

# Photovoltaik - Technik

Die als Licht auf die Erde auftreffende Menge an Sonnenenergie ist 10.000 mal höher als der Primärenergieverbrauch (Stand 1998, 402 EJ) der Menschheit. Der Energieeintrag durch die Sonne beträgt pro Jahr etwa  $1,1 \cdot 10^{18}$  kWh. Diese Strahlungsenergie kann fotovoltaisch direkt in Elektrizität umgewandelt werden, ohne dass Nebenprodukte wie Abgase (beispielsweise Kohlendioxid) entstehen. Der Wellenlängenbereich der auftreffenden und wandelbaren elektromagnetischen Strahlung reicht vom kurzwelligen, nicht sichtbaren Ultraviolett (UV) über den sichtbaren Bereich (Licht) bis weit in den langwelligeren infraroten Bereich (Wärmestrahlung) hinein. Bei der Umwandlung wird der fotoelektrische Effekt ausgenutzt.

Die Energiewandlung findet mit Hilfe von Solarzellen, die zu so genannten Solarmodulen verbunden werden, in Fotovoltaikanlagen statt. Die erzeugte Elektrizität kann entweder vor Ort genutzt, in Akkumulatoren gespeichert oder in Stromnetze eingespeist werden.

Bei Einspeisung der Energie in das öffentliche Stromnetz wird die von den Solarzellen erzeugte Gleichspannung von einem Wechselrichter in Wechselspannung umgewandelt.

Mitunter wird eine alleinige Energieversorgung mittels Fotovoltaik in Inseln realisiert. Um hier kontinuierlich Energie verfügbar zu haben, muss die Energie gespeichert werden. Bekannte, akkumulatorgepufferte Inseln sind Parkuhrsysteme, die sich häufig in größeren Städten finden.

Die Nennleistung in der Fotovoltaik wird in Wp (Wattpeak) beziehungsweise kWp angegeben. "peak" (engl. Höchstwert, Spitze) bezieht sich auf die Leistung bei Testbedingungen, die dem Alltagsbetrieb nicht direkt entsprechen. Es handelt sich dabei auch nicht um die Leistung der Zelle oder des Moduls bei höchster Sonneneinstrahlung. Die Testbedingungen dienen zur Normierung und zum Vergleich verschiedener Solarzellen oder -module. Die elektrischen Werte der Bauteile unter diesen Bedingungen werden in den Datenblättern angegeben. Es wird bei 25 °C Modultemperatur, 1000 W/m<sup>2</sup> Bestrahlungsstärke und einem Air Mass von 1,5 gemessen. Dies sind die STC-Bedingungen (Standard-Test-Conditions), die als internationaler Standard festgelegt wurden. Können diese Bedingungen beim Testen nicht eingehalten werden, so muss aus den gegebenen Testbedingungen die Nennleistung rechnerisch ermittelt werden. Die Bestrahlungsstärke von 1000 W/m<sup>2</sup> kommt in Mitteleuropa über ein Jahr gesehen nicht sehr häufig vor (je weiter südlich, desto häufiger). Im normalen Betrieb haben Solarmodule beziehungsweise die Solarzellen bei dieser Einstrahlung eine wesentlich höhere Betriebstemperatur als die im Test vorgesehenen 25 °C und damit auch einen deutlich niedrigeren Wirkungsgrad.

Die mit Solarzellen in der Fotovoltaik erzielten Wirkungsgrade reichen von wenigen Prozent (beispielsweise etwa 6 Prozent für Cadmium-Tellurid-Solarmodule) bis hin zu über 35 Prozent (Konzentrator-Mehrschicht-Laborexemplar). Die Wirkungsgrade marktüblicher Solarmodule liegen zwischen 10 und 16 Prozent. Zur Gesamtbetrachtung fließen allerdings noch die Verluste des Wechselrichters mit ein.

Obwohl die insgesamt zur Verfügung stehende Sonneneinstrahlung immens hoch erscheint, ist die Fotovoltaik aufgrund des zur Zeit eher niedrigen Wirkungsgrades sehr flächenintensiv. So erzeugt eine Windkraftanlage mit 5 MW Leistung etwa genauso viel Energie wie eine 500 m x 500 m (25 ha) große Solarstromanlage.

Die fotovoltaische Energiewandlung ist wegen der Herstellungskosten der Solarmodule im Vergleich zu herkömmlichen Kraftwerken deutlich teurer, wobei allerdings große Teile der Folgekosten der konventionellen Energiewandlung nicht in die heutigen Energiepreise mit eingehen. Das stark schwankende Strahlungsangebot erschwert den Einsatz der Fotovoltaik. Die Strahlungsenergie schwankt vorhersehbar tages- und jahreszeitlich bedingt, sowie täglich abhängig von der Wetterlage. Beispielsweise kann eine fest installierte Solaranlage in Deutschland im Juli einen gegenüber dem Dezember bis zu fünfmal höheren Ertrag bringen. Sinnvoll einsetzbar ist die fotovoltaische Energiewandlung als ein Baustein in einem Energiemix verschiedener Energiewandlungsprozesse. Ohne die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Energiespeicherung im grossen Maßstab werden hierbei konventionelle Elektrizitätswerke nicht völlig zu ersetzen sein. Allerdings haben das Stromeinspeisegesetz und insbesondere das Erneuerbare-Energien-Gesetz zu einem Boom bei der Errichtung von Fotovoltaikanlagen in Deutschland geführt.