

Entwicklung eines Messverfahrens zur Bestimmung der Leistung von PV-Modulen im Feld

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie
Vertiefung: Embedded Systems
Betreuer: Prof. Dr. Christof Bucher
Experte: Philipp Hofmann

Die meisten Kennzahlen von Photovoltaik-Modulen werden unter Standard-Testbedingungen (STC) gemessen. Diese definierten Bedingungen für Temperatur, Einstrahlung und Spektrum lassen sich im Feld nicht reproduzieren. In dieser Arbeit wird ein Messverfahren entwickelt, mit welchem STC-äquivalente Werte im Feld bestimmt und deren Genauigkeit quantifiziert werden kann.

Ausgangslage

Beim Rückbau einer Photovoltaik (PV)-Anlage ist der Zustand der PV-Module unbekannt. Eine Weiterverwendung ist nur realistisch, wenn zu jedem Modul die ungefähren Leistungswerte bekannt sind. Für die Messung dieser Werte ist bislang eine teure Labor-messung notwendig.

Ziel

Das Messgerät IV curve Tracer (IVCT) erlaubt es, Strom-Spannungs (IV)-Kennlinien von PV-Modulen im Realbetrieb zu messen. Im Rahmen dieser Arbeit wird dafür ein Messverfahren entwickelt, mit welchem STC-äquivalente Werte im Feld bestimmt und deren Genauigkeit quantifiziert werden kann. Im Gegensatz zu vorhandenen Lösungen soll das Messverfahren auch unter suboptimalen Bedingungen einsetzbar sein.

Realisierung

Zusätzlich zur Messung der IV-Kennlinie wird die Modultemperatur mittels PT1000 Temperatursensor und die Einstrahlung mittels Referenzzellen gemessen. Mittels einer Skalierungsformel wird daraus die STC-äquivalente IV-Kennlinie berechnet. Um die Messgenauigkeit zu bestimmen, wird die Auswirkung aller bekannter Fehlerquellen gemäss Fehlerfortpflanzungsgesetz berücksichtigt. Anhand von Messungen

eines PV-Moduls mit bekannter STC-IV-Kennlinie unter verschiedensten Bedingungen wird untersucht, wie der Skalierungsfehler auf die einzelnen Fehlerquellen zurückgeführt werden kann. Es wird untersucht, wie mit mehreren Referenzzellen eine inhomogene Einstrahlung erfasst werden kann und wie sich diese auf die Skalierungsgenauigkeit auswirkt.

Resultate

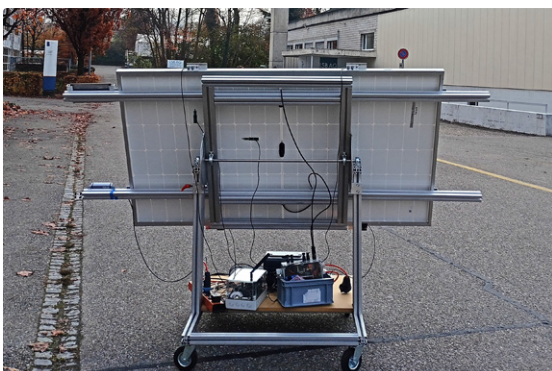
Mit dem entwickelten Messverfahren können STC-äquivalente IV-Kennlinien im Feld mit einer plausiblen Genauigkeitsangabe gemessen werden. Der Fehler liegt für den Kurzschlussstrom bei rund 3.1 %-10 %, für die Maximum Power Point (MPP)-Spannung bei rund 1.7 %-4.9 %. Durch eine bessere Kalibrierung der Einstrahlungs- und Temperaturmessung könnte die Messgenauigkeit deutlich gesteigert werden.

Ausblick

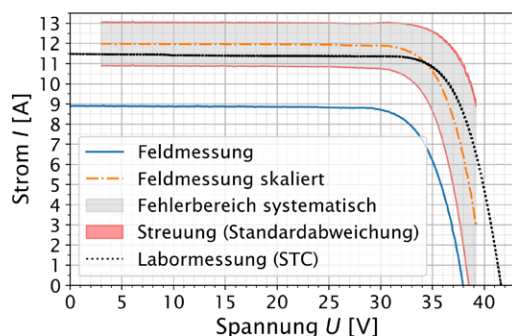
Um festzustellen, ob das Messverfahren auch für andere PV-Module und Wettersituationen die Genauigkeit korrekt abschätzt, ist eine Validierung mit entsprechenden Daten notwendig. Das Messverfahren kann bereits für einen relativen Vergleich von PV-Modulen einer rückgebauten Anlage verwendet werden und könnte künftig eine kostengünstige Alternative zu Labormessungen bieten.



Manuel Geissbühler



Messaufbau, zwei Temperatursensoren auf der Modulrückseite, vier Referenzzellen am Modulrahmen



Gemessene und skalierte Strom-Spannungskurve mit Darstellung der Unsicherheit