

Kurzfassung

Diese Arbeit untersucht die Korrelation zwischen verschiedenen Wolken-Eigenschaften und der solaren Einstrahlung. Das Ziel ist es, weitere Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie diese Einstrahlung durch verschiedene Wolken-Typen beeinflusst wird und welche Wolken-Typen für welche Phänomene in gegebenen Einstrahlungsdaten verantwortlich sind. Darüber hinaus konzentriert sich diese Forschung auf die Natur sogenannter Einstrahlungsüberhöhungen und ihre Beziehung zu verschiedenen Wolken-Eigenschaften. Die Analyse basiert auf Messungen, die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) an sechs verschiedenen Standorten in Süddeutschland durchgeführt wurden. Die entsprechenden Datensätze enthalten mehrere Jahre an Messungen der solaren Einstrahlung in 1-Minuten-Auflösung sowie synoptische Beobachtungen für verschiedene Wolken-Eigenschaften in 60-Minuten-Auflösung. Die Daten werden mittels MATLAB vorbereitet, analysiert, visualisiert und statistisch ausgewertet. Als Clear-Sky-Referenz wird eine open-source MATLAB-Implementierung sowohl des Haurwitz- als auch des Ineichen/Perez-Modells verwendet. Die Studie legt nahe, dass die Hauptursache sowohl der Einstrahlungsüberhöhungen als auch der solaren Volatilität hauptsächlich Cumulus-, Cirrus- und Cirrostratus-Wolken sind und dass ein mittlerer bis hoher Gesamtbedeckungsgrad für diese Ereignisse verantwortlich ist. Schließlich wird eine neue Methode zur Klassifizierung von Wolken mittels einer Streudiagramm-Visualisierung sowohl der Einstrahlungsgradienten als auch der Einstrahlungsüberhöhungen vorgeschlagen. Hier können unterschiedliche Muster und Cluster bei verschiedenen Wolken-Typen beobachtet werden. Die Ergebnisse dieser Studie können zu verbesserten Einstrahlungsvorhersagen im Hinblick auf verschiedene Wolken-Eigenschaften und zu einem besseren Verständnis ihrer zugrunde liegenden Prinzipien führen.

Schlagworte: Solare Einstrahlung, Einstrahlungsüberhöhungen, Wolkentypen, Einstrahlungsvolatilität, Wolken

Abstract

This paper analyses the correlation between different cloud properties and solar irradiance. The aim is to gather further insight on how solar irradiance is influenced by different cloud types and which cloud types are responsible for which phenomena in given irradiance data. Additionally, this research focusses on the nature of irradiance enhancement events and their relation to different cloud properties. The analysis is based on measurements which have been conducted by the Deutscher Wetterdienst (DWD) in six separate locations in southern Germany. These datasets contain multiyear 1-minute-resolution measurements of solar irradiance and 60-minute-resolution synoptic observations for various cloud properties. The data is prepared, analyzed, visualized, and statistically evaluated via MATLAB. As a clear sky reference an open-source MATLAB implementation of both the Haurwitz and the Ineichen/Perez model is used. The study suggests that the main cause of irradiance enhancement events are cumulus, cirrus and cirrostratus clouds and that a medium to high total cloud cover is responsible for these events. Lastly a new method for classifying clouds is proposed via a scatter plot visualization of both irradiance gradients and irradiance enhancements. Here, distinct patterns and clusters can be observed in different cloud types. The results of this study can lead to improved solar irradiance forecasts with respect to different cloud properties and to a better understanding of their underlying principles.

Keywords: Solar Irradiance, Irradiance Enhancements, Cloud Types, Irradiance Volatility, Clouds