

Zusatz 02

Verschaltung von PV-Modulen einer Anlage

Lernziel:

Es soll die optimale Verschaltung von PV-Modulen einer realen PV-Anlage abgeleitet werden, basierend auf Faktoren wie möglichen Schattenwurf, Energieverlust und Toleranzgrenzen elektronischer Geräte.

Arbeitsauftrag

Vergleiche quantitativ und qualitativ den Effekt von Beschattung einer parallelen Verschaltung und einer Reihenschaltung von PV-Modulen. Wenn du eine PV-Anlage für das Schuldach auslegen könntest, welche Verschaltung würdest du basierend auf deinen Erkenntnissen aus den Experimenten wählen? Vergleiche dafür vor allem Tabellen 6 und 3. Wie könnte man beispielhaft eine Anlage für eine optimale Energiegewinnung verschalten?

Tipp 1 Bei dem Transport von elektrischer Energie werden in den allermeisten Fällen sogenannte *ohm'sche Verluste* auftreten. Diese gehen quadratisch mit der Stromstärke und linear mit der Spannung einher, das heißt $\Delta E \propto U$ und $\Delta E \propto I^2$.

Tipp 2 PV-Anlagen speisen meist in das Energienetz ein. Dieses arbeitet mit 230V Wechselspannung. Eine PV-Anlage liefert jedoch Gleichspannung. Ein zentrales Element jeder PV-Anlage ist daher der *Wechselrichter*, der die Aufgabe hat, den Gleichstrom aus der PV-Anlage in Wechselstrom umzuwandeln, sodass dieser in das Energienetz eingespeist werden kann. Nehme an, dass ein sogenannter *trafloser* Wechselrichter von der Anlage nicht über 800V DC Eingangsspannung erhalten darf, ansonsten geht er kaputt. Am besten arbeitet er mit Spannungen über 300V und braucht mindestens 60V um zu funktionieren. Eine einzelne PV-Zelle liefert ca. 0,6V und ein großes PV-Modul besitzt 60 PV-Zellen.

Ein einzelnes Modul liefert ca. $0,6V \cdot 60 = 36V$. Damit der beschriebene Wechselrichter optimal arbeitet kann man beispielsweise 500V Gleichspannung in ihn einspeisen. Das entspricht also $500V/36V \approx 14$ in Reihe geschaltete große Module.

Nun sehen wir aus Tabelle 3, dass wenn eine Wolke aufzieht und einen Teil der Anlage bedeckt, der bedeckte Bereich ausfällt und gegen eine effiziente Energieumwandlung arbeitet.

Das gilt ebenso für Schattenwurf durch hohe Bäume, Gebäude oder auch Laub/ Schmutz/ Schnee.

Aus Tabelle 6 entnehmen wir jedoch, dass Schattenwurf bei einer parallelen Verschattung einen kleineren Spannungseinbruch verursacht verglichen mit der Reihenschaltung.

(Benutzt man darüber hinaus sogenannte *MPP-Tracker* ist der Einbruch ca. vernachlässigbar).

Um also eine kontinuierliche Energieversorgung zu haben, schalten wir dieselbe Anzahl an in Reihe geschalteten Modulen (14) nochmal *parallel* zu diesen und um auf der sicheren Seite zu sein, nochmal 14 Module *parallel* zu diesen. Wir haben nun eine PV-Anlage bestehend aus drei parallel-geschalteten 14-Modul-Strings. Auf der anderen Seite muss man darauf achten, nicht zu viele Zweige in die Parallelschaltung einzubauen. Es wurde gelernt, dass verzweigte Stromstärke sich zur Gesamtstromstärke addieren. Ist diese zu groß, bedeutet das höhere Energieeinbußen denn $\Delta E \propto I^2$. Es ist ratsamer die Spannung zu erhöhen um die Leistung $P = U \cdot I$ zu maximieren.

Ein letzter nicht wegzudenkender Punkt ist der Platzbedarf der Module. Wir haben hier eine Anlage mit $14 \cdot 3 = 42$ PV-Modulen entworfen, die einen Platzbedarf von ca. $42 \cdot 2m^2 = 84m^2$ haben (Faustregel: Ein Modul + Unterkonstruktion benötigt ca. $2m^2$ Platz).