

# Anhang 6

## Merkblatt

Definition des Kompatibilitätsbereiches von PV-Modulen mit unterschiedlichem Strom im MPP

## 1 Einführung

Signifikante Verbesserungen im Herstellungsprozess von Solarzellen (-> neue Zellgeneration) führen im Allgemeinen zu leicht veränderten elektrischen Kennwerten der Solarzellen. Abweichungen in ihren elektrischen Kennwerten weisen aufgrund natürlicher Streuung auch Zellen aus derselben Generation, aber aus unterschiedlichen Leistungsklassen auf. Die elektrischen Kennwerte der Solarzellen bestimmen massgeblich die Kennwerte der damit gefertigten Solarmodule.

Dieses Merkblatt erläutert, wie gross die Abweichungen in den elektrischen Kennwerten (Strom im Mpp) von Solarmodulen der Firma Meyer Burger AG sein dürfen, damit sie noch miteinander in Serie geschaltet werden dürfen, und welche durchschnittlichen Leistungsverluste dabei ungefähr erwartet werden

## 2 Auswirkungen

2.1 Integration einzelner – d.h. nicht mehr als ca. 20% Leistungsanteil – Module mit geringfügig tieferem Impp in einen Strang aus Modulen mit höherem Impp.

Der vom Wechselrichter bestimmte Arbeitspunkt (mpp: maximum power point) liegt in diesem Fall in der Nähe des Strangstromes der Module mit höherem Impp. Dies hat zur Folge, dass die schwächeren Module mit einem höheren Strom arbeiten, als ihrem Impp 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.

2.2 Integration einzelner – d.h. nicht mehr als ca. 20% Leistungsanteil – Module mit geringfügig höherem Impp in einen Strang aus Modulen mit tieferem Impp.

Der vom Wechselrichter bestimmte Arbeitspunkt (MPP) liegt in diesem Fall in der Nähe des Strangstromes der Module mit tieferem Impp. Dies hat zur Folge, dass die stärkeren Module mit einem tieferen Strom arbeiten, als ihrem Impp 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 aufgrund von aktuellen Flashdaten ermittelt. Sie betragen bei einer Abweichung des IMPP von 3% im Durchschnitt 0.6%, bei einer Abweichung von 5% im Durchschnitt 1.4%. Die erwarteten Leistungseinbussen sind somit geringer als im obigen Fall.

Generell gilt: die Integration von Modulen mit höherem Impp in Stränge mit schwächeren Modulen ist weniger kritisch als umgekehrt

2.3 Beliebige Durchmischung von Modulen mit geringfügig unterschiedlichem Impp

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 Impp 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.

2.4 Einfluss von Messtoleranzen und Streuung

Die Bestimmung der Kennwerte von Solarmodulen unterliegt einer gewissen Toleranz. Klassiert werden die Solarmodule nach Leistung, weil diese den Preis bestimmt.

Nimmt man die effektiv gemessenen  $I_{mpp}$  -Werte als Basis, welche innerhalb einer Leistungsklasse von  $\pm 2,5$  Wp typischerweise in der Grössenordnung  $\pm 1$  % streuen, stellt der Fall 2.3 auch für Module aus derselben Leistungsklasse eine reale Situation in etwas abgeschwächter Form dar. Unter der vereinfachenden worst case Annahme, dass die Messung exakt ist, und die effektiven  $I_{mpp}$  für alleine die Streuung verantwortlich sind, müsste bei der Beurteilung der Kompatibilität von Solarmodulen mit unterschiedlichem nominalen  $I_{mpp}$  noch eine Abweichung von ca. 1% zur Differenz der Nominalwerte hinzugerechnet werden.

### 3 Zulässige Kombinationen

PV-Module der Meyer Burger AG dürfen standardmässig miteinander in Serie verschaltet werden, sofern ihr nominaler  $I_{mpp}$  nicht mehr als 3% voneinander abweicht (auf eine Nachkommastelle gerundet).

Bei höheren Abweichungen ist eine fallweise Betrachtung erforderlich.