

<http://tinyurl.com/cae3hsp>

Sind PV-Stromanlagen in Deutschland Energievernichter?

Ferruccio Ferroni, Dipl. Ing. ETH, Zürich

Der Ingenieur Ferruccio Ferroni hat mit schweizerischer Gründlichkeit die Energiebilanz der in Deutschland verbauten Photovoltaikanlagen untersucht. Sein Ergebnis ist ernüchternd: Einem Ertrag über (nur rechnerisch erreichbare) 25 Jahre von 1.522 kWh/m² stehen Aufwendungen von 2.463 kWh/m² gegenüber.

Sein Fazit: Zwar ist es möglich, mit der Photovoltaik elektrischen Strom zu erzeugen, aber man muss dafür wesentlich mehr Primärenergie einsetzen als an elektrischer Energie dank Nutzung der Sonneneinstrahlung in Deutschland herauszuholen ist. Dabei werden keine Kilowattstunden netto erzeugt, sondern es wird Primärenergie unnütz verschwendet. Lesen Sie seine Begründung.

Das Potenzial der PV-Stromproduktion in Deutschland

Über die Stromproduktion in Deutschland mittels Photovoltaikanlagen liefert die BMU-Statistik »Erneuerbare Energien in Deutschland — 2011« Zahlen. Aus Produktion und installierter Spitzenleistung errechnet man als Mittelwert der letzten zehn Jahre 645 Volllaststunden pro Jahr (kWh pro kWp) – knapp acht Prozent aller Jahresstunden! Die erforderliche Modulfläche für eine Spitzenleistung von einem kWp wird mit zehn m² angenommen. Daraus ergibt sich eine Stromausbeute von 64,5 kWh/m² und Jahr. Infolge Alterung ist ein Wirkungsgradverlust zu erwarten, der gemäß der *International Energy Agency* (Report IEA-PVPS T12-01:2009) 0,7 Prozent pro Jahr beträgt. Geht man bei diesen Anlagen von einer Lebensdauer von 25 Jahren aus, ist im Mittel der verbleibenden 20 Jahre mit einer Einbuße von sieben Prozent (4,5 kWh/m²) zu rechnen. Die mittlere jährliche Stromproduktion ist dann 60 kWh/m². In 20 verbleibenden Jahren ergeben sich 1.200 kWh/m². Dazu kommen im Mittel die ersten fünf Jahre mit je 64,5 kWh/m², d.h. 322 kWh/m². Somit beträgt die Gesamtstromproduktion pro Quadratmeter Modulfläche und während der mutmaßlichen Gesamtlebensdauer von 25 Jahren 1.522 kWh.

Energieaufwand für die Herstellung der PV-Anlagen

Die Herstellung von ultrareinem Silizium ist sehr energieintensiv. Es gibt keine zuverlässige Studie über den entsprechenden Energieaufwand. Aufgrund meiner Kontakte in China habe ich den Wert von ca. 400 kg Kohle pro Quadratmeter Modulfläche in Erfahrung gebracht; verstromt in einem modernen Kohlekraftwerk (Wirkungsgrad von 47 Prozent) ergeben sich 1.256 kWh. Eine Studie der *Hong Kong Polytechnic University* (»Environmental payback time analysis of a roof-mounted building-integrated photovoltaic system in Hong Kong«, *Applied Energy* 87(2010), 3625-3631) ergibt 1.237 kWh/m². Diese beiden aus der Praxis gewonnenen Werte liegen deutlich über den Zahlen, welche zurzeit in deutschen Publikationen zu finden sind. Hingegen wird der Energieaufwand für die Herstellung der zahlreichen für die Fabrikation von ultrareinem Silizium notwendigen Chemikalien bei derartigen Untersuchungen im Allgemeinen nicht berücksichtigt; siehe dazu www.svtc.org, wo beispielsweise NH₃, BF₃, CCl₄, Ethylvinylacetat (Silberleitpaste), C₂F₆, HCl, HF, H₂, HNO₃, NaOH und SF₆ genannt werden. Auch der Aufwand für die Gewinnung von

Quarzgestein und für die Wasserversorgung und -entsorgung wird nicht kalkuliert. Abschätzungen des Aufwands für den Bau und Betrieb der Silizium- und PV-Modulfabriken haben ergeben, dass dieser wenige Prozente des Energieaufwands für die Produktion ausmacht.

Im Folgenden wird der konservative Wert von 1.200 kWh/m² verwendet.

Aufwand und Verluste bei der Integration der Photovoltaik in den Netzbetrieb

		kWh/m ²
1	Aufwand für die Bereitstellung von Gas- oder Kohlekraftwerken für die Reservehaltung	25
2	Verluste bei der Inanspruchnahme von Pumpspeicher-Anlagen – 25% Verlust, 20% beteiligte PV-Produktion	75
3	Aufwand für den Bau von Pumpspeicherwerken	25
4	Aufwand für Netzanpassungen	25
	Total	150

In den Positionen 1, 3 und 4 wird ein minimaler Aufwand von nur einer kWh pro Jahr für den Bau der Reserve, Speicherung und Netzanpassungen eingesetzt. Somit beträgt der Gesamtenergieaufwand für die Integration der Photovoltaik in den Netzbetrieb 150 kWh.

Energieaufwand für Montage, Betrieb, Rückbau, Entsorgung und Finanzierung

In der nachfolgenden Tabelle wird den laufenden Betriebskosten eine 25-jährige Betriebsdauer zugrunde gelegt. Im Jahr 2012 werden die Investitionen für eine PV-Anlage pro m² Modulfläche mit 400 Euro für die Lieferung und mit 500 Euro für die Montage angegeben. Somit liegt der Tabelle eine Basisinvestition von 900 Euro pro m² Modulfläche zugrunde.

		€/m ²
1	Projektierung und Bewilligungen – 10%	90
2	Montage	500
3	Wartung – 1,5 % pro Jahr während 25 Jahren	337
4	Ersatz der Verschleißkomponenten – Anteil Wechselrichter	150
5	Versicherung – 0,17% pro Jahr während 25 Jahren	38
6	Rückbau und Entsorgung	200

7	Anpassung an künftige Sicherheitsforderungen	30
8	Zins – durchschnittlich 2% während 25 Jahren	450
	Total während der gesamten Lebensdauer von 25 Jahren	1795

Die so ermittelten Kosten werden nun mithilfe der Energieintensität für Deutschland in Primärenergie-Aufwand umgerechnet: Die Energieintensität ist der Primärenergieverbrauch, bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt. Für Deutschland beträgt sie im Jahr 2009 0,19 kg SKE pro BIP-Euro (Daten aus Fischer Weltalmanach 2011). In Strom umgewandelt mit einem Wirkungsgrad von 40 Prozent erhält man 0,62 kWh pro Euro (dieser Wert wird als Mittelwert eingesetzt, wohlwissend, dass das Gewerbe eine höhere Energieintensität hat). Der Aufwand an Primärenergie für Montage, 25 Jahre Betrieb, Rückbau, Entsorgung und Finanzierung ist in der deutschen Volkswirtschaft somit 1.113 kWh.

Schlussfolgerung

Der Ertrag während 25 Jahren ist 1.522 kWh/m². Demgegenüber steht ein Gesamtenergieaufwand von 2.463 kWh/m². Vom Gesamtaufwand entfallen auf die Herstellung der PV-Module 1.200, auf die Integration in den Netzbetrieb 150 und auf Montage, Betrieb, Rückbau, Entsorgung und Finanzierung 1.113 kWh/m².

Die dargelegte Berechnung zeigt ganz klar, dass Solarstromanlagen in Deutschland wegen der geografischen Lage und der klimatischen Verhältnisse keine Energiequellen sind, sondern **gewaltige Energiesenken oder Energievernichtungsanlagen**. Auch wenn man eine Lebensdauer von 30 Jahren annehmen würde, wäre die Energiebilanz immer noch negativ. Diese Schlussfolgerung weicht ab von den gewohnten Feststellungen der Solarenergiebranche – vor allem deswegen, weil hier oben auch der Primärenergieaufwand für den Betrieb und die Finanzierung sowie für die Integration in den Netzbetrieb quantifiziert worden ist. Zudem basieren die obigen Überlegungen auf Si-Herstellungszahlen asiatischer Länder, welche zusehends als Hauptlieferanten auftreten.

Zwar ist es möglich, mit der Photovoltaik elektrischen Strom zu erzeugen, aber man muss dafür wesentlich mehr Primärenergie einsetzen als an elektrischer Energie dank Nutzung der Sonneneinstrahlung in Deutschland herauszuholen ist. Dabei werden keine Kilowattstunden netto erzeugt, sondern es wird Primärenergie unnützlich verschwendet.

Von nachhaltiger Nutzung der Ressourcen kann keine Rede sein.

In Anbetracht der Tatsache, dass bisher in Deutschland nicht weniger als 100 Milliarden Euro für Photovoltaik investiert worden sind, habe ich persönlich Mühe, eine solch absurde und nicht nachhaltige Solarstrom-Energiepolitik zu verstehen. Besser würde die angesetzte Primärenergie in modernen fossil-gefeuerten Kraftwerken zur Stromerzeugung genutzt.

Ferruccio Ferroni, Dipl. Ing. ETH, Zürich