

PERFORMANCE UND DEGRADATIONSANALYSE VON PV-MODULEN UND SYSTEMEN

Andreas HÖGL¹, Robert HÖLLER¹, Yuzuru UEDA²

Inhalt

Diese Arbeit befasst sich mit der Langzeitperformance verschiedener Photovoltaikmodultypen. Hierfür wurden Messdaten zweier Modulteststellen in Japan und Algerien ausgewertet und die Performance-Parameter der untersuchten Module bestimmt. Bei der Messdatenanalyse wurde insbesondere das Verhalten der installierten CIS-Dünnschichtmodule näher untersucht. Als Referenz dienten jeweils die installierten mono- beziehungsweise polykristallinen Siliziummodule.

Methodik

Die Messdaten der Outdoor-Teststellen wurden vorab bearbeitet, um eine aussagekräftige Analyse zu ermöglichen. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt die grundlegenden Bearbeitungsschritte der Moduldatensätze, welche bei beiden Teststandorten gleichermaßen durchgeführt wurden.



Abbildung 1: Bearbeitungsschritte der Moduldatensätze

Zu Beginn wurden die aufgezeichneten Modul- sowie Wetterdaten auf monatliche Datensätze konvertiert. Für einen unabhängigen Vergleich der verschiedenen Modultypen wurden die Moduldaten auf Standard-Testbedingungen (STC, englisch: Standard Test Conditions) umgewandelt. Die importierten Modulparameter wie Strom, Spannung und Leistung wurden somit auf eine Einstrahlung von 1000 W/m², eine Modultemperatur von 25 °C und eine Luftmasse von 1,5 (AM1,5) korrigiert. Mit Hilfe dieser Adaptierung konnte ein temperaturunabhängiger Vergleich verschiedener Modultypen erreicht werden.

In weiterer Folge wurden die Moduldaten gefiltert, um etwaige Messfehler beziehungsweise unrealistische Datenpunkte zu entfernen. Die Programmierung der Filter umfasste unter anderem den Ausschluss von Datenpunkten bei geringen Einstrahlungen, außerhalb von definierten Bereichen des Füllfaktors (FF), Clearness-Indexes sowie jene die deutlich über- sowie unterhalb der berechneten Mittelwerte lagen. Die resultierenden Datensätze wurden für die anschließenden Performance-Analysen abgespeichert und exportiert.

Im Falle der japanischen Teststelle wurden die monatlichen Daten des CIS-Dünnschichtmoduls und des monokristallinen Siliziummoduls mittels Schleifenprogrammierung zusammengefasst und eine jährliche Analyse durchgeführt. Anhand der zur Verfügung stehenden Daten wurde die Performance beider Modultypen im Zeitraum von sieben Jahren (2010-2016) verglichen.

Ergebnisse

Bei der Analyse der Messdaten wurde die sogenannte Performance Ratio (PR) des CIS- und monokristallinen Photovoltaikmoduls berechnet. Dieser Parameter wird für die Bewertung und den Vergleich von PV Systemen und Modulen herangezogen. Weiter definiert die Performance Ratio den Unterschied zwischen tatsächlich produzierter Energie eines Moduls zur erwarteten Energie und schwankt zwischen 0 und 1.

¹ FH Oberösterreich Studienbetriebs GmbH, Studiengang Öko-Energietechnik, Stelzhamerstraße 23, 4600 Wels, Tel.: +43 5 0804 40, Fax: +43 5 0804 43166, info@fh-wels.at, www.fh-ooe.at/campus-wels

² Tokyo University of Science, 6-3-1 Nijuku, Katsushika-Ku, Tokyo, 125-8585 Japan, Tel.: +81 3 5876-1360, Fax: +81 3 5876-1614, ueda@ee.kagu.tus.ac.jp, www.tus.ac.jp/en/campus/katsushika.html

Die Berechnung dieses Parameters wurde folgendermaßen durchgeführt:

$$PR = \frac{\text{Produzierte Energie}}{\text{Erwartete Energie}} = \frac{\text{Produzierte Energie [Wh]}}{\sum_t [\text{Einstrahlung}_{\text{Messung}} \left[\frac{W}{m^2} \right] * \frac{\text{Maximalleistung (Modul) [W]}}{\text{Einstrahlung}_{\text{STC}} \left[\frac{W}{m^2} \right]}}$$

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die berechneten PR-Werte der in Japan installierten Module. Hierbei ist der Verlauf der PR des CIS-Dünnschichtmoduls (blau) und des monokristallinen Siliziummoduls (orange) im Zeitraum von 2010 bis 2016 dargestellt.

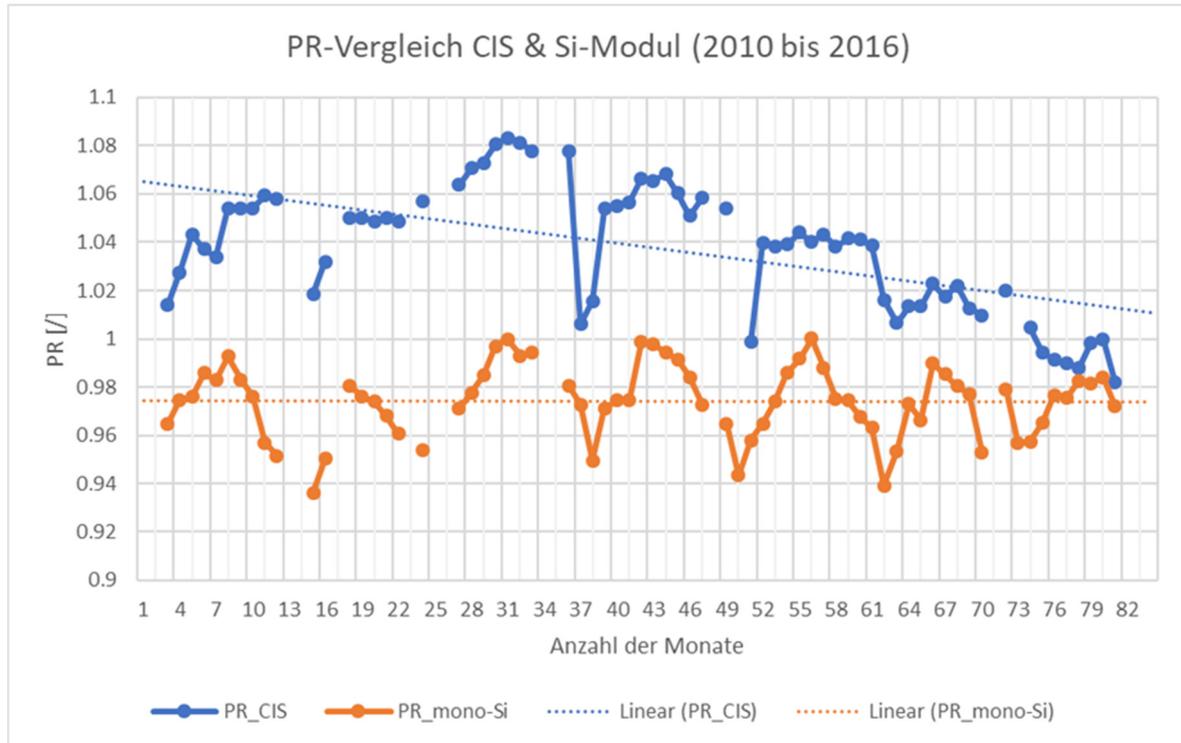


Abbildung 2: Vergleich der PR des CIS- und Si-Moduls (Japan)

Anhand der obigen Grafik ist ersichtlich, dass die Performance Ratio des installierten CIS-Moduls das theoretische Maximum von 1 übersteigt und zu Beginn des Aufzeichnungszeitraums deutlich über jener des Siliziummoduls liegt. Die Überschreitung der maximal möglichen PR im Falle des CIS-Dünnschichtmoduls ist auf die Prüfverfahren des Modulherstellers und den sogenannten Light-Soaking-Effekt zurückzuführen. Dieser Effekt beschreibt den Anstieg der Modulleistung sobald dieses der Sonneneinstrahlung ausgesetzt wird, welche sich jedoch nach wenigen Stunden stabilisiert. Somit liegt die tatsächliche Leistung des Moduls nach der Installation über jenen vom Modulhersteller angegebenen Werten. Die Auswertung der installierten Module zeigte eine Verringerung der PR des CIS-Moduls im Betrachtungszeitraum, wohingegen jene des monokristallinen Siliziummoduls nahezu unverändert blieb.

Somit ist trotz des geringen Zeitraums von sieben Jahren bereits jetzt eine höhere Langzeitstabilität des Siliziummoduls erkennbar. In der Langfassung dieser Arbeit werden ausführliche Analysen der beiden Teststandorte in Japan und Algerien präsentiert und die klimatologischen Unterschiede der beiden Standorte und deren Auswirkungen auf die Modulperformance analysiert.