

Merkblatt Photovoltaik Nr. 16

Kompatibilitätsbereich von PV-Modulen mit unterschiedlichem Strom im MPP

Dieses Merkblatt erläutert, wie gross die Abweichungen in den elektrischen Kennwerten (Strom im MPP) von Solarmodulen sein dürfen, damit sie noch miteinander in Serie geschaltet werden dürfen, und welche durchschnittlichen Leistungsverluste dabei erwartet werden können.

1 Integration einzelner Module (max. 20%) mit geringfügig tieferem I_{mpp} in einen Strang aus Modulen mit höherem I_{mpp}

Der vom Wechselrichter bestimmte Arbeitspunkt liegt in diesem Fall in der Nähe des Strangstromes der Module mit höherem I_{mpp} . Dies hat zur Folge, dass die schwächeren Module mit einem höheren Strom arbeiten, als ihrem I_{mpp} entspräche, die stärkeren mit einem minim tieferen. Dies führt zu einer geringfügigen Leistungseinbusse bei allen Modulen des betroffenen Stranges, wobei der Verlust der stärkeren Module aufgrund der minimalen Abweichung von ihrem MPP vernachlässigbar ist. Hierbei ist zu beachten, dass der I_{mpp} der bestehenden, stärkeren Module kleiner ist als der I_{sc} der neuen, schwächeren Module. Die schwächeren Module können ansonsten als Widerstand fungieren und in den Bypass-Modus wechseln. Für Module mit kristallinen Silizium-Solarzellen beträgt die Differenz I_{mpp} zu I_{sc} im Regelfall ungefähr 4-5%. Aus diesem Grund sollte dieser Fall mit einzelnen schwächeren Modulen in Strängen mit vielen starken Modulen vermieden werden.

2 Integration einzelner Module mit geringfügig höherem I_{mpp} in einen Strang aus Modulen mit tieferem I_{mpp}

Der vom Wechselrichter bestimmte Arbeitspunkt (MPP) liegt in diesem Fall in der Nähe des Strangstromes der Module mit tieferem I_{mpp} . Dies hat zur Folge, dass die stärkeren Module mit einem tieferen Strom arbeiten, als ihrem I_{mpp} entspräche, die schwächeren mit einem minim höheren. Dies führt zu einer geringfügigen Leistungseinbusse bei allen Modulen des betroffenen Stranges, wobei der Verlust der schwächeren Module aufgrund der minimalen Abweichung von ihrem MPP vernachlässigbar ist.

Die erwarteten Leistungsverluste der stärkeren Module wurden auf Grund von Flashdaten ermittelt. Sie betragen bei einer Abweichung des I_{mpp} von 3% im Durchschnitt 0.6%, bei einer Abweichung von 5% im Durchschnitt 1.4%.

Generell gilt: die Integration von Modulen mit höherem I_{mpp} in Stränge mit schwächeren Modulen ist weniger kritisch als umgekehrt.

3 Beliebige Durchmischung von Modulen mit geringfügig unterschiedlichem I_{mpp}

In diesem Fall liegt der Arbeitspunkt (MPP) irgendwo zwischen den Optima der einzelnen Module. Eine Berechnung des erwarteten Leistungsverlustes unter Berücksichtigung der Nominalwerte (Mismatchverlust) bedarf einer Simulation.

Überschlagsmässig kann eine Grössenordnung der Mismatchverluste abgeschätzt werden: Sofern der effektive I_{mpp} Strom der Module eines Stranges nicht mehr als 3% voneinander abweicht, wird die durchschnittliche Abweichung vom Optimum etwa

bei 1.5% liegen. Bei einer so geringen Abweichung liegt der durchschnittliche Mismatchverlust bei unter 0.5%. Bei höheren Abweichungen ist mit überproportional grösserem Mismatchverlust zu rechnen, weil die Effekte nicht linear sind. Zudem muss darauf geachtet werden, dass der I_{sc} des schwächsten Moduls nicht unterhalb des durchschnittlichen I_{mpp} des Stranges liegt. Ansonsten wird dieses Modul zum Verbraucher.

Abkürzungen

MPP: Maximum-Power-Point

I_{mpp} : Strom am MPP

I_{sc} : Kurzschlussstrom

Hinweis

Das vorliegende Merkblatt wurde mit grösstmöglicher Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität seiner Inhalte wird keine Gewähr geleistet. Insbesondere entbindet es nicht, die einschlägigen und aktuellen Empfehlungen, Normen und Vorschriften zu konsultieren und zu befolgen. Das vorliegende Merkblatt dient ausschliesslich zu Informationszwecken. Eine Haftung für Schäden, die aus dem Konsultieren bzw. Befolgen dieses Merkblatts entstehen, wird ausdrücklich abgelehnt.

Dieses Merkblatt entstand ursprünglich bei der Firma 3S Solar Plus AG und wurde von Swissolar überarbeitet. Swissolar bedankt sich herzlich bei 3S Solar Plus für die Möglichkeit dieses Merkblatt zu publizieren.

04/2022/Merkblatt-Nr. 21016d