

Plug & Play-Kennlinienmessgerät für Photovoltaik-Module

Studiengang: Master of Science in Engineering
Vertiefung: Electrical Engineering
Betreuer: Prof. Dr. Christof Bucher
Experte: Philipp Wälchli (3S Swiss Solar Solutions AG)

Ein neu entwickeltes Kennlinienmessgerät für Photovoltaikmodule ermöglicht effiziente Messungen. Es kann im laufenden Betrieb kurzzeitig Module vom Wechselrichter trennen und die Kennlinie inklusive Bypassdioden ausmessen. Es ist klein, leicht und durch die drahtlose Kommunikation universell einsetzbar. Das neu entwickelte Kennlinienmessgerät, auch IV-Curve-Tracer oder kurz IVCT genannt, verfügt zudem über zahlreiche Anschlüsse für verschiedene Sensoren.

In der angewandten Forschung zu Photovoltaik (PV) ist die Ausmessung und Überwachung von PV-Modulen ein wichtiger Aspekt. In einer typischen PV-Anlage werden Strom, Spannung und Leistung der Gesamtanlage überwacht. Für die genaue Charakterisierung der PV-Module in verschiedenen Aspekten wie Alterungseffekte, Teilverschattungsverhalten oder dem Verhalten bei schwacher Sonneneinstrahlung ist eine regelmässige Aufnahme der Strom-Spannung-Kennlinie von grosser Bedeutung. Das Labor für Photovoltaiksysteme der Berner Fachhochschule (BFH) entwickelte daher ein Kennlinienmessgerät, das autonom regelmässig ein PV-Modul im laufenden Betrieb eine Kennlinie aufnimmt. Das Kennlinienmessgerät ist in der Lage, diese Messung sehr schnell durchzuführen, so dass der Wechselrichter sein Maximum-Power-Point-Tracking (MPPT) nicht verliert und der produktive Betrieb nicht gestört wird. Das bisherige Kennlinienmessgerät ist jedoch gross und teuer. Zudem sind die Messung und die Steuerung der variablen Last auf verschiedene Schaltungen aufgeteilt, was die exakte temporale Synchronisierung zur Herausforderung und das Messgerät fehleranfällig macht. Aus diesen Gründen wird in dieser Thesis der Frage nachgegangen, wie ein neues Messgerät, welches kleiner, günstiger und genauer sein soll, entwickelt werden kann.



Das finale Kennlinienmessgerät

Das neue Kennlinienmessgerät soll die Messung der verschiedenen Grössen wie Strom, Spannung und Einstrahlung sowie die Steuerung der variablen Last zusammenführen. Damit wird die Synchronisation zwischen der Variierung der elektronischen Last und der Messung genauer. Die Kennlinien können somit präziser aufgenommen werden. Durch die angestrebte kleinere Grösse und tieferen Materialkosten soll das Kennlinienmessgerät flexibler und einfacher einsetzbar sein. Eine intuitive und plattformunabhängige Bediensoftware soll die Verwendung des Kennlinienmessgeräts in verschiedensten Forschungsprojekten zur Photovoltaik ermöglichen.

Das entwickelte Kennlinienmessgerät weist eine Grösse von 222 mm x 146 mm x 95 mm auf. Es gibt zwei Varianten des neuen Kennlinienmessgeräts. Die erste Variante ist für Einzelmodule mit Modulwechselrichter oder mobile Messungen ausgelegt und weist Materialkosten von CHF 296.60 auf. Die zweite Variante kann auch in einer Installation mit mehreren PV-Modulen in Serie eingesetzt werden. Die Materialkosten dieser Variante betragen CHF 337.04. Das Kennlinienmessgerät weist eine Genauigkeit von +/- 0.4 % bei der Spannungsmessung und eine Genauigkeit von +/- 0.6 % bei der Strommessung auf. Der Temperaturkoeffizient beträgt -0.02 %/K für die Spannungsmessung und + 0.02 %/K für die Strommessung. Das Kennlinienmessgerät ist erfolgreich validiert für Kennlinienmessungen von Modulen mit verschiedenen Technologien, darunter auch die TOPCon-Technologie. Ebenfalls validiert ist die Ausmessung von mehreren Modulen in einem String. Tests durch Dritte zeigen, dass das Kennlinienmessgerät einfach und intuitiv bedienbar ist. Das neue Kennlinienmessgerät wird bereits in verschiedenen Projekten produktiv eingesetzt. Das Kennlinienmessgerät funktioniert und konnte erfolgreich validiert werden. Es ermöglicht effizientere und tiefere Untersuchungen in verschiedenen Themengebieten der angewandten Forschung zur Photovoltaik.



Adrian Jäggi