

# Software für Solarstromanlagen

## Optimale Auslegung und Berechnung des Energieertrages

Dipl.-Chem. Iris Krampitz, freie Journalistin

**Wechselrichter wandeln den Gleichstrom eines Solargenerators in Wechselstrom um und passen die Frequenz und Spannung an das Wechselstromnetz an. Doch nicht jeder Wechselrichter ist für jedes Solarmodul geeignet. Für die optimale Auslegung einer Solaranlage bietet sich ein Auslegungsprogramm an.**

Als Faustregel galt bisher, dass die Nennleistung des Solargenerators bis zu 30 % über der des Wechselrichters liegen darf. Damit sollte erreicht werden, dass der Wechselrichter weniger oft im un-

10 % der Nennleistung erreichen die Geräte bereits einen Wirkungsgrad von 94 %. Daher wird die alte Faustregel bei Verwendung der SolarMax-Wechselrichter ebenfalls nicht für sinnvoll erachtet.

### Max Design Software, informativ und flexibel

Aus der umfangreichen Moduldatenbank wählt man zunächst einen Hersteller und einen Modultypen aus. Weitere Solarmodultypen können manuell eingegeben werden. Dann entscheidet man sich für einen Wechselrichtertypen und gibt die Anzahl sowohl der Module in Serie als auch der Stränge pro Wechselrichter ein. Das Programm überprüft, ob Grenzwerte für MPP-, Leerlauf- und Systemspannung, Anlagenleistung und DC-Strom eingehalten werden. Kritische Werte erzeugen eine Fehlermeldung. Ist die Anlage elektrisch optimal dimensioniert, können Energieertrag und Ertragsvergütung berechnet und die Werte grafisch dargestellt werden. Die Standortdatenbank umfasst zwölf Städte in Deutschland und der Schweiz. Sie kann ebenfalls manuell erweitert werden. Bei sehr guten Standorten (Südausrichtung, 30 bis 35° Neigung) empfiehlt das System einen Überdimensionierungsfaktor von 1,1, der sich bei relativ ungünstigen Standorten (Ost/West-Ausrichtung) auf maximal 1,25 erhöht.

Dies zeigt eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) auf. Nach Angaben von Bruno Burger, Leiter der Gruppe Elektronik am ISE, ist ein Dimensionierungsfaktor ( $P_{\text{solar}} / P_{\text{WR,ACmax}}$ ) von mehr als 1,3 - auch bei ungünstigen Ausrichtungen - nicht zu empfehlen. Dies bedeutet eine Überdimensionierung des Solargenerators von rund 25 %, bezogen auf die Ausgangsleistung des Wechselrichters. Die Berechnungen wurden bei Schrägdachmontage in Freiburg für das Jahr 2000 durchgeführt, da dieses Jahr eine Strahlungscharakteristik besitzt, die dem langjährigen Mittel entspricht. Um kurzzeitige Strahlungsänderungen zu berücksichtigen



*Größte Solarstromanlage der Schweiz*

günstigen Teillastbereich arbeitet. Die Bestrahlungsstärke ist schließlich nicht immer optimal, der Solargenerator liefert nur selten seine Nennleistung. Da jedoch sowohl die Modulpreise als auch die Teillastwirkungsgrade der Wechselrichter steigen, nähert sich das Dimensionierungsverhältnis zunehmend dem Faktor 1:1 an.

Die transformatorlosen Stringwechselrichter der Sputnik Engineering erreichen sehr hohe Wirkungsgrade im Teillastbereich. Bei einer Ausgangsleistung von fünf Prozent ihrer Nennleistung sind es 90 %. Bei

Für einen guten Standort ist in Deutschland eine Überdimensionierung des Solargenerators von rund 15 % zu empfehlen. Je nach Ausrichtung, geografischem Standort und realer Modulleistung kann dieser Faktor nach oben oder unten angepasst werden. Bei den derzeitigen hohen Modulpreisen ist eine Überdimensionierung des Solargenerators von rund 10 % auch aus ökonomischen Gründen bei guter Ausrichtung am sinnvollsten. Für eine detaillierte Auslegung empfehlen wir das neue Auslegungsprogramm MaxDesign 2.1.

sichtigen, die beispielsweise bei vorüberziehenden Wolken entstehen, wurden die Berechnungen nicht mit Stunden-, sondern mit 10-Sekunden-Werten durchgeführt.

### Richtige Dimensionierung der Wechselrichter

Lässt man bei einem nach Süden ausgerichteten Solargenerator mit einer Neigung von 30° einen Verlust von 0,5 % durch Leistungsbegrenzung zu, ergibt sich ein Verhältnis von Solargenerator- zur Wechselrichterleistung von 1,11. Für maximal 0,5 % Verluste sollte die Solargeneratorleistung somit rund 10 % größer als die Wechselrichterleistung sein. Bei der Berechnung mit Stundenmittelwerten ergibt sich bei diesem Beispiel eine Überdimensionierung von 25 %. Umgekehrt führt eine Solargeneratorleistung, die wie bisher üblich auf 30 % über der Wechselrichternennleistung gewählt wird, bei der Berechnung mit

das Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) aus Kassel 2001 im Rahmen eines Wechselrichter-Workshops. Mit 10-Minuten-Mittelwerten wurde hier die Leistungsreduzierung der Wechselrichter bei verschiedenen Umgebungstemperaturen ermittelt und die Auswirkung der Auslegung auf den Energieertrag bestimmt. Der 7-kW-Generator auf dem Dach des ISET, an den 25 Wechselrichter angeschlossen wurden, hat eine Neigung von 32° und ist nach Süden ausgerichtet. Von einer 30prozentigen Unterdimensionierung des Wechselrichters hält ISET-Mitarbeiter Christian Bendel ebenfalls nichts: Wegen der höheren Wirkungsgrade moderner Wechselrichter im Teillastbereich empfiehlt er ein Dimensionierungsverhältnis von 1 bis 1,1, das man aus wirtschaftlichen Gründen höchstens auf 1,25 reduzieren sollte.

Bei einer zu starken Überdimensionierung des Solargenerators reduziere der Wechselrichter im Sommer zu häufig seine Leistung. Man müsse jedoch beachten, dass das Dimensionierungsverhältnis auch vom Einsatzort des Wechselrichters abhängt. Wird das Gerät beispielsweise auf dem Dachboden installiert, kann es schneller zu hohen Umgebungstemperaturen kommen.

### Technisch und wirtschaftlich optimal

Der Wirkungsgrad eines Wechselrichters hängt auch von der Eingangsspannung ab. Weicht diese stark vom Optimum ab, kann es zu deutlichen Wirkungsgradverlusten kommen - nach Angaben von Franz Baumgartner (Universität für Angewandte Wissenschaften in Buchs, Schweiz) sind es bis zu drei Prozentpunkte. Wechselrichterherstellern wird daher empfohlen, in ihren Datenblättern den Wirkungsgrad bei verschiedenen Eingangsspannungen anzugeben und diese Information auch in die Auslegungssoftware zu integrieren. Jedes Prozent mehr Wirkungsgrad rechtfertigt nach seiner Auffassung 10 % höhere Investitionskosten für den Wechselrichter. Den Zusammenhang zwischen Eingangsspannung und Wir-

kungsgrad hat er bei einem Sputnik-Wechselrichter vom Typ SolarMax 6000 C und zwei Konkurrenzprodukten untersucht. Die Ergebnisse stellte er im Rahmen der 20. Europäischen Photovoltaikkonferenz Anfang Juni 2005 in Barcelona vor. Die SolarMax-Stringwechselrichter erreichen ihr Optimum bei einer Eingangsspannung von 400 Volt - beim SolarMax 6000 C sind es in diesem Fall volle 96,2 %.

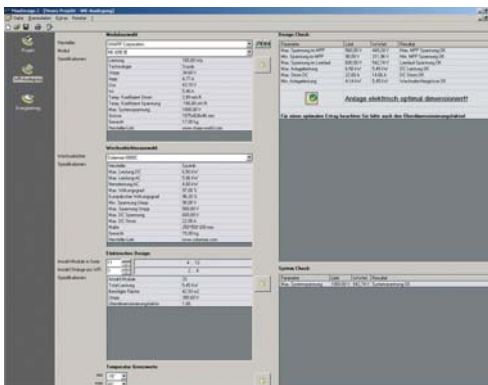


Abb.2 Wechselrichterauslegung

10-Sekunden-Werten zu Verlusten von 2,5 %. Die Berechnung mit Stundenmittelwerten zeigt in diesem Fall aber nur 1 % Verluste an. Für die optimale Auslegung setzt Burger daher auf 10-Sekunden-Werte. Als Faustformel empfiehlt er bei Schrägdachlage daher eine Überdimensionierung des Solargenerators von 15 %, die sich bei freier Aufständigung mit guter Belüftung auf 10 % reduziert. Eine maximale Performance Ratio erreicht man mit einem Verhältnis von 0,9 bis 1,1. Ein Faktor von 1,2 bis 1,3 bringe dagegen 1 bis 3 % Verluste. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch

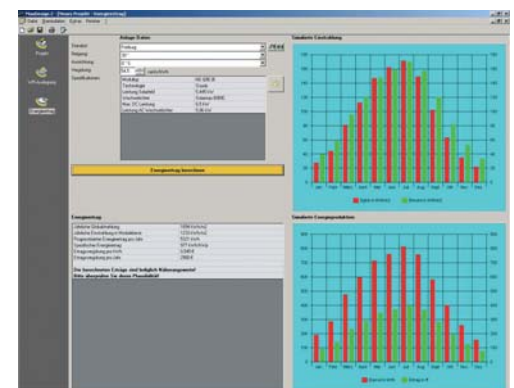


Abb.1 Berechnung von Energieertrag und Vergütung

Jedoch kam es auch bei größeren Spannungsabweichungen lediglich zu Wirkungsgradverlusten von einem Prozentpunkt. Daher sind die Verluste auch bei relativ ungünstigen Eingangsspannungen niedrig. In den Datenblättern gibt Sputnik bereits den Europäischen Wirkungsgrad bei verschiedenen Eingangsspannungen an. Bis Ende 2005 wird der Schweizer Hersteller Baumgartners Ergebnisse in dem Auslegungsprogramm Max Design 2.1 berücksichtigen. Eine dynamische Wirkungsgradberechnung wird integriert. Mit dieser Funktion kann man die Anlage so dimensionieren, dass man auch den letzten Prozentpunkt aus dem Wechselrichter herausholen kann.

Autor

Dipl.-Chem. Iris Krampitz,

freie Journalistin

Sputnik Engineering, CH-Biel

[www.solarmax.com](http://www.solarmax.com)