



Kleiner Kasten, große Leistung

Wechselrichter | Die Inverter sind für hohe Erträge einer Photovoltaikanlage entscheidend: sie müssen stets maximale Leistung aus den Solarzellen rausholen und ihren Gleichstrom möglichst vollständig in netzüblichen Wechselstrom umwandeln. Und das über viele Jahre. Das ist nicht selbstverständlich, wie Praxiserfahrungen zeigen.

Eigentlich wollte Diethard Kögel längst die Sonne anzapfen. Stolz verkündete er zu Beginn des Jahres, er habe eine Photovoltaik (PV)-Anlage bestellt, die im Frühjahr installiert werden soll. Die Solarzellen schimmern inzwischen längst auf dem Dach seines Hauses, doch Strom produzieren sie bisher nicht. „Ich warte noch immer auf die Wechselrichter. Er hätte längst geliefert werden müssen“, sagt der Sonnenfreund aus Dortmund erbost. Das elektrische Gerät ist unverzichtbar: Es wandelt den Gleichstrom des Sonnendachs in Wechselstrom fürs allgemeine Netz um. Ärgerlich für Kögel: Sein Energiever-

sorger müsste ihm vor Inkrafttreten der EEG-Novelle eine Einspeisevergütung von derzeit 39,14 Eurocent pro Kilowattstunde (kWh) zahlen. Doch solange seine Anlage nicht läuft, entgeht ihm diese Förderung, möglicherweise bekommt er noch die 16-prozentige Absenkung zu spüren.

Wie Kögel ergeht es derzeit vielen Solaranlagen-Käufern: Nach dem Solarmodul-Engpass im Herbst herrscht nun akuter Mangel an Wechselrichtern. Grund ist der anhaltende PV-Boom in Deutschland. Solarpaneele sind wegen Überproduktion und preisaggressiven Angeboten aus China seit Ende

2008 um 40 Prozent 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.

Leere Lager, lange Lieferzeiten

Der Inverter als Marktbremse – noch nie galt dem Gerät so viel Aufmerksamkeit. Stets stand der Metallkasten im Schatten seiner schillernden Kollegen auf dem Haus. Die Module sind das weit-

hin sichtbare Aushängeschild eines Solarsystems und mit Abstand die teuerste Komponenten. Dabei ist der Wechselrichter der Kopf des PV-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 Arbeits-



Bei den Herstellern von Wechselrichtern ist die Produktion in letzter Zeit nicht mehr still gestanden.

Foto: Remo Zehnder

punkt, 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 richtigen Geräts ist eine Wissenschaft für sich. Die Möglichkeiten bei der Kraftwerksplanung sind schier unüberschaubar: Es gibt diverse Modultypen, Standorte und Dachneigungen – und eine entsprechend große Vielfalt an Wechselrichtern: Mehr als 800 Modelle werden in Deutschland angeboten. Fast die Hälfte davon fällt in die für private Betreiber

relevante Leistungsklasse bis zehn kW, gut ein Viertel ist mit zehn bis 30 kW ebenfalls noch für manche private Investoren etwa für Landwirte und andere Gewerbetreibende interessant. Die verwendete Modultechnik ist das erste wichtige Auswahlkriterium. Moderne Wechselrichter kommen ohne schweren und teuren Transformator aus, aber für moderne Dünnschicht-

paneele, 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 Einstrahlung am Standort ist für die Inverter-Wahl ebenso maßgeblich. So ergibt sich bei Teilverschattung des Sonnendachs das Pro-

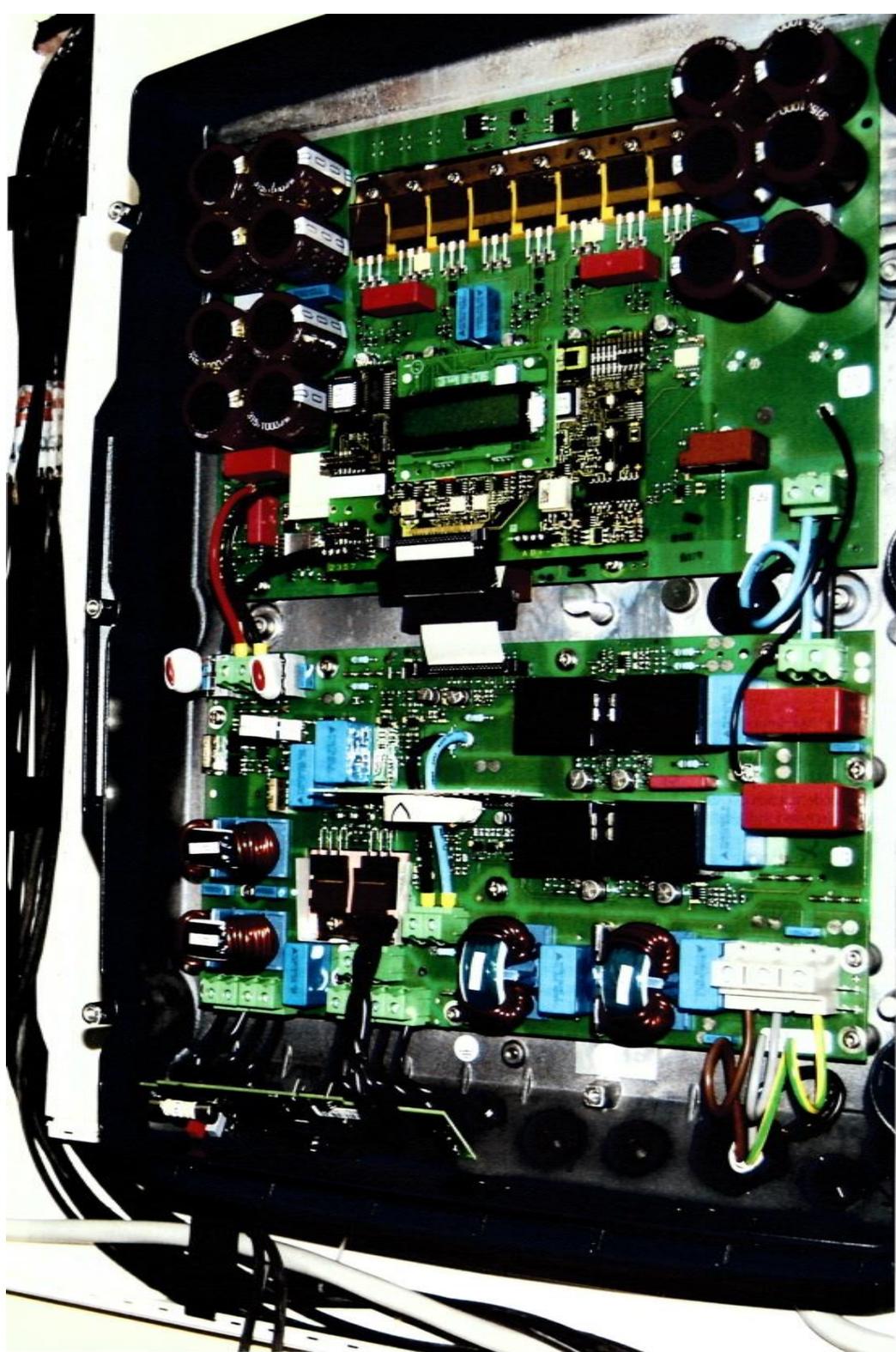


Foto: Preugschat

Worauf beim Kauf zu achten ist

Guter Name des Herstellers: Billigware aus Fernost sollte tabu sein. Im Wechselrichter steckt hochentwickelte Elektronik, die extremen Anforderungen ausgesetzt ist.

Betriebsdaten aus Referenzanlagen: Angehende Betreiber sollten sich von ihrem Anbieter die Jahreserträge von Referenzanlagen zeigen lassen, in denen ihr Wechselrichter in spe bereits eingesetzt wird. Sind die Erträge der Anlage dauerhaft hoch, spricht das für das Gerät.

Hoher Wirkungsgrad: Der Wirkungsgrad 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 Prozent Spitzen- und mehr als 97 Prozent europäische Effizienz.

Garantie: Da ein Wechselrichter die anfälligste Komponente einer Solaranlage ist, sollte die Garanzzeit möglichst lang sein. Die meisten Hersteller gewähren heute fünf, einige auch acht Jahre.

Service: Fällt ein Wechselrichter aus, wird kein Strom mehr eingespeist, entfällt die Einspeisevergütung. Wichtig ist daher ein schneller Service von 24 Std. vor Ort.

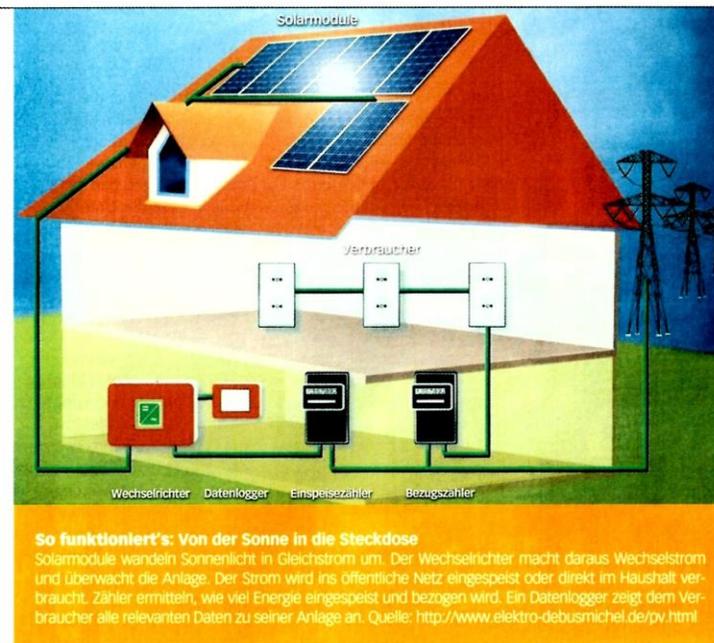
blem, dass verschattete Module einen anderen optimalen Betriebspunkt haben als voll beschienene. Da ein MPP-Tracker die Anlage nur auf einen Peak einstellen kann, ist die Energieausbeute eventuell geschmälert – je nach dem, ob er zufällig den idealen Arbeitspunkt der verschatteten oder der besonnten 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 rausholen.

Erfahrung des Installateurs nutzen

Das Verschattungsproblem lässt sich aber genauso lösen, indem für jeden Teil ein separater Wechselrichter installiert wird. Lohnenswert ist eine Investition in ein Gerät mit optimaler MPP-Tracker-Funktion oder mehrere kleinere Inverter, wenn das Plus

auf der Ertragsseite die höheren Anschaffungskosten abdeckt. 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. Dabei kommt es aber nicht nur auf den Wirkungsgrad bei maximaler Einstrahlung an, vielmehr ist die maximale Umwandlungsquote im gemischten Dauerbetrieb ein relevantes Kriterium.

Welcher Wechselrichter letztlich der richtige ist, entscheidet maßgeblich die Art und Anzahl der Module. „Der Installateur kann dem Kunden schnell ei-



ne 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 – und dessen Erfahrung. Doch auch wenn der angehende Betreiber die Planung und Auslegung des Sonnengenerators am besten Profis überlässt – einige Dinge sollte er beim Kauf des Wechselrichters beachten. So ist es ratsam, trotz langer Lieferzeiten auf ein bewährtes Markengerät zu bestehen. Der Name des Herstellers gibt bereits einen Hinweis auf die Produktqualität. In Deutschland genießen etliche Hersteller einen guten Ruf – vom Hochwertigen Standardgerät bis hin zum High-End-Wechselrichter. „Auf ihre Produkte ist in der Regel Verlass, so Hahn. Der Solartechnik 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 hohen Wirkungsgraden zuverlässig arbeitet. Garantie und Service sind ebenso wichtig: Viele

namhafte Hersteller gewähren auf ihre Inverter fünf Jahre Garantie und reparieren oder ersetzen diese 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 später mit dem Generator harmonisiert. Zunächst muss die Spannung des Inverters zu den Zellen passen. Dieser arbeitet nur in einem bestimmten Volt-Bereich 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 ebenfalls, wenn das Leistungsverhältnis zwischen den 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 also zum Beispiel auf 30 kW, muss der Inverter 30 kW Gleichstrom auf-

nehmen können. In sonnenärmeren Regionen, in denen das Solarkraftwerk seltener volle Leistung erreicht, dimensionieren Installateure den Wechselrichter gern auch etwas kleiner. So vermeiden sie, dass dieser zu oft im ineffizienteren Teillastbereich läuft. Allerdings wird es selbst dem besten Solartechnik 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 Sonnenange-

bots 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 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 angehende Betreiber auf ein Top-Gerät freuen.

Obwohl die Wechselrichter in den letzten Jahren immer leistungsfähiger geworden sind, sehen die Hersteller noch Optimierungsbedarf. „Die Kosten müssen weiter fallen, damit die PV wettbewerbsfähig wird“, sagt SMA-Chef Günther Cramer. Seine Firma will deshalb den spezifischen Preis für ihre Wechselrichter in den nächsten Jahren halbieren. Dafür arbeiten die Hersteller an kleineren und leichteren und gleichzeitig noch effizienteren Geräten. Außerdem werden die Inverter intelligenter: Die Hersteller entwickeln Wechselrichter, die auf Basis wechselnder Stromtarife, die Energieversorger für den kommenden Tag im Internet bereitstellen, einen Einsatzplan für Stromerbräucher im Haushalt oder Gewerbe erstellen. Ist Netzstrom günstig,

weil zum Beispiel viele Windmühlen ins Netz einspeisen, schmeißt der Inverter automatisch per Signal große Stromverbräucher wie Waschmaschinen oder Kühlungen an. Künftige Geräte helfen also nicht nur beim Geld verdienen, sondern auch beim sparen. Sascha Rentzing