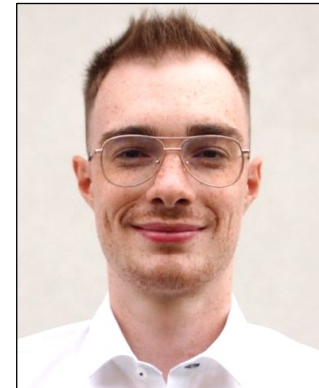


Diplomarbeit Nr. 09/2023

Physikalische Weiterentwicklung einer Wolkenkamera-basierten Messmethode für Diffusstrahlung



Bearbeiter: Paul Matteschk (RES)

Hintergrund

Bodengestützte Messungen der direkten normalen Bestrahlungsstärke (DNI) und der diffusen horizontalen Bestrahlungsstärke (DHI) sind von Interesse für Anwendungen in der Solarenergie. Auf dem Markt etablierte Messsysteme weisen entweder hohe Anschaffungskosten, aufwendige Instandhaltung oder erhöhte Anfälligkeit für Abweichungen auf. Aus diesen Gründen forscht das DLR am *PyranCam*-Messsystem, bestehend aus Wolkenkamera und Pyranometer [1].

Ziel der Arbeit

Kern der Untersuchung ist die Ermittlung eines dynamischen Breitbandkorrekturfaktors zur Kompensation der spektral begrenzten Sensitivität des Kamerasensors, wie in Abb. 2 in Gelb dargestellt.

Experimenteller Aufbau

Zu diesem Zweck werden Daten einer Wolkenkamera mit Spektroradiometermessungen kombiniert.



Abb. 1: Links zwei WISER I Spektroradiometer für GHI und DNI, rechts ein DLR-PyranCam-Messsystem ausgestattet mit einer Mobotix Q26 Wolkenkamera und einem CMP21 Pyranometer.

Methode und Vorgehensweise

Das Rot-Blau-Verhältnis der Wolkenkamerabilder wird mit dem Verhältnis von breitbandiger zu sichtbarer DHI korreliert. Anschließend wird dynamisch mittels eines empirischen Regressionsmodells der Breitbandkorrekturfaktor bestimmt und auf die Pixelintensitäten angewendet.

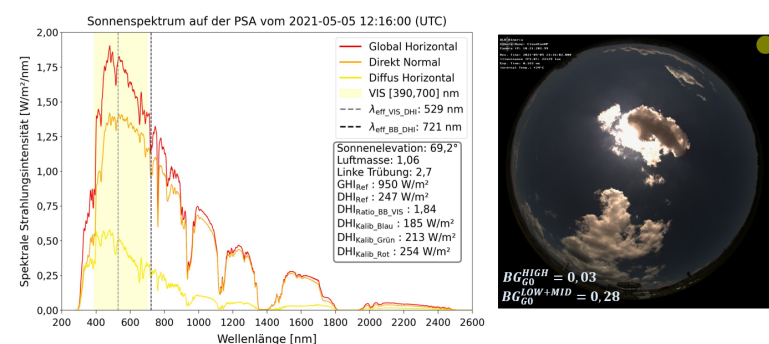


Abb. 2: Exemplarisch gemessenes Solarspektrum mit entsprechendem Wolkenkamerabild aufgenommen auf der Plataforma Solar de Almería (PSA) in Tabernas, Südspanien im Mai 2021.

Ergebnisse

Die vergleichende Analyse der DHI-Grundkalibration zeigt, dass der bisher angewandte statische Korrekturfaktor zu einer mittleren quadratischen Abweichung (RMSD) von 22,7 W/m² führt, was einem relativen RMSD (rRMSD) von etwa 17,4 % entspricht. Im Gegensatz dazu erreicht der dynamische Korrekturfaktor einen RMSD von 15,6 W/m², was einem rRMSD von 12,1 % entspricht und eine verbesserte Genauigkeit von 7,1 W/m² (5,3 %) über einen Datensatz von über 869.000 Wolkenkamerabildern aufzeigt [2].

[1] N. B. Blum et al. Measurement of diffuse and plane of array irradiance by a combination of a pyranometer and an all-sky imager. *Solar Energy*, 232:232–247, 2022.

[2] Matteschk, P. (2023). Physikalische Weiterentwicklung einer Wolkenkamera-basierten Messmethode für Diffusstrahlung. DOI: 10.13140/RG.2.2.23390.20809