

Zahlen und Fakten zur Solarenergie

Welchen Beitrag an die zukünftige Stromversorgung kann die Solarenergie leisten? Viel mehr, als der Bund in seiner neuen Energiestrategie 2050 plant. Das zeigt die vorliegende Analyse. Bis spätestens 2035 können 25 Prozent des Schweizer Strombedarfs mit der Kraft der Sonne gedeckt werden. Neben der Steigerung der Stromeffizienz ist Solarstrom von unseren Dächern damit der Hauptfeiler einer dezentralen, ökologischen und bezahlbaren Energiewende.

Solarstrom ist unerschöpflich, verursacht geringe Umweltbelastungen und ist ein wichtiger Bestandteil der zukünftigen Stromversorgung – weltweit und in der Schweiz.

Ist die Schweiz für Solarstrom geeignet? Wie schnell können wir ausbauen? Was sind die Folgen für die Stromkosten, wenn wir massiv ausbauen? Und welchen konkreten Beitrag kann die Sonne an die Versorgungssicherheit leisten? In diesem Papier finden Sie Antworten auf diese und weitere Fragen.

Gute Voraussetzungen

Mit einer durchschnittlichen horizontalen Sonneneinstrahlung von rund 1'100 kWh/m² hat die Schweiz bessere Bedingungen für die Photovoltaik als Deutschland. In den Alpen erreichen wir mit bis zu 1600 kWh/m² sogar spanische Verhältnisse. Die Alpen punkten aber nicht nur mit sehr hohen Einstrahlungswerten, sondern auch mit hohen Wintererträgen: Während Photovoltaik-Anlagen im Mittelland im Sommer doppelt so viel wie im Winter liefern, lässt sich im Alpenraum in der kalten Saison fast gleich viel wie im Sommer produzieren (vgl. [1], Figur 1).

Riesige Potenziale

Die internationale Energieagentur (IEA) hat 2002 die für die Solarstromproduktion geeigneten¹ Schweizer Dachflächen und Fassaden analysiert und mit einem konservativen Wirkungsgrad von 10% ein Stromproduktionspotenzial von 18 TWh pro Jahr errechnet [2]. Das sind 30% des heutigen Stromverbrauchs. Bezieht man die steigenden Wirkungsgrade² und die Tatsache ein, dass die IEA neu entstehen-

de Dächer sowie weitere gut nutzbare Flächen auf Infrastrukturen wie Schallschutzwände, Lawinenverbauungen und Stauseemauern in ihrer Abschätzung nicht berücksichtigt hat, dann steigt das Solarstrompotenzial auf rund 30 TWh pro Jahr.

Das Potenzial von (m)einem Dach

Mit dem neuen Analyse-Tool auf www.solarmacher.ch können Sie mit wenigen Klicks das Strompotenzial eines beliebigen Daches berechnen lassen und sich selbst vom grossen Potenzial der Schweizer Dächer überzeugen.

Beitrag zur Energiewende

15 TWh Solarstrom pro Jahr fordern die Umweltverbände bis 2035 gemäss ihrem Stromszenario vom Mai 2011 [4]. Für die Realisierung braucht es in der Schweiz rund 93 km² PV-Flächen³. Bei der heutigen Bevölkerung von 7.86 Mio. sind das rund 12 m² pro Kopf.

Ausbautempo und Umsetzung

Der Trumpf von Photovoltaik ist, dass sie sich schnell ausbauen lässt. In Bayern wurde die Solarenergie seit 2004 mit hoher Geschwindigkeit ausgebaut – obwohl die Kosten zu Beginn vier Mal höher lagen als heute und trotz der im Vergleich mit der Schweiz schlechteren Einstrahlungsverhältnisse. Würden wir uns die Pro-Kopf-Entwicklung von Bayern zum Vorbild nehmen, so hätten wir 2011 ca. 7.7% des Bedarfs gedeckt oder 4'600 GWh Solarstrom produziert [6]. Stattdessen produzierte die Schweiz 2011 gerade mal 149 GWh Solarstrom [7]. Statt Solar-kWh produzieren wir momentan Wartelisten-kWh: Aktuell warten 22'791 PV-Projekte, die zusammen mehr

¹ Auf diesen Flächen treffen mindestens 80% der Solareinstrahlung eines optimal geneigten und perfekt nach Süden ausgerichteten Daches ein.

² In den Jahren 2003 bis 2010 konnte der durchschnittliche Wirkungsgrad von Polykristallinen PV-Modulen um 23% gesteigert werden [3].

³ Bei der Annahme, dass der durchschnittliche Wirkungsgrad aller Anlagen (inkl. Wechselrichter) von knapp 11% im Jahr 2010 auf ca. 15% im Jahr 2035 ansteigt.

als 1'000 GWh Solarstrom pro Jahr liefern würden auf ihre Förderung ([8], Stand: 19.02.2013).

Und die Landesregierung in Bayern macht weiter vorwärts: Bis 2021 sollen 16% des Strombedarfs von der Sonne gedeckt werden [9]. Die offizielle Schweiz hingegen will bis 2020 knapp 1% des Strombedarfs mittels Photovoltaik decken. Bis 2035 sind rund 4'400 GWh pro Jahr vorgesehen (ca. 7.4% des Strombedarfs). **Die Schweiz soll ein viertel Jahrhundert brauchen, um das zu erreichen, was Bayern 2004 bis 2011 umgesetzt hat, obwohl die Kosten heute vier mal tiefer sind? Mit Fakten lassen sich die Szenarien des Bundes also schwer erklären.**

Wie nachhaltig ist Solarstrom?

- **Energierücklaufzeit:** Nach ein bis vier Jahren haben Solaranlagen die Energie, die für die Herstellung eingesetzt wurde, wieder zurück gewonnen. Die Lebensdauer einer Anlage beträgt 30 Jahre. [5,11]
- **Umweltbilanz:** Solarstrom bringt wie jede Stromproduktion eine Umweltbelastung mit sich. Die Berechnung der Ökobilanz anhand der neuesten Daten nach der Methode der ökologischen Knappheit vom Bundesamt für Umwelt BAFU zeigt, dass Strom aus Solarzellen zwar grössere Belastungen als Strom aus Wind- oder Wasserkraft verursacht, aber weitaus besser abschneidet als Strom aus Kern- oder Gaskraftwerken. [5,11]
- **Kritische Rohstoffe / Recycling:** 95% der Solarzellen bestehen hauptsächlich aus Silizium [9]. Ein kleiner Anteil der Module wird mit anderen Halbleitermaterialien gefertigt. Sie enthalten teilweise giftige oder seltene Rohstoffe, wie z.B. Cadmium, Gallium, Selen oder Indium, was der Solarenergie einiges an Kritik eingebracht hat. Der Einsatz dieser Rohstoffe lässt sich aber vollständig vermeiden. Silizium ist das zweithäufigste Element der Erdkruste, wird aus Quarzsand gewonnen und ist ungiftig. Silizium und in der Elektronik verwendete Metalle wie Kupfer, Blei oder Aluminium sind nach dem Gebrauch vollständig wieder verwertbar. Das von der Industrie finanzierte Non-Profit-Unternehmen pvcycle [12] stellt derzeit die Wiederverwertung in Europa sicher.

Kosten und Wirtschaftlichkeit

Wird der von den Umweltverbänden geforderte beschleunigte Ausbau nicht zu einer Kostenexplosion führen? Dank der massiv sinkenden Aufwendungen für PV-Anlagen (seit 2004, dem Beginn der deutschen Förderung, sind die Kosten auf einen Viertel gefallen [13]) und der von den Umweltverbänden vorgeschlagenen Optimierung der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV), lässt sich diese Frage mit nein beantworten. Figur 2 zeigt die Kostensenkungen in der Schweiz seit Beginn der Förderung im Jahr 2009.

Zudem sind folgende Faktoren zentral für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit:

- Der Ersatz von Strom aus fossilen Kraftwerken und Atomkraftwerken durch Solarstrom reduziert externe Kosten⁴.
- Solarstrom schafft Wertschöpfung und Arbeitsplätze vor Ort⁵. Aktuell fliessen rund die Hälfte der Ausgaben an lokale Bau- und Planungsfirmen. Durch die günstiger werdenden Materialkosten steigt der regionale Anteil schnell.
- Solarstrom verbilligt den Börsenstrom, weil zu Zeiten mit hoher Nachfrage teure Kraftwerke durch Solarstrom verdrängt werden (Merit-Order-Effekt)⁶.
- Solarstrom verringert die Abhängigkeit von Preisschwankungen bei importierten Energie-Rohstoffen⁷.

Beitrag zur Versorgungssicherheit

Der Sonne kann man nicht den Hahn zudrehen – im Gegensatz zu Gaslieferungen. Solarstrom fällt aber nur bei Sonnenlicht an. Von Vorteil ist, dass die Solarstromspitze mit der Stromverbrauchsspitze am Mittag zusammenfällt. Dafür muss der Strombedarf in der Nacht und bei Schlechtwetter aus anderen Quellen sichergestellt werden. Anstelle einer Grundlast, deren Verbrauch Tag und Nacht gewährleistet werden muss (Pumpspeicher-

⁴ Strom aus fossilen Energien und Atomkraftwerken ist zu billig: keine Versicherung trägt die Atomrisiken und die Anpassung an den Klimawandel ist teurer als die Vermeidung von CO₂. Die vermiedenen Umweltschäden durch erneuerbare Energien in Deutschland werden für 2011 auf 8 Mrd. € geschätzt [13].

⁵ Für Deutschland wird die kommunale Wertschöpfung im Jahr 2011 auf 7.5 Mrd. geschätzt [13].

⁶ Die dadurch eingesparten Kosten belaufen sich auf rund 2.8 Mrd. Euro im Jahr 2010 [13].

⁷ Die vermiedenen Energieimporte für Strom werden für 2011 auf 2.9 Mrd. Euro beziffert [13].

werke und Elektroheizungen verbrauchen in der Nacht den überschüssigen Atomstrom, weil AKW nicht einfach abgestellt werden können), braucht es neue Mechanismen:

1. Lastmanagement: flexible Verbraucher auf Sonnenzeiten legen, Effizienzsteigerungen für Nacht- und Winterstrombedarf umsetzen und bei zu hohen PV-Anteilen am Strommix PV-Produktionsspitzen vom Netz nehmen: Eine Begrenzung der Maximalleistung auf 70% führt übers Jahr nur zu 3-5% Ertrags-einbussen.
2. Ausrichtung optimieren: PV-Anlagen durch West- und Ostausrichtung vermehrt für die Produktion in Morgen- und Abendstunden optimieren.
3. Bei hohen PV-Anteilen am Strommix Überschüsse speichern und bei Flaute-n nutzen bzw. Strom aus anderen Quellen bereithalten: Dank den flexibel zuschaltbaren **Wasserkraftwerken** und der Möglichkeit, Strom in **Speicherseen** zu speichern, sind wir in einer sehr guten Ausgangslage. Schwankungen werden in einem größeren Netzverbund auch durch den **Mix an erneuerbaren Energien** ausgeglichen. Wind hat eine Winter-, eine Schlechtwetter und eine Nachtspitze; Biogas und Geothermie lassen sich flexibel einsetzen.

Dezentrale Speichertechnologien können zukünftig eine zentrale Rolle spielen, wenn es gelingt deren Umweltbelastung zu reduzieren. Die Entwicklung läuft auf Hochtouren. Die Einspeicherung nahe bei den Verbrauchern reduziert Netzausbaubedarf und Transportverluste.

Die Forderungen von Greenpeace

Parlament, Bund, Kantone und Elektrizitätswerke müssen mit der Solarenergie ernst machen und ihre symbolischen Ausbaupläne revidieren. Es braucht ein Schweiz weites Fördersystem für den schnellen und günstigen Ausbau:

- Die KEV muss reformiert und gestrafft werden: Deckel und planwirtschaftliche Kontingente müssen weg.
- Die Vergütung pro Kilowattstunde Solar-

strom muss weiter gesenkt werden, um möglichst viele Anlagen zu finanzieren.

- Die zig tausend Photovoltaik-Projekte auf der Warteliste der KEV müssen sofort freigegeben werden [8].

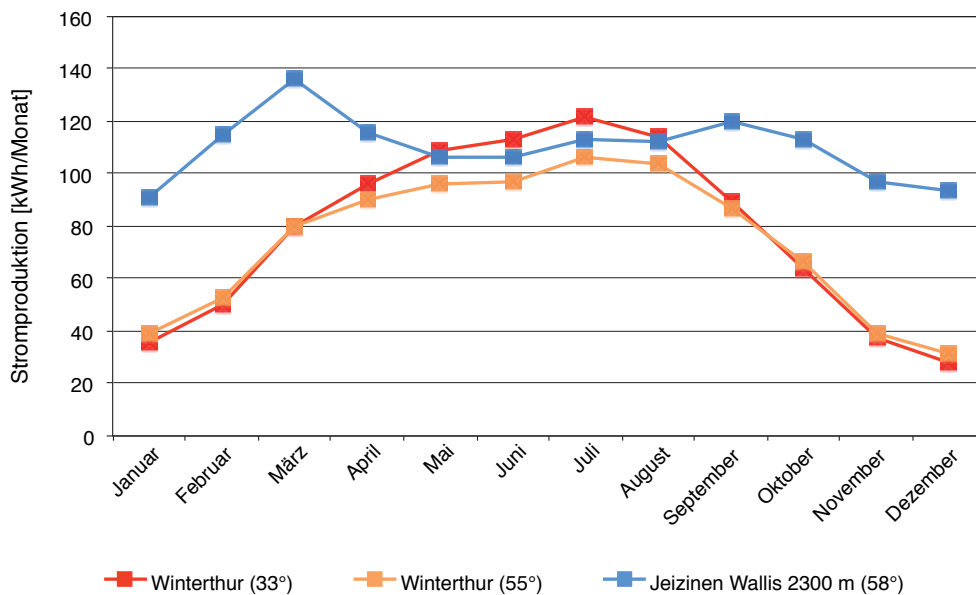
Quellen

- [1] Akademien Schweiz 2012: Zukunft Stromversorgung Schweiz
- [2] IEA PVPS 2002: Potential for Building Integrated Photovoltaics, download unter: <http://www.netenergy.ch/pdf/BipvPotentialSummary.pdf> (Zugriff August 2012)
- [3] Agentur für Erneuerbare Energien 2010: Entwicklung der Kosten und der Wirkungsgrade von Solarzellen
- [4] Umweltallianz 2011: Atomausstieg konkret. Potenziale, Massnahmen und Gewinne.
- [5] Frischknecht et al. 2011: R. Frischknecht, M. Tuchschnid und R. Itten: Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, V 2.2 April 2011, ESU-Services, Uster (Bezug über www.esu-services.ch)
- [6] EnergyMap.info (Zugriff 7.9.2012): <http://www.energymap.info/energieregionen/DE/105/111.html>
- [7] Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2011
- [8] Swissgrid: www.guarantee-of-origin.ch/ (Zugriff am 14.1.2013)
- [9] Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie, 2012: Bayrisches Energiekonzept „Energie Innovativ“ (Zugriff am 5.9.2012)
- [10] Energiestrategie 2050 des Bundes: Stand vom 18.4.2012
- [11] Jungbluth et al 2012: N. Jungbluth, M. Stucki, K. Flury, R. Frischknecht und S. Büsser: Life Cycle Inventories of Photovoltaics, Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie, ESU-services, Uster.
- [12] www.pvcycle.org
- [13] Agentur für erneuerbare Energien 2012: Bilanz positiv: Nutzen Erneuerbarer Energien überwiegt Kosten bei weitem (Pressemitteilung vom 7.9.2012)
- [14] Fraunhofer ISE 2012: Fraunhofer ISE 2012: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland; Zusammengefasst von Dr. H. Wirth, Fassung vom 17.8.2012.

Zum weiter lesen

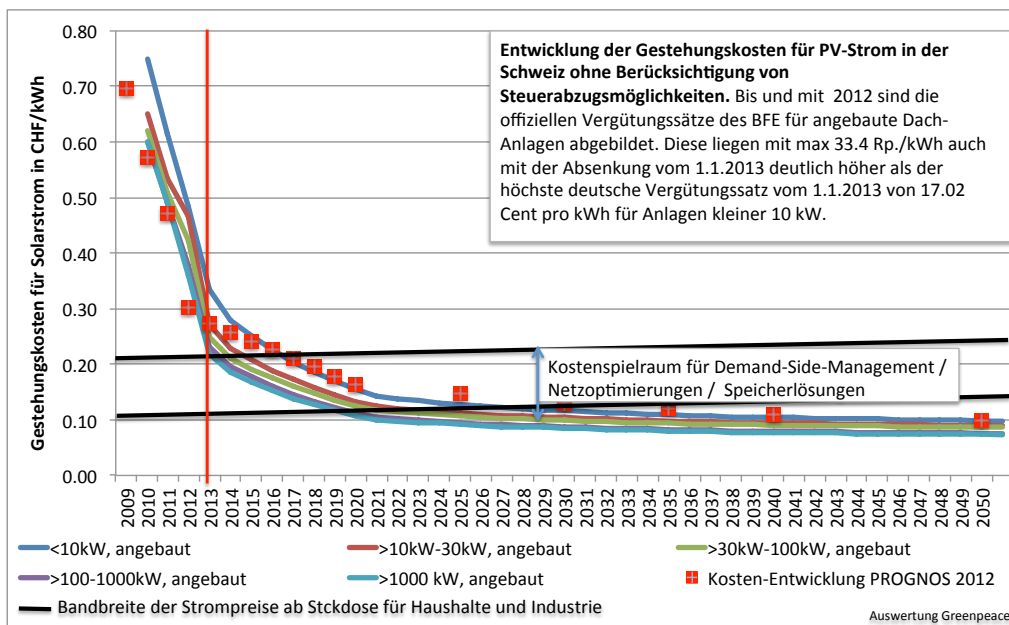
Fraunhofer ISE 2012: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Zu beziehen unter: www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf

Figur 1: Vergleich der PV-Produktion im Mittelland und in den Alpen



Figur 1: Erwartete Stromproduktion einer 1 kW PV-Anlage im Mittelland (Winterthur) mit 33° und 55° Neigung und einer gleichen Anlage in den Alpen (in Jeizinen, Wallis) auf 2300 m Höhe mit 58° Neigung. Die erwartete Gesamtproduktion beträgt im Mittelland 940 kWh. In den Alpen liegt sie mit 1'320 kWh pro Jahr um rund 40% höher. Beachtlich ist auch die hohe erwartete Produktion der Anlage in den Alpen in den Monaten Oktober bis April. (Quelle: [1], S.50)

Figur 2: Entwicklung der Gestehungskosten für Solarstrom



Figur 2: Entwicklung der Gestehungskosten für angebaute Dach-PV-Anlagen in der Schweiz. Bis 2012 sind die tatsächlichen Vergütungssätze des BFE abgebildet (gemäss BFE 2012 inklusive der Absenkung für den 1.10.2012). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Vergütungssätze in der Schweiz trotz Absenkung vom 1.10.2012 noch über den Gestehungskosten von realen Anlagen liegen. Greenpeace fordert aus diesem Grund eine baldige weitere Absenkung der Vergütungssätze. Wegen den tendenziell überhöhten Vergütungssätzen, rechnen wir für 2013 mit einer Gesamt-Absenkung von -30%. Für 2014 bis 2020 rechnen wir analog zu den ExpertInnen des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme mit -13% pro Jahr [14]. Danach wird von weiteren jährlichen Kostensenkungen von 5% bis 2025, 3% bis 2035 und 1.5% bis 2050. Für Deutschland gehen ExpertInnen davon aus, dass schon im Jahr 2020 die Gestehungskosten für ALLE Anlagenkategorien unter 10 Cent pro kWh liegen werden ([14],S.9).