

Kamerabasierte Kurzfristvorhersage räumlich aufgelöster DNI-Karten des Solarfeldes

B. Nouri¹, P. Kuhn¹, S. Wilbert¹, T. Schmidt², Z. Yasser³, N. Kilius⁴, M. Schroedter-Homscheidt⁴, Robert Pitz-Paal¹

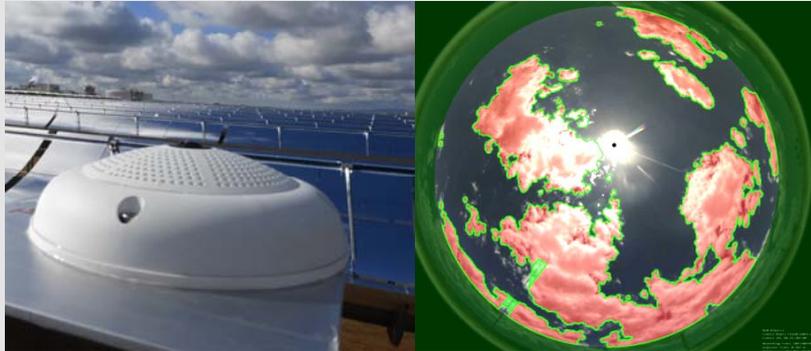


Abb. 1: Links: Eine von vier Q25 Wolkenkameras im La Africana 50 MW Parabolrinnenkraftwerk (Spanien). Die vier Kameras befinden sich in ca. 1 km Abstand am Rand des Solarfeldes. Rechts: Eines der vier 6 Mega-Pixel Himmelsbilder mit detektierten Wolken. Zur Wolkendetektion wird eine neu entwickelte vier dimensionale Clear Sky Library (CSL) eingesetzt

Einführung

Vorhersagen der solaren Direktstrahlung (DNI) in den nächsten 20 Minuten eröffnen sowohl für CSP- als auch für PV-Kraftwerke vielfältige Möglichkeiten zur Optimierung des Kraftwerks- und Netzbetriebs.

Das DLR hat gemeinsam mit TSK Flagsol und CSP Services ein neuartiges kamerabasiertes Vorhersagesystem für räumlich aufgelöste DNI Karten entwickelt. Das besondere Alleinstellungsmerkmal dieses System ist, dass jede detektierte Wolke als individuelles 3D Modell mit verschiedenen Attributen wie Position, Volumen, Transmissionsgrad und Bewegungsvektor behandelt wird. Komplexe mehrschichtige Wolkenzugbedingungen, werden durch die individuelle Nachführung der einzelnen Wolken berücksichtigt.

Derzeit wird das Vorhersagesystem an drei Standorten betrieben (Plataforma Solar de Almería, La Africana Parabolrinnen-kraftwerk; Universität Evora).

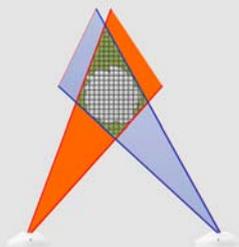


Abb. 2: Illustration des Voxelcarving Ansatzes. Voxel sind Volumenelemente mit definierter Kantenlänge die einen Voxelraum beschreiben. Durch das Überlagern der Kamera-Sichtkegel werden auf diese Weise Wolkenobjekte erstellt

Funktionsweise des Nowcasting-Systems

Die wesentlichen Schritte des Nowcastings sind:

- Bildaufnahme alle 30 sec und Wolkendetektion im Foto (Abb. 1)
- Bestimmung der 3D Koordinaten mit „Voxel Carving“ (Abb. 2) inkl. Wolkenhöhenbestimmung (Abb. 3)
- Bestimmung des Schattenfalls und der DNI Karte für den Jetzt-Zeitpunkt (Abb. 4)
- Bestimmung von Wolkengeschwindigkeiten und DNI Vorhersagen (Abb.5)

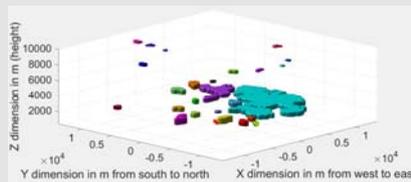


Abb. 3: Voxelraum mit einzelnen detektierten Wolkenobjekten. Die Wolkenhöhenabschätzung erfolgt durch Detektion der Schnittpunkte der Kamera-Sichtkegel an den Wolkenrändern.

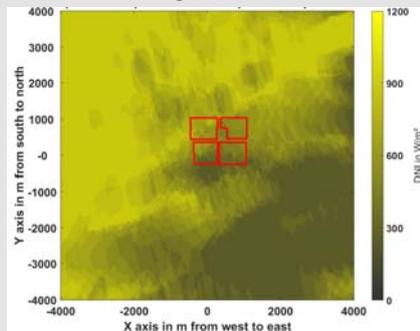


Abb. 4: DNI Karte mit dem La Africana Kraftwerk im Zentrum. Die DNI Karte wird via Ray-Tracing ermittelt. Der Transmissionsgrad wird für jedes Wolken-Objekt separat unter Verwendung der bodengestützten DNI Messung und der Bildinformation bestimmt.

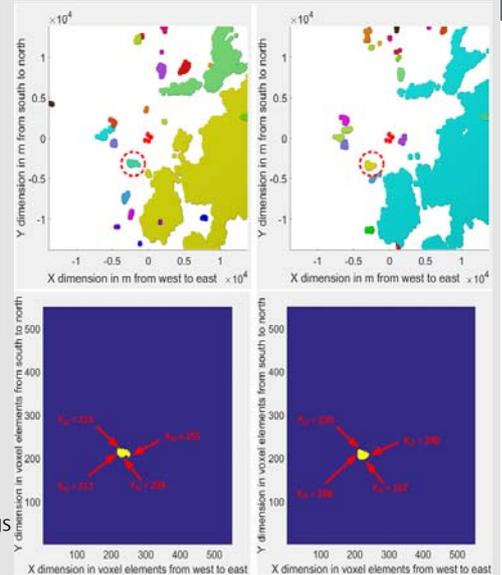


Abb. 5: Bestimmung der individuellen Wolkengeschwindigkeit durch Vergleich einzelner Wolken aus aufeinanderfolgenden Bildern (links t-30s rechts t).

Validierung von DNI Karten

Zur Validierung der DNI Karten wird das umfangreiche Messsystem der Plataforma Solar de Almería mit einem flächendeckenden Strahlungsmessnetz, einem einzigartigen Schattenkamera-System, Ceilometer und Wolkengeschwindigkeits-Sensoren verwendet. Eine Validierung über 30 Tage ergab einen Mean Absolute Error von 19.2% für mittlere Vorhersagezeiten von 9.5 Minuten und 3 Minuten zeitlicher Mittelung. Die detaillierte Validierung und ein Literaturvergleich zeigen die vergleichsweise hohe Genauigkeit des WobaS Nowcasting-Systems und dessen Anwendbarkeit für die Optimierung des Kraftwerksbetriebs.

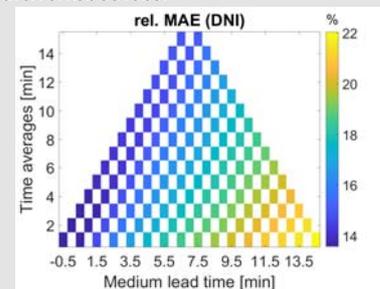


Abb. 5: Relative MAE der DNI ermittelt über 30 Tage für mittlere Vorhersagezeiträume bis 14.5 Minuten.

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

¹DLR, Institut für Solarforschung; ²CSP Services; ³TSK Flagsol; ⁴DLR, Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages