

# Photovoltaik

## Kleiner Kasten, große Wirkung

Neben den Modulen ist auch der **Wechselrichter** für hohe Erträge entscheidend: Er muss stets die maximale Leistung aus den Solarzellen herausholen und ihren Gleichstrom möglichst vollständig in netzüblichen Wechselstrom umwandeln. Und das über viele Jahre. Das ist nicht selbstverständlich.

Im Herbst 2009 ließ Diethard Kögel die Korken knallen, sein Haus in Dortmund stand im Rohbau, und voller Vorfreude rief der Rentner seinen Freunden mit erhobenem Sektglas zu: Bald werde sein neues Eigenheim auch noch eine Photovoltaikanlage krönen. War wohl nix, wie man im Ruhrgebiet sagt: Das Haus ist inzwischen fertig, und auf dem Dach schimmern auch schon die Solarzellen, doch Strom produzieren sie nicht. „Ich warte immer noch auf den Wechselrichter. Er hätte längst geliefert werden müssen“, ärgert sich Kögel. Das elektrische Gerät ist unverzichtbar: Es wandelt den Gleichstrom des Sonnendachs in Wechselstrom fürs allgemeine Netz um.

### Leere Lager, lange Lieferzeiten

Wie Kögel ergeht es derzeit vielen Anlagenkäufern: Nach dem Solarmodul-Engpass im Herbst herrscht nun Mangel an Wechselrichtern. Grund ist der Photovoltaik-(PV)-Boom in Deutschland. Solarpaneele sind wegen Überproduktion und preisaggressiven Angeboten aus China seit Ende 2008 um 40 % billiger geworden. Das treibt etliche Investoren auf die Dächer – und so manchen Händler zur Verzweiflung: „Die Wechselrichter-Hersteller kommen mit der Produktion nicht mehr hinterher. Unser Lager ist leer“, sagt der Dortmunder Elektroinstallateur Özcan Pakdemir.

### Im Schatten der schillernden Kollegen

Der Inverter als Marktbremse – noch nie galt dem Gerät so viel Aufmerksamkeit. Stets stand der meist in den Keller oder unter das Dach verbannte Metallkasten im Schatten seiner schillernden Kollegen auf dem Haus. Die Module sind das weithin sichtbare Aushängeschild eines Solarsystems und mit Abstand die teuerste Komponente. Eine komplett schlüsselfertige Dachanlage bis 10 kW Leistung kostet laut dem Marktforscher pvXchange



Unterm Dach oder im Keller hängen die Inverter richtig: Sie vertragen keine Hitze. FOTO: SABINE RÜBENSAAT

gegenwärtig durchschnittlich etwa 3 000 €/kW, davon entfallen rund 1 800 € auf die Paneele und nur 450 € auf den Wechselrichter. Dabei ist er der Kopf des Kraftwerks: Er 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 ist das Produkt aus Strom und Spannung. Sie 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 sogenannte MPP-Tracker des Wechselrichters, ein spezieller Programmcode, hat nun die Aufgabe, diesen Punkt regelmäßig zu errechnen und anzusteuern. Mithilfe der Daten reguliert die Wechselrichter-Elektronik die PV-Anlage so, dass damit möglichst viel Licht in Strom umgewandelt wird. „Der Inverter ist demnach mitentscheidend für hohe Erträge“, erklärt Norbert Hahn vom Systemanbieter IBC Solar.

Doch die Auswahl des Geräts ist eine Wissenschaft für sich.

Die Möglichkeiten bei der Kraftwerksplanung sind schier unüberschaubar: Es gibt diverse Modultypen, Standorte und Dachneigungen – und eine entsprechende Vielfalt an Wechselrichtern: Mehr als 800 Modelle werden laut einer aktuellen Markterhebung des Branchenmagazins Photon in Deutschland angeboten. Fast die Hälfte davon fällt in die für private Betreiber relevante Leistungsklasse bis 10 kW, gut ein Viertel ist mit 10 bis 30 kW ebenfalls noch für manch private Investoren sowie für Landwirte und andere Gewerbetreibende interessant.

### Dünnschichtmodule mit Trafo

Die Modultechnik ist das erste wichtige Auswahlkriterium. Moderne Wechselrichter kommen ohne schweren und teuren Transformator aus, aber für neuartige Dünnschichtpaneele, wie sie vor allem auf größeren Dächern zum Einsatz kommen, empfehlen Experten die wuchtigen Kästen weiterhin. Der Trafo erdet die Anlage und schützt die im Gegensatz zu den klassischen Siliziumzellen sehr empfindlichen schlanken Stromerzeuger so vor zerstörerischen Ableitströmen.

Die zu erwartende Einstrah-

lung am Standort ist für die Inverterwahl 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 Höchstwert 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 statten ihre Inverter daher inzwischen mit mehreren MPP-Trackern aus. Damit kann ein Gerät Teile des Generators getrennt betreiben – und insgesamt mehr Leistung herausholen.

Das Verschattungsproblem lässt sich aber genauso lösen, indem für jeden Teil ein separater Wechselrichter installiert wird. Lohnenswert ist eine Investition in einen MPP-Tracker oder mehrere kleinere Inverter, wenn das Plus auf der Ertragsseite die höheren Anschaffungskosten abdeckt.

### Erfahrung des Installateurs nutzen

Der erzeugte Gleichstrom wird 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 % 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, entscheidet maßgeblich die Art und Anzahl der Module. „Der Installateur kann dem Kunden schnell eine einwandfreie Konfiguration des Systems vorschlagen“, sagt Hahn. Dafür sucht er zu- →



# Photovoltaik

## Worauf man beim Kauf achten sollte

- **Guter Name des Herstellers:** Billigware aus Fernost sollte tabu sein. Im Wechselrichter steckt viel Elektronik, die schnell kaputtgehen kann.
- **Daten aus Referenzanlagen:** Angehende Betreiber sollten sich von ihrem Anbieter die Jahreserträge von Referenzanlagen zeigen lassen, in denen ihr Wechselrichter bereits eingesetzt wird. Sind die Erträge der Anlage hoch, spricht das für das Gerät.
- **Hoher Wirkungsgrad:** Er gibt an, wie viel Gleichstrom der Wechselrichter in Wechselstrom umwandelt. Zwei Werte sind relevant: der maximale ist der bestmögliche erreichbare Wirkungsgrad, der europäische ist die gemittelte Effizienz unter allen Betriebsbedingungen, also etwa auch bei Bewölkung. Die besten Wechselrichter erreichen mehr als 98 % Spitzen- und mehr als 97 % europäische Effizienz.
- **Garantie:** Da ein Wechselrichter die anfälligste Komponente einer Solaranlage ist, sollte die Garantiezeit möglichst lang sein. Die meisten Hersteller gewähren heute fünf, einige acht Jahre.
- **Service:** Fällt ein Wechselrichter aus, wird kein Strom mehr eingespeist, entfällt die Einspeisevergütung. Wichtig ist daher ein schneller Service. Gute Hersteller sind binnen 24 Stunden vor Ort.

→ und Auslegung des Sonnen- generators am besten Profis überlässt – einige Dinge sollte er beim Kauf des Wechselrichters beachten. So ist es ratsam, trotz langer Lieferzeiten auf einem bewährten Markengerät zu bestehen. Hierzulande genießen unter anderem die Marktführer SMA, Kaco, Fronius und IBC ServeMaster einen guten Ruf.

Der Solarteur (der Solar-Installateur) kann die Güte des Inverters untermauern, indem er seinen Kunden die Jahreserträge von Referenzanlagen zeigt. Ernten sie viel Sonne, ist belegt, dass der Wechselrichter bei hohen Wirkungsgraden zuverlässig arbeitet. Garantie und Service sind ebenso wichtig: Viele namhafte Hersteller gewähren auf ihre Inverter fünf Jahre Garantie und reparieren oder ersetzen sie bei einem Defekt innerhalb von 24 Stunden. Je schneller der Service, desto geringer ist der wirtschaftliche Verlust: Steht die Anlage, gibt es keine Einspeisevergütung.

Zudem sollte der angehende Betreiber einige technische Daten seines Wechselrichters kennen, denn nur so kann er sicher

sein, dass das Gerät mit den Modulen harmoniert. Zunächst muss die Spannung des Inverters zu den Zellen passen. Er 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 zu hoch, geht er kaputt. Mindererträge oder Schäden drohen ebenfalls, wenn das Leistungsverhältnis zwischen den beiden Komponenten nicht stimmt. Bei guter Ausrichtung der Anlage sollte deren Leistung ungefähr der Gleichstromleistung des Wechselrichters entsprechen. Bringen es die Zellen auf 30 kW, muss der Inverter 30 kW Gleichstrom aufnehmen können. In sonnenärmeren Regionen, wo das Kraftwerk seltener volle Leistung erreicht, dimensionieren Installateure den Inverter gern etwas kleiner. So vermeiden sie, dass er zu oft im ineffizienteren Teillastbereich läuft.

Allerdings wird es selbst dem besten Solarteur 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 Sonnenscheins eher selten. Hilfreich ist daher der europäische Wirkungsgrad, den die Hersteller ebenfalls in ihren Datenblättern ausweisen. Er zeigt an, wie viel Strom der Inverter über alle relevanten Betriebsbedingungen, 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 –, kann sich der Betreiber auf ein Topgerät freuen.

Obwohl die Wechselrichter in den letzten Jahren immer leistungsfähiger geworden sind, sehen die Hersteller noch Optimierungbedarf. „Die Kosten müssen weiter fallen, damit die Photovoltaik wettbewerbsfähig wird“, sagt SMA-Chef Günther Cramer. Seine Firma will deshalb den spezifischen Preis für ihre Wechselrichter in den nächsten Jahren halbieren. Dafür arbeitet SMA an kleineren, leichteren und gleichzeitig noch effizienteren Geräten. „Wir streben Wirkungsgrade von mehr als 99 % an“, so Cramer.

Außerdem werden die Inverter intelligenter: Die Hersteller entwickeln Wechselrichter, die auf Basis wechselnder Stromtarife, die die Energieversorger für den kommenden Tag im Web veröffentlichen, einen Einsatzplan für Stromverbraucher im Haushalt oder Gewerbe erstellen. Ist Netzstrom günstig, weil zum Beispiel viele Windmühlen ins Netz einspeisen, wirft der Inverter automatisch per Signal große Stromverbraucher wie Waschmaschinen oder Kühlungen an. Künftige Geräte helfen also nicht nur beim Geldverdienen, sondern auch beim Sparen.

SASCHA RENTZING, DORTMUND