Verschattungsmanagement

Effizienter Betrieb teilverschatteter PV-Anlagen mit OptiTrac Global Peak

Inhalt

Nicht immer lässt sich vermeiden, dass Dachgauben, Schornsteine oder Bäume ihre Schatten auf PV-Anlagen werfen.

Um jedoch die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage nicht zu gefährden, müssen bereits in der Planungsphase die verschattungsbedingten Ertragsverluste minimiert werden.

Dabei spielen Einflussfaktoren wie die Anordnung der PV-Module, deren Verschaltung und insbesondere die Wahl des richtigen Wechselrichters eine wichtige Rolle.

Durch das Beachten einiger wichtiger Planungsregeln können diese Faktoren so an die jeweilige PV-Anlage angepasst werden, dass sich deren Energieangebot nahezu vollständig nutzen lässt.

1 Auswirkungen von Teilverschattungen auf die PV-Anlage

Jeder PV-Generator hat einen individuellen Arbeitspunkt, bei dem er die höchstmögliche elektrische Leistung abgeben kann, den Maximum Power Point (MPP). Wie groß diese Leistung ist, hängt vor allem von der Höhe der Einstrahlung ab. Werden einzelne PV-Module eines Strings innerhalb des PV-Generators verschattet, ändern sich dadurch dessen elektrische Eigenschaften markant: Der PV-Generator besitzt nun mehrere unterschiedlich „gute" Arbeitspunkte.

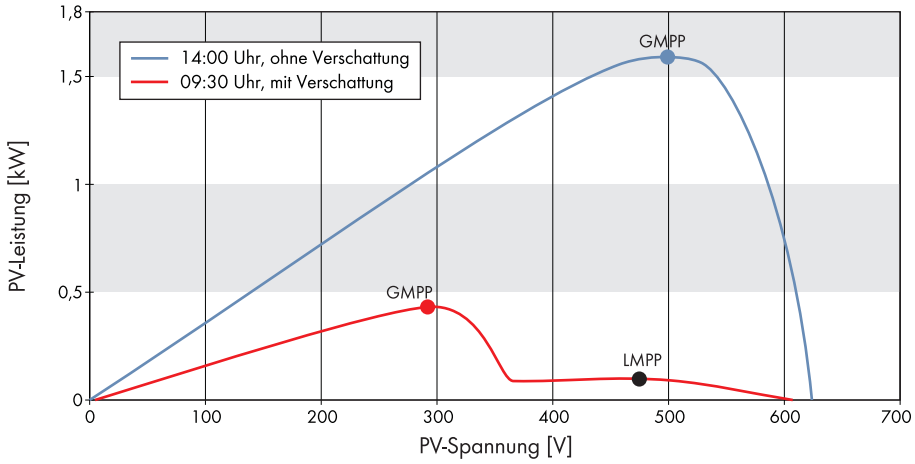

Abb.1: Leistungs-Spannungs-Diagramm des dargestellten PV-Generators zu 2 verschiedenen Tageszeiten (mit und ohne Teilverschattung). Die Kurven zeigen, dass bei Verschattung 2 unterschiedlich „gute" MPPs entstehen, wobei die Leistung am lokalen MPP deutlich geringer ausfällt als am globalen MPP.

2 Verschattung: Eine besondere Aufgabe für den Wechselrichter

Jeder PV-Wechselrichter verfügt über einen so genannten MPP-Tracker. Dieser sorgt dafür, dass der PV-Generator ständig an seinem optimalen Arbeitspunkt betrieben wird. So gesteuert kann der PV-Generator die bei einer bestimmten Sonneneinstrahlung verfügbare Leistung bestmöglich nutzen. Bei den SMA Wechselrichtern übernimmt die Betriebsführung OptiTrac diese Aufgabe und sichert so den maximalen Energieertrag.

Wenn jedoch, wie oben beschrieben, durch die Verschattung einzelner PV-Module eines PV-Generators 2 verschiedene Arbeitspunkte entstehen, muss der angeschlossene Wechselrichter nun entscheiden, an welchem dieser beiden Arbeitspunkte - dem lokalen MPP (LMPP) oder dem globalen MPP (GMPP) - er den PV-Generator betreiben soll.

Da konventionelle MPP-Tracker aber lediglich den Nahbereich des aktuellen Arbeitspunktes beobachten, um nicht unnötig Energie bei der Suche zu verlieren, wird ein alternativer Arbeitspunkt eventuell nicht wahrgenommen. Die Momentanleistung der PV-Anlage kann dadurch deutlich kleiner sein, als sie aufgrund der Verschattung sein müsste.

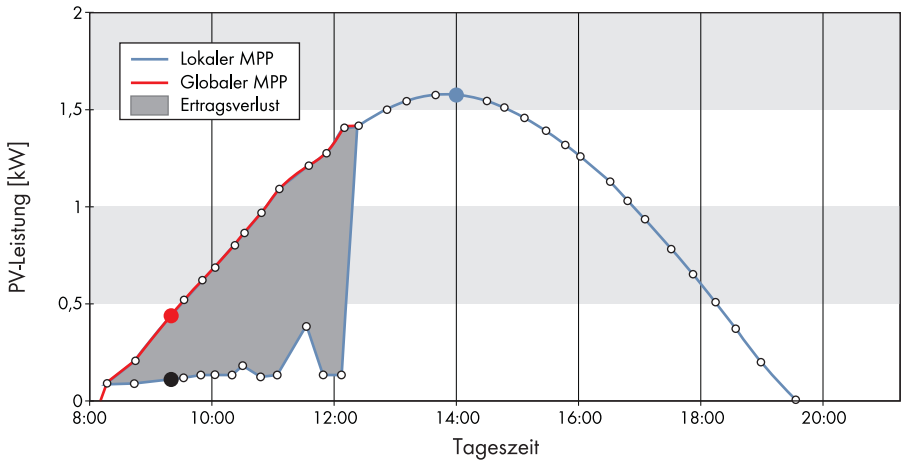

Abb.2: Verlauf der globalen bzw. lokalen MPP-Leistung eines Teilgenerators einer PV-Anlage mit morgendlicher Verschattung. Die graue Fläche zeigt den Ertragsverlust, der durch das Einstellen des lokalen statt des globalen MPPs verursacht werden würde.

Ganz anders verhält sich OptiTrac Global Peak: Um auch bei teilverschatteten PV-Anlagen immer den optimalen Arbeitspunkt zu finden, wurde das bewährte MPP-Tracking der SMA Wechselrichter um eine Zusatzfunktion ergänzt. OptiTrac Global Peak kann den PV-Generator zeitweise in großer Distanz vom bekannten Arbeitspunkt betreiben. Damit findet der Wechselrichter jederzeit den Arbeitspunkt mit der aktuell höchsten Leistung und kann auf diese Weise das Energieangebot der PV-Module unter allen Bedingungen nahezu vollständig nutzen [1].

Durch dieses Vorgehen sind Verluste während des Suchvorgangs unvermeidlich. Allerdings ist OptiTrac Global Peak ein Suchverfahren, das darauf spezialisiert ist, in Zeiten ohne Verschattung die Verluste durch die Suche nach einem eventuellen zweiten Leistungsmaximum bei maximal 0,2 % zu halten. Um diese Suchverluste noch geringer zu gestalten, kann es in Einzelfällen sinnvoll sein, in PV-Anlagen mit langsam auftretenden Verschattungen die Häufigkeit der Suchvorgänge (Zykluszeit) individuell anzupassen und zu verringern [2].

3 Planung teilverschatteter PV-Anlagen

Um die Wirtschaftlichkeit zeitweilig verschatteter PV-Anlagen nicht zu gefährden, müssen die verschattungsbedingten Ertragsverluste bereits in der Planungsphase minimiert werden.

Als Hilfestellung für den Anlagenplaner werden nachfolgend die wichtigsten Planungsregeln aufgezeigt.

3.1 Auswahl der Dachfläche

Die Minimierung der energetischen Verluste bei teilverschatteten Modulstrings basiert immer darauf, den Wechselrichter in die Lage zu versetzen, verschattete Solarzellen elektrisch zu umgehen und so die mit ihnen in Reihe geschalteten unverschatteten PV-Module desselben Strings optimal zu nutzen. Die ohnehin verminderte Leistung der verschatteten Solarzellen kann in dieser Zeit nicht genutzt werden. Bei der Auswahl der Dachfläche für eine PV-Anlage sollte deshalb sichergestellt sein, dass keine dauerhaften Verschattungen entstehen und insbesondere in Zeiten hoher Einstrahlung (Mittagszeit, Sommermonate) möglichst keine Schatten auf den PV-Generator fallen. Zur Abschätzung der Eigenschaften der jeweiligen Schatten, wie deren Größe und Veränderung im Verlauf eines Jahres, können spezielle Simulationsprogramme genutzt werden.

3.2 Auswahl der Anlagenverschaltung

Die Verschaltung des PV-Generators beeinflusst den erzielbaren Energieertrag erheblich. SMA Solar Technology AG hat daher die Regeln eines „Schattenmanagements" ausgearbeitet und veröffentlicht [3]. Die Analyse des Schattenverlaufs steht immer am Anfang einer Anlagenauslegung. Der Anteil der verschatteten PV-Module im Verhältnis zum Gesamtgenerator und der zeitliche Verschattungsverlauf sind wichtige Charakteristika einer PV-Anlage mit Teilverschattung. Folgende Handlungsempfehlungen sind für den Umgang mit teilverschatteten PV-Anlagen wichtig:

- Bei einer Verschattung einzelner bzw. eines sehr geringen Anteils der PV-Module (z. B. < 10 % der Gesamtanzahl) kann der Schatten gleichmäßig auf die Strings verteilt werden. Da sich die MPP-Spannung in diesen Fällen immer im Nahbereich der nominalen MPP-Spannung befinden wird, ist eine spezielle Betriebsführung (OptiTrac Global Peak) nicht notwendig.

- Bei einer starken Verschattung ist der getrennte Betrieb der verschatteten und unverschatteten PV-Module sinnvoll. Hierbei gilt:
  - Generatorteile mit ähnlicher Einstrahlung zusammenfassen.
  - Keine Parallelschaltung von Strings mit unterschiedlicher Einstrahlung, sondern für jeden String einen separaten MPP-Tracker vorsehen. Hierfür können viele kleine Wechselrichter oder solche mit Multi-String-Technik verwendet werden.
  - Zur Maximierung des Energieertrags ist OptiTrac Global Peak notwendig.

Aber auch bei der oben beschriebenen geringfügigen Verschattung stellt die Konzentration der verschatteten PV-Module auf einen eigenen MPP-Tracker eine Alternative zur gleichmäßigen Verteilung des Schattens auf alle Strings dar. Auch bei dieser Auslegung der Anlage ist zur Minimierung der Ertragsverluste OptiTrac Global Peak erforderlich.

3.3 Auswahl der Wechselrichter

Wie im „Schattenmanagement" [3] beschrieben, beeinflusst die Wahl des Wechselrichters ebenfalls die verschattungsbedingten Ertragsverluste. 3 Punkte sind bei der Wahl des Wechselrichters zu beachten:

- Wechselrichter mit großem Eingangsspannungsbereich können auch bei Verschattung und dem daraus resultierenden Rückgang der MPP-Spannung weiterhin den optimalen Arbeitspunkt einstellen.
- Durch Wechselrichter mit Einzelstring-Regelung lässt sich ein teilverschatteter PV-Generator nahe am Optimum betreiben und ein Großteil der möglichen Verluste vermeiden.
- Um verschattungsbedingte Ertragsverluste möglichst gering zu halten, ist es erforderlich, für teilverschattete Strings einen Wechselrichter einzusetzen, dessen MPP-Tracking die Existenz mehrerer Arbeitspunkte erkennt (z.B. OptiTrac Global Peak).

Die von SMA Solar Technology AG entwickelten Multi-String-Wechselrichter Sunny Boy 4000TL und 5000TL mit ihrem weiten Eingangsspannungsbereich und ihrer neuen Betriebsführung OptiTrac Global Peak sind daher für den hocheffizienten Betrieb teilverschatteter PV-Anlagen ideal geeignet.

4 OptiTrac Global Peak

Die SMA Wechselrichter Sunny Boy 3000TL, 4000TL und 5000TL sind ab der Firmware-Version 3.01 (ab April 2010) serienmäßig mit OptiTrac Global Peak ausgerüstet. Bereits installierte Wechselrichter dieser Gerätefamilie lassen sich per Firmware-Update nachrüsten. Das Firmware-Update ist kostenlos im Downloadbereich unter www.SMA.de erhältlich.

OptiTrac Global Peak ist eine Zusatzfunktion des bewährten MPP-Trackings OptiTrac und standardmäßig deaktiviert. Zur Unterstützung des Installateurs bei der Aktivierung und Einstellung von OptiTrac Global Peak ist im Downloadbereich unter www.SMA.de die Technische Beschreibung „OptiTrac Global Peak" in der Kategorie „Technische Beschreibung" des jeweiligen Wechselrichters erhältlich.

5 Quellen

[1] J. Iken: „Leistungsgipfel mit Geheimnissen"; Sonne Wind & Wärme, 17/2009, S. 160

[2] SMA Solar Technology AG: „SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL - Parameter und Messwerte", www.SMA.de

[3] G. Bettenwort, J. Laschinski: „Schattenmanagement – Der richtige Umgang mit teilverschatteten PV-Generatoren"; 23. Symposium Photovoltaische Solarenergie, 2008, Bad Staffelstein

[4] SMA Solar Technology AG: Technische Beschreibung „OptiTrac Global Peak - SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL" , www.SMA.de