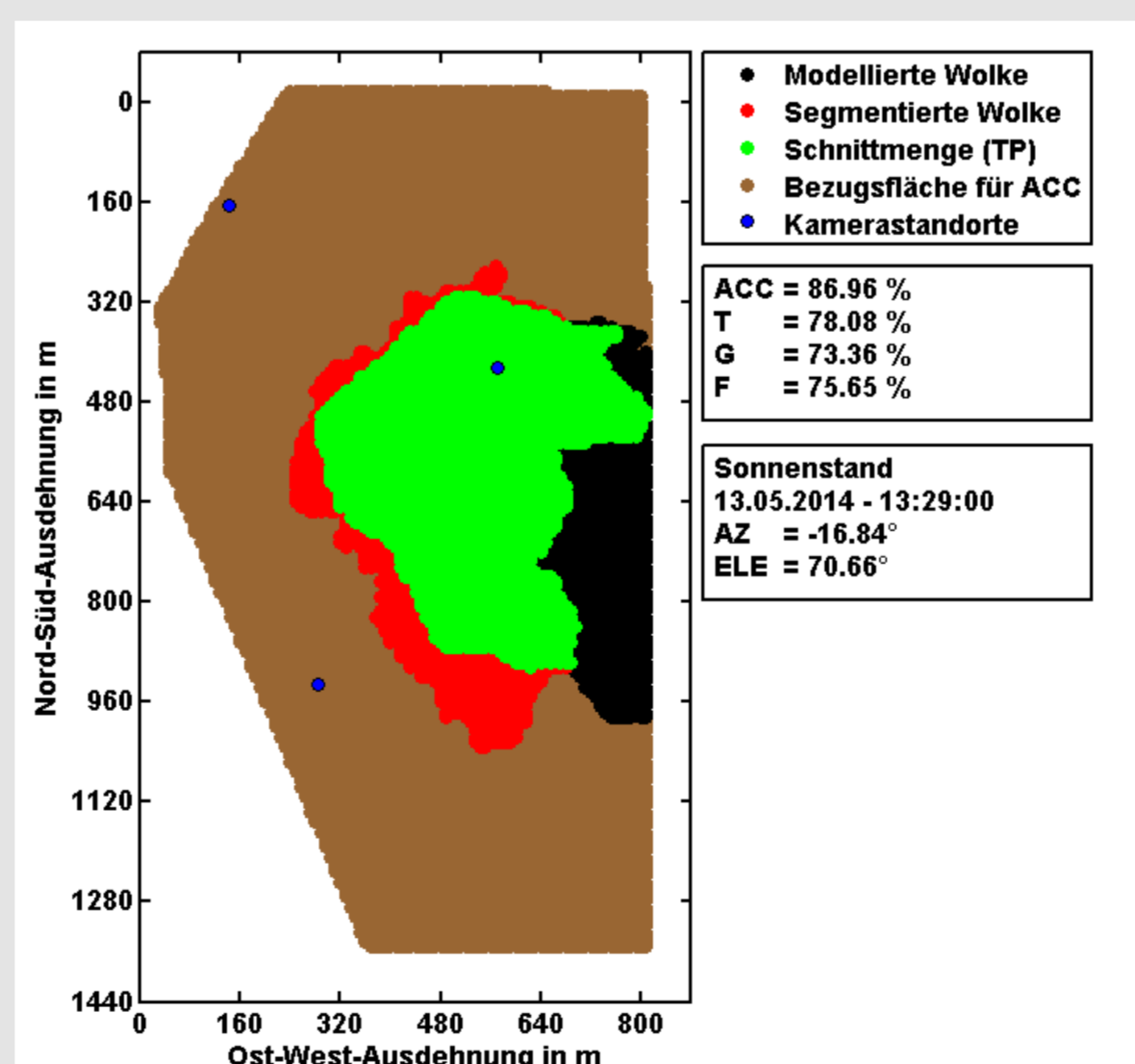


Abb. 2: Vergleich gemessener und modellierter Schatten auf der PSA.

Ausblick

Zur Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit unter allen anzutreffenden Wetterbedingungen wird eine Verbesserung der Wolkensegmentierung angestrebt. Darüber hinaus ist vorgesehen, eine Klassifizierung der Wolken und eine adäquate Modellierung des Strahlungstransports zu implementieren, um so von Schattenkarten zu quantitativen DNI/GHI Karten zu kommen.

Danksagung

Wir danken dem Land Nordrhein-Westfalen, der European Space Agency und der Europäischen Union für die Unterstützung im Rahmen der Projekte TURIKON, CSP-FoSYS und DNICast. Wir danken unseren Kollegen des CIEMATs für die gute Zusammenarbeit auf der Plataforma Solar de Almería.

¹DLR Institut für Solarforschung, Plataforma Solar de Almería, Crta de Senés s/n, km 4, 04200 Tabernas/Almería/Spain

²DLR Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Oberpfaffenhofen, 82234 Weßling