

Wechselrichter

Die unscheinbaren Alleskönner

Der Wechselrichter ist der zentrale Teil einer Photovoltaikanlage: Er holt stets maximale Leistung aus den Solarzellen, wandelt ihren Gleichstrom möglichst vollständig in netzüblichen Wechselstrom um und kann sogar die Stromversorgung eines Haushalts optimieren.



Bild: SunGift Solar

Wechselrichter der SolarMax MT-Serie von Sputnik

Die Stimmung ist vermiest. Viele europäische Länder senken derzeit teils drastisch ihre Photovoltaikförderung, weil sie einen zu starken Ausbau der Photovoltaik befürchten. In der Schweiz zum Beispiel fällt die Vergütung diesen Oktober um 15 Prozent, in Deutschland erwägen Teile der Regierung sogar, die Förderung der Solarenergie über das Erneuerbare-Energien-Gesetz ganz auszuset-

zen. Bei potenziellen Anlagenbetreibern steigt daher der Frust. In den einschlägigen Internetforen wie dem «Photovoltaikforum» kündigen etliche Bauwillige an, ihre Pläne zu verwerfen.

Wird Absagen jetzt zum grossen Trend, sieht es noch bedenklicher aus für die ohnehin schon gebeutelte Solarindustrie. Und zwar nicht nur für die Zellen- und Modulhersteller, sondern auch für

die Wechselrichterproduzenten, die weniger im Fokus der Medien stehen. «Der Wettbewerb hat sich zugespitzt. Es ist für uns eine eher schwierige Zeit», sagt Pierre-Pascal Urbon, Vorstand des weltweit umsatzstärksten Wechselrichterherstellers SMA.

Doch für die Wettbewerbsfähigkeit der Photovoltaik ist die Innovationskraft der Inverterhersteller wichtig. Ein Wechselrichter macht etwa ein Fünftel des Gesamtpreises eines Solarsystems aus – bei aktuell rund 2000 Euro pro Kilowatt Systemkosten also rund 400 Euro. Während bei den Zellen und Modulen Kostensenkungen immer schwieriger werden, steckt in den unscheinbaren Geräten noch Potenzial. Urbon sagt, dass SMA den spezifischen Preis für seine Wechselrichter in den nächsten fünf Jahren unter guten Rahmenbedingungen halbieren könne.

Der Kopf des PV-Kraftwerks

Nicht nur für den Preis, sondern auch für die Effizienz der Solaranlage hat der Wechselrichter eine entscheidende Bedeutung. Er ist der Kopf des PV-Kraftwerks, passt sich in Frequenz und Spannung dem Netz an und trennt sich davon, wenn dort Störungen wie Überspannungen die anfälligen Zellen zu beschädigen drohen. Zudem sorgt er dafür, dass die kleinen Stromgeneratoren kontinuierlich maximale Leistung liefern. Leistung variiert ständig, weil sich im Tagesverlauf Einstrahlung und Temperatur ändern. Damit verschiebt sich stetig auch der optimale Arbeitspunkt, der Maximum Power Point (MPP), der Zellen. Der MPP-Tracker des Wechsel-



Bild: SMA

Hightech vom Band: Weltmarktführer SMA produziert Wechselrichter en masse.

richters, ein spezieller Programmcode, hat die Aufgabe, diesen Punkt regelmässig zu errechnen und anzusteuern. Mithilfe der Daten reguliert die Wechselrichterelektronik die Spannung der Zellen immer so, dass damit möglichst viel Licht in Strom umgewandelt wird. «Der Inverter ist demnach mit entscheidend für hohe Erträge», erklärt Norbert Hahn vom Systemanbieter IBC Solar.

1000 verschiedene Modelle

Doch die Auswahl des richtigen Geräts ist eine Wissenschaft für sich. Es gibt diverse Modultypen, Standorte und Dachneigungen – und eine entsprechend grosse Vielfalt an Wechselrichtern: Mehr als 1000 Modelle werden laut einer Markterhebung des Branchenmagazins Photon in Deutschland angeboten, davon fällt fast die Hälfte in die für private Betreiber relevante Leistungsklasse bis zehn Kilowatt. Die verwendete Modultechnik ist das erste wichtige Auswahlkriterium. Moderne Wechselrichter kommen ohne schwere und teure Transformatoren aus, aber für neuartige Dünnschichtpaneele empfehlen Experten die wuchtigen Kästen weiterhin. Der Trafo erdet die Anlage und schützt die im Gegensatz zu den klassischen Siliziumzellen sehr empfindlichen schlanken Stromerzeuger vor zerstörerischen Ableitströmen.

Die zu erwartende Einstrahlung am Standort ist für die Inverter-Wahl ebenso massgeblich. So ergibt sich bei Teilverschattung des Sonnendachs das Problem, dass verschattete Module einen anderen optimalen Betriebspunkt haben als voll beschienene. Da ein MPP-Tracker die Anlage nur auf einen solchen Peak einstellen kann, ist die Energieausbeute eventuell geschmälert – je nachdem, ob er zufällig den idealen Arbeitspunkt der verschatteten oder der besonnten Paneele gewählt hat. Einige Hersteller statuen ihre Inverter daher inzwischen mit mehreren MPP-Trackern aus. Damit kann ein Gerät Teile des Generators getrennt betreiben – und insgesamt mehr Leistung rausholen. Das Verschattungsproblem lässt sich ebenso lösen, indem für

jedes einzelne Modul ein separater Wechselrichter installiert wird. Lohnenswert ist eine Investition in einen MPP-Tracker oder mehrere kleinere Mikroinverter, wenn das Plus auf der Ertragsseite die höheren Anschaffungskosten abdeckt.

Der erzeugte Gleichstrom wird anschließend in Wechselstrom umgewandelt. Der Wirkungsgrad des Inverters ist das Mass dafür, wie effizient das gelingt. Zwischen den Geräten gibt es grosse Unterschiede: Mässige erreichen heute 95, sehr gute bereits mehr als 98 Prozent Spitzeneffizienz. Der Wirkungsgrad ist für den Ertrag einer Anlage entscheidend: Jeder Prozentpunkt mehr erhöht, so die Faustformel, die Stromausbeute um ein Prozent. Gleichzeitig steigt mit dem Wirkungsgrad aber auch der Preis des Inverters: pro Prozentpunkt um etwa zehn Prozent.

Welcher Wechselrichter letztlich der richtige ist, entscheiden massgeblich die Art und Anzahl der Module. «Der Installateur kann dem Kunden schnell eine einwandfreie Konfiguration des Systems vorschlagen», sagt Hahn. Dafür sucht er zunächst die zur freien Dachfläche passenden Sonnenplatten und dann auf Basis der Modul-, Wetter- und Strahlungsdaten den perfekten Inverter dazu. Dabei hilft dem Handwerker eine spezielle Software. Doch auch wenn Planung und Auslegung des Sonnengenerators Sache des Installateurs sind – einige Dinge muss der Betreiber beim Kauf des Wechselrichters beachten. So ist es ratsam, auf einem bewährten Markengerät zu bestehen.

Fünf Jahre Garantie

Der Name des Herstellers gibt bereits einen Hinweis auf die Produktqualität. In Europa geniessen unter anderem die Marktführer wie SMA, Kaco oder Sputnik Engineering einen sehr guten Ruf. Der Installateur kann die Güte des von ihm empfohlenen Inverters untermauern, indem er seinen Kunden die Jahreserträge von Referenzanlagen zeigt. Ernten diese viel Sonne, belegt dies, dass der eingesetzte Wechselrichter bei ho-

hen Wirkungsgraden zuverlässig arbeitet. Viele namhafte Hersteller gewähren auf ihre Inverter fünf Jahre Garantie und reparieren oder ersetzen sie bei einem Defekt innerhalb von 24 Stunden.

Zudem sollte der künftige Betreiber einige technische Daten seines Wechselrichters kennen, denn nur so kann er sicher sein, dass sein Gerät später mit dem Generator harmoniert. Zunächst muss die Spannung des Inverters zu den Zellen passen. Dieser arbeitet nur in einem bestimmten Voltbereich effizient. Liefern die Zellen weniger Spannung als der Wechselrichter mindestens benötigt, fährt er quasi untertourig und erreicht nur einen Teil seiner Leistung. Ist die Spannung dagegen zu hoch, geht er kaputt. Mindererträge oder Schäden drohen auch, wenn das Leistungsverhältnis zwischen beiden Komponenten nicht stimmt.

Bei guter Ausrichtung der Anlage sollte, so die Faustregel, deren Leistung ungefähr der Gleichstromleistung des Wechselrichters entsprechen. Bringen es die Zellen auf 5 KW, muss der Inverter 5 KW Gleichstrom aufnehmen können. In sonnenärmeren Regionen, wo das Solarkraftwerk seltener volle Leistung erreicht, dimensionieren Installateure den Wechselrichter gern kleiner. So vermeiden sie, dass der zu oft im ineffizienteren Teillastbereich läuft. Allerdings wird es selbst dem besten Handwerker nicht gelingen, die Anlage so zu konfigurieren, dass der Inverter stets auf seinen Spitzenwirkungsgrad kommt. Dieser beschreibt lediglich das Umwandlungsoptimum für eine bestimmte Spannung und Leistung unter Standardtestbedingungen.

In der Praxis ist dieser Betriebszustand wegen des schwankenden Sonnenangebots eher selten. Hilfreich ist daher zudem der sogenannte europäische Wirkungsgrad, den die Hersteller ebenfalls in ihren Datenblättern ausweisen. Er zeigt an, wie viel Strom der Inverter über alle relevanten Betriebsbedingun-

gen, also auch in Teillast, umwandelt. Nur wenn auch diese gemittelte Effizienz hoch ist – im Idealfall reicht der europäische bis auf einen Prozentpunkt an den maximalen Wirkungsgrad heran –, sorgt das Gerät für eine optimale Stromausbeute. Wie zum Beispiel Wechselrichter der SolarMax MT-Serie der Firma Sputnik. Sie erreichen einen maximalen Wirkungsgrad von 98 Prozent und einen europäischen Wirkungsgrad von 97,5 Prozent.

Noch mehr Effizienz gefragt

Obwohl die Wechselrichter in den letzten Jahren immer leistungsfähiger geworden sind, sehen die Hersteller noch Optimierungsbedarf. SMA arbeitet an kleineren und leichteren und gleichzeitig noch effizienteren Invertern. Angepeilt werden Effizienzen von bis zu 99 Prozent. Ausserdem werden die Geräte intelligenter: Die Firmen entwickeln Wechselrichter, die auf Basis wechselnder Stromtarife, die Energieversorger für den kommenden Tag im Internet bereitstellen, einen Einsatzplan für Hausgeräte erstellen.

Ist Netzstrom günstig, weil zum Beispiel viele Windmühlen ins Netz einspeisen, schmeisst der Inverter automatisch per Signal grosse Stromverbraucher wie Waschmaschinen an. Zudem helfen moderne Geräte, das Netz zu stabilisieren. Sie speisen sogenannte Blindleistung zur Regelung der Netzspannung ein und reduzieren ab einer Netzfrequenz von 50,2 Hertz stufenweise die Leistung. Und sie vermeiden gefährliche Lastspitzen am Mittag, indem sie die Solaranlage bei zu hoher Stromproduktion abregeln. Ohne derartige Systemdienstleistungen wäre ein Umstieg auf erneuerbare Energien nicht möglich. Ihre Einspeisung kann je nach Sonnenschein und Windangebot stark schwanken und muss daher stets reguliert werden. Der schnöde Metallkasten im Keller ist zum entscheidenden Teil einer Solaranlage geworden.

Text: Sascha Rentzing