



solid gGmbH
heinrich-stranka-strasse 3-5
90765 fürth
t: 0911.810 270
f: 0911.810 2711
e: info@solid.de
i: www.solid.de

Das Missverständnis von den Mindererträgen
von PV-Anlagen im Sommer

Stand: 02.08.2006

ein Unternehmen von



Christian Dürschner, solid gGmbH (Fürth)

Das Missverständnis von den Mindererträgen von PV-Anlagen im Sommer

Zusammenfassung

Photovoltaik-Anlagen erzeugen im Sommer deutlich mehr Solarstrom als im Winter. Das gilt nicht nur für einen Vergleich von Sommerhalbjahr zu Winterhalbjahr, sondern zeigt sich auch an der Gegenüberstellung von einzelnen Sommersonnentagen mit einzelnen Wintersonnentagen. Die Ertragseinbußen durch eine temperaturbedingt verminderte Maximalleistung von PV-Anlagen aufgrund von sommerlichen Temperaturen sind gering und werden durch die im Sommer deutlich höhere Anzahl an Sonnenstunden und durch die im Regelfall – im Vergleich zum Winter – günstigere Ausrichtung zur Sonne mehr als kompensiert.

Einleitung

Aufgrund der großen Hitze im Juli 2006 mussten erneut einzelne Atom- und Kohlekraftwerke ihre Leistung drosseln – konnten also weniger Strom produzieren als geplant – weil die Temperatur des Kühlwassers zu stark angestiegen war. Bei PV-Anlagen gibt es zwar auch einen temperaturbedingten Effekt, der die Leistung der Anlagen reduziert, aber die Energieproduktion von Solarstromanlagen ist im Sommer trotzdem höher als im Winter.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, zwei Begriffe zu unterscheiden: LEISTUNG, also die aktuelle Energieerzeugungsfähigkeit einer PV-Anlage und ENERGIE, also der Ertrag der PV-Anlage (Produkt aus Leistung x Zeit). Übertragen auf Photovoltaik-Anlagen gilt daher: „Es ist zwar wichtig, welche Leistung eine Photovoltaik-Anlage aktuell liefert: Aber viel wichtiger ist, wieviel Solarstrom (Energie) im Tagesverlauf erzeugt – und natürlich auch in das Stromnetz eingespeist – wurde.“

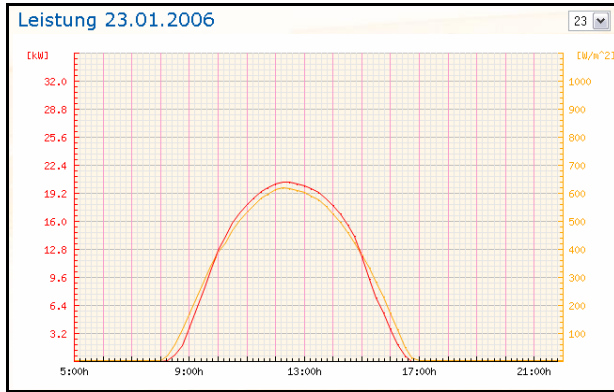
Leistung einer PV-Anlage

Photovoltaik-Module haben einen negativen Leistungskoeffizienten, d.h. mit steigender Temperatur nimmt ihre Leistung ab. Der Leistungskoeffizient beträgt – bei Modulen mit Solarzellen aus kristallinem Silizium – typischerweise -0,5 %/K. Das bedeutet, bei gleichen Strahlungsbedingungen (bezogen auf Strahlungsintensität UND Strahlungswinkel) ist die Leistung von kühlen PV-Modulen höher als die von warmen PV-Modulen.

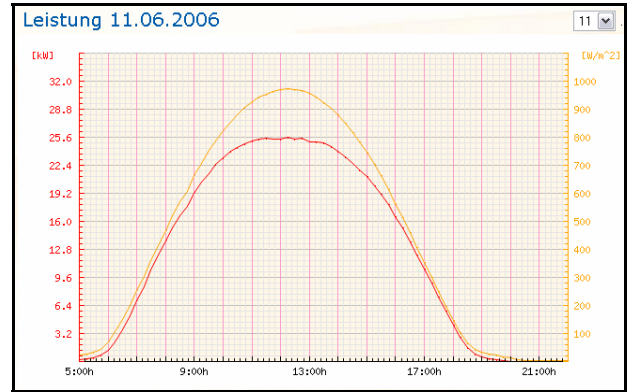
Dazu ein Beispiel: Die Nennleistung eines PV-Moduls bei STC*) beträgt 165 Wp. Wenn sich dieses Modul auf eine Temperatur von 65 °C aufgeheizt hat (Delta T = +40 K im Vergleich zu STC), dann liefert es bei gleichen Strahlungsbedingungen nur noch eine Leistung von $165 \text{ Wp} + (40 \text{ K} \cdot -0,5 \text{ \%}/\text{K}) = 165 \text{ Wp} - 20 \text{ \%} = 132 \text{ Wp}$. Umgekehrt ist im Winter bei einer Modultemperatur von nur +5 °C (Delta T = -20 K im Vergleich zu STC) eine Leistung von $165 \text{ Wp} + (-20 \text{ K} \cdot -0,5 \text{ \%}/\text{K}) = 181,5 \text{ Wp}$ möglich.

*) STC = Standard-Test-Bedingungen: Einstrahlung in Modulebene 1.000 W/m² mit dem Lichtspektrum von Air Mass AM 1,5 und bei einer Zelltemperatur von 25 °C.

Tagesverlauf von Strahlung und Ertrag einer PV-Anlage an typischen Sonnentagen



Strahlung und Ertrag an einem sonnigen Wintertag: Die Ertragskurve (rot) ist [durch Normierung der beiden Kurven] etwa deckungsgleich zur Strahlungskurve (gelb).



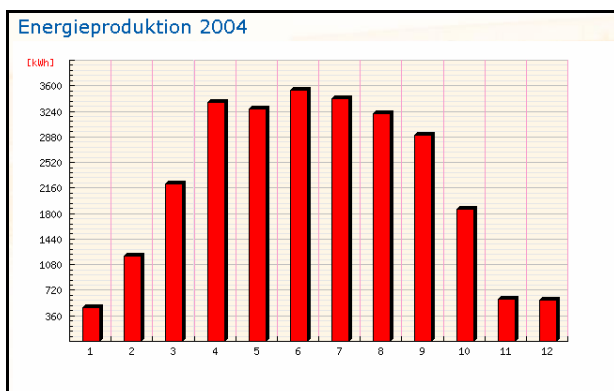
Strahlung und Ertrag an einem sonnigen Sommertag, die Ertragskurve (rot) liegt – zumindest in den Mittagsstunden – unterhalb der Strahlungskurve (gelb) [gleiche Skalierung wie linkes Bild]. Die Differenz dieser beiden Kurven verdeutlicht die Mindererträge durch temperaturbedingte Leistungsseinbußen. Die Fläche unter der Ertragskurve zeigt aber deutlich den an einem Sommersonnentag erzielbaren Mehrertrag im Vergleich zu einem Wintersonnentag.

Grafik: © meteocontrol/solid

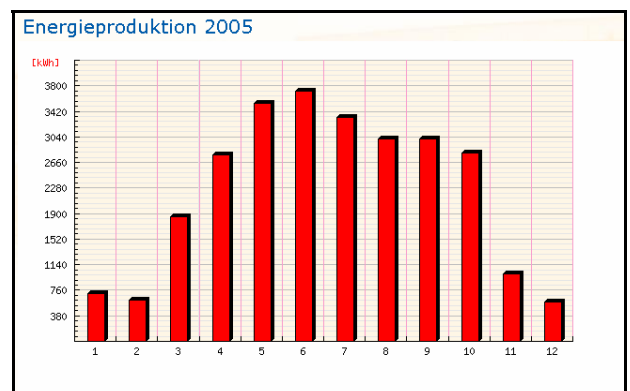
Ertrag einer PV-Anlage

Entscheidend für den Ertrag einer PV-Anlage ist aber nicht nur die jeweilige Leistung, sondern auch die Sonnenscheindauer (Ertrag [kWh] = Leistung [kW] x Zeit [h]). Im Sommer ist die Sonnenscheindauer deutlich höher als im Winter, denn es gibt im Sommerhalbjahr mehr sonnige Tage, die Sonne geht früher auf und auch später wieder unter. Daher erzeugen PV-Anlagen im Sommer deutlich mehr Strom als im Winter. Die Erfahrung zeigt, dass im Sommerhalbjahr (April-September) rund 75% und im Winterhalbjahr (Oktober-März) nur rund 25% des Jahresertrages einer PV-Anlage produziert werden.

Typischer Jahresverlauf der Energieerzeugung einer PV-Anlage



Energieproduktion im Jahr 2004



Energieproduktion im Jahr 2005

Grafik: © meteocontrol/solid

Eine Auswertung der Wintersonnentage sowie der Sommersonnentage einer Nürnberger Bürger-Solarstromanlage hinsichtlich Solarstrahlung und Solarertrag bringt folgendes Ergebnis:

	Wintersonnentag	Sommersonnentag	Vergleich
Strahlungssumme	3,28 kWh/m ²	7,83 kWh/m ²	+138%
erzeugte Energie	100,55 kWh	210,00 kWh	+109%
spezifische erzeugte Energie	3,05 kWh/kWp	6,37 kWh/kWp	+109%
Nennleistung	32,9 kWp	32,9 kWp	---
max. Solarstrahlung	603,68 W/m ²	973,09 W/m ²	+61%
max. Anlagenleistung	19,48 kW	24,87 kW	+28%

Datenbasis: sechs jeweils durchgehend sonnige Tage aus dem Zeitraum Dezember '05/Januar '06 (01.12./ 08.01./23.01./24.01./29.01./30.01.) sowie sieben jeweils durchgehend sonnige Tage aus dem Zeitraum Juni '06/Juli '06 (11.06./ 12.06./ 13.06./ 18.06./ 02.07. / 15.07./ 17.07.). Aufzeichnung der Werte durch das Programm „Safer Sun“ der Firma meteo-control AG.

Die Werte in der Tabelle zeigen deutlich, dass an einem sonnigen Sommertag – trotz der temperaturbedingten Leistungseinbußen bezogen auf die STC-Nennleistung der Module – signifikant mehr Solarertrag geerntet werden kann als an einem sonnigen Wintertag: Die Strahlungssumme ist mit +138 % und die erzeugte Energie ist mit +109 % um mehr als das Doppelte höher als an einem Wintersonnentag. Die maximale Solarstrahlung ist im Sommer immerhin noch +61% höher als im Winter und auch die maximale Anlagenleistung liegt noch um +28% über der maximalen Anlagenleistung an einem Wintersonnentag. Typischer Jahresverlauf der Energieerzeugung einer PV-Anlage

Abschätzung des Ersatz- bzw. Unterstützungspotentials

In Deutschland sind nach Auskunft des Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (Berlin) derzeit rund 200.000 Photovoltaik-Anlagen mit einer PV-Leistung von 2.000 MWp installiert. Das entspricht der Erzeugungskapazität von zwei Atom- oder Braunkohlekraftwerken. Da die PV-Anlagen genau dann auf Hochtouren laufen, wenn einigen Großkraftwerken das Kühlwasser ausgeht, helfen die Solarstromanlagen zunehmend, diese Versorgungslücke zu schließen. Der dabei erzeugte Solarstrom reicht aus, um ca. fünf bis sechs Atomkraftwerken auszuweichen, deren Produktion aufgrund der Hitze um 30 Prozent gesenkt werden muss.