

# Solarstrom - eine Wachstumstechnologie. Fakten und Zahlen.

von Stefan Nowak, NET AG  
Programmleiter Nationale Photovoltaik Forschung  
Vorsitzender des Photovoltaik Programms der IEA

## Einleitung

Bei kaum einer anderen Energietechnologie scheiden sich die Geister so sehr wie bei der Photovoltaik, im Volksmund auch Solarstrom genannt. Was für die einen die Energiezukunft schlechthin ist, wird nach Meinung anderer nie eine wesentliche Rolle in der Energielandschaft spielen. Warum werden auf dem Rücken dieser an sich faszinierenden Technologie Glaubenskämpfe ausgetragen, warum bestehen so unterschiedliche Einschätzungen dazu? Ohne Zweifel hat dies mit dem allgemeinen und unmittelbaren Wunsch nach sanften, nachhaltigen Technologien zu tun. Aber: Können solche Erwartungen je eingelöst werden und, wenn ja, zu welchem Preis, zu welchem Anteil und in welchem Zeitraum? Im Folgenden soll der Versuch angestellt werden, diese Gesichtspunkte anhand von 10 Themen zu versachlichen.

## 1. Forschung & Technologie

*Eine Schlüsseltechnologie*

Weltweit finden grosse Anstrengungen in Forschung und Entwicklung der Photovoltaik statt: Neue Materialien, Solarzellen und Komponenten ebenso wie neue Verfahren und Produkte werden in rascher Folge entwickelt mit dem Ziel, den technologischen Fortschritt voranzutreiben und – vor allem – die Kosten zu senken. Schätzungen des IEA Photovoltaik Programms gehen von jährlich mehr als 1 Mia. USD für Forschung, Entwicklung und Demonstration aus. Die Photovoltaik ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass ein und dieselbe Grundtechnologie für die bei Energietechnologien wohl grösste Breite von Anwendungen zum Einsatz kommt. Dementsprechend sind Forschung und technologische Entwicklung eng miteinander verbunden und finden vorzugsweise in starker Wechselwirkung statt.

*F&E: 1 Mia. USD / Jahr*

*Hohe Modularität*

*Enge Wechselwirkung von  
Forschung und Technologie*

***Gute Position der Schweiz***

Schweiz: Die Schweiz belegt in Forschung und Technologie der Photovoltaik weltweit einen Spitzenplatz mit führenden Instituten und Resultaten. Mehr als die Hälfte der Schweizer Aufwendungen für Forschung und Entwicklung werden von der Privatwirtschaft getragen.

## 2. Industrie & Gewerbe

*Globale Industrie*

Die Photovoltaik ist bereits heute eine rasch wachsende Industrie mit globalem Charakter, insbesondere im Bereich der Solarzellen: In Europa sind an dieser Entwicklung grosse Energiekonzerne (z.B. BP, Shell) beteiligt, in den USA sind es vermehrt unabhängige Firmen, welche sich von ihren Mutterfirmen gelöst haben, und in Japan sind es häufig grosse Elektronik- oder Mischkonzerne (z.B. Sharp, Sanyo oder Canon). Eine wachsende Bedeutung hat zudem auch die Zuliefer- und Komponentenindustrie. Darüber hinaus stellt die Photovoltaik eine willkommene Diversifizierung im Installationsgewerbe dar. Der gesamte Umsatz im Bereich der Photovoltaik wird für 2005 auf 10 Mia. USD geschätzt.

*Bedeutende Zulieferindustrie*

*2005: 10 Mia. USD Umsatz*

***Wachsendes Interesse  
in der Schweiz***

Schweiz: Trotz eines begrenzten nationalen Marktes ist eine wachsende Industriebasis zu verzeichnen.

## 3. Markt & Anwendungen

*Breite Anwendungen*

Die Anwendungen der Photovoltaik reichen von Kleinstanwendungen (Taschenrechner, Solaruhren, usw.) bis hin zu Kraftwerken zur Produktion von Elektrizität. Grob unterscheidet man zwei Kategorien von Anwendungen: Sogenannte *Inselanlagen* werden als autonome Einheiten entweder direkt mit dem Verbraucher (z.B. eine Pumpe) betrieben oder die Elektrizität wird zum späteren Gebrauch in einer Batterie gespeichert.

*Inselanlagen*

<i>Netzgekoppelte Anlagen</i>	chert. <i>Netzgekoppelte</i> Anlagen andererseits werden über ein spezielles Gerät an das elektrische Wechselstromnetz gekoppelt und speisen ihre elektrische Energie direkt in dieses Netz ein. In den letzten Jahren ist der Markt von Solarmodulen weltweit im Durchschnitt mit über 35%/Jahr gewachsen. Der jährliche Umsatz bei den Solarmodulen lag 2005 bei rund 1500 MW. Weltweit waren Ende 2005 mehr rund 4500 MW Photovoltaik installiert.
<i>35% Wachstum</i>	
<i>2005: 1500 MW</i>	
<b>Stagnation in der Schweiz</b>	Schweiz: Ende 2005 waren rund 27 MW installiert, der jährliche Markt beträgt im langjährigen Mittel ca. 2 MW.

#### 4. Potenzial

<i>Enormes Potenzial</i>	Das Potenzial von Solarstrom ist enorm, die dafür notwendigen Flächen sind in genügendem Ausmass vorhanden: Allein auf den geeigneten Gebäudeflächen der Schweiz lassen sich etwa 20% des heutigen Elektrizitätsverbrauchs erzeugen. Es handelt sich dabei um ein langfristiges Potenzial, welches zur Realisierung einen Zeitraum bis ca. 2050 in Anspruch nehmen wird. Damit wird Solarstrom langfristig einen beträchtlichen Anteil des Elektrizitätsverbrauchs abdecken können und einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten. Zusammen mit anderen erneuerbaren Energietechnologien und Energieeffizienz entsteht so die gewünschte nachhaltige Energiezukunft.
<i>20% Elektrizitätsverbrauch</i>	

#### 5. Verfügbarkeit

<i>Gleichmässige Verfügbarkeit</i>	Die Photovoltaik zeichnet sich gegenüber anderen erneuerbaren Energien dadurch aus, dass sie kaum standortbedingte Grenzen kennt und damit grundsätzlich überall eingesetzt werden kann. Demgegenüber setzen Schwankungen der Solarstrahlung im Tages- und Jahresverlauf sowie meteorologische Gegebenheiten dem Solarstrom Einschränkungen, sodass im grösseren Massstab Kombinationen mit anderen Energietechnologien zwingend werden. Erst diese Kombination macht eine verlässliche Energieversorgung möglich. Vorerst bestimmen vor allem wirtschaftliche Grenzen den Einsatz der Photovoltaik. Diese werden aber in absehbarer Zeit überwunden sein. Mittel- und langfristig werden deshalb die Grenzen vielmehr durch die Kapazität des elektrischen Netzes gegeben sein.
<i>Natürliche Grenzen</i>	
<i>Einschränkungen kurzfristig: Kosten</i>	
<i>langfristig: elektrisches Netz</i>	

#### 6. Umweltaspekte

<i>Umweltaspekte im Griff</i>	Solarenergie steht als Sinnbild einer umweltfreundlichen Technologie; trotzdem gilt es auch hier, die Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette kontinuierlich zu überwachen und zu optimieren. Mit dem anhaltenden Wachstum der Photovoltaik kommen auch Umweltaspekten eine zunehmende Bedeutung zu. Diese werden gemäss heutiger Praxis in der Industrie professionell gehandhabt und die neusten Erkenntnisse laufend berücksichtigt.
<i>Energierücklaufzeit 3 bis 6 Jahre</i>	Die häufig gestellte Frage nach der Energiebilanz der Photovoltaik kann wie folgt beantwortet werden: Gemäss diversen wissenschaftlichen Studien beträgt die typische Energierücklaufzeit – je nach Art der Anlagen – mit heutiger Technologie zwischen 3 und 6 Jahren. Bei einer Lebensdauer von 25 Jahren produzieren Solarstrom Anlagen somit 4 bis 8 mal mehr Energie als zu ihrer Herstellung notwendig ist; man spricht in diesem Zusammenhang von einem Erntefaktor zwischen 4 und 8. Dieser Wert ist noch nicht so gut wie bei anderen erneuerbaren Energien (typische Werte: Wasserkraft - 150, Wind - 50) aber man geht davon aus, dass er sich mit den vorhersehbaren technologischen Fortschritten noch deutlich verbessern wird. Erntefaktoren von 25 werden in Zukunft durchaus möglich sein.
<i>Erntefaktor 4 bis 8</i>	

## 7. Kosten & Entwicklung

Die Kosten von Photovoltaik Anlagen sind noch vergleichsweise hoch, typische Gestehungskosten des Solarstroms betragen 0.60 – 0.80 CHF/kWh. Bei dieser Betrachtung muss aber auch betont werden, dass

*Differenzierte Betrachtung notwendig*

- a) zur Zeit rund 25% des Photovoltaik Weltmarktes in Inselanlagen die jeweils wettbewerbsfähigste Lösung für die erfragte Energiedienstleistung darstellen;
- b) bereits heute zu Spitzenzeiten in sonnenreichen Ländern auch für netzgekoppelte Anlagen wettbewerbsfähige Preise erzielt werden;
- c) durch Substitution und Integration am Gebäude Kostengutschriften möglich sind;
- d) Solarstrom nahe beim Verbraucher erzeugt wird und dadurch Kosten für Transport und Verteilung wenig ins Gewicht fallen;
- e) die Kosten pro Jahr im Mittel um ca. 5% reduziert werden;
- f) und damit die Wettbewerbsfähigkeit laufend verbessert wird.

*Erwartete Kosten*

Bis 2020 werden sich die Kosten bei Fortsetzung der heutigen Entwicklung mindestens halbieren, bis 2030 kann in der Schweiz eine Grössenordnung von 0.20 – 0.30 CHF/kWh erwartet werden.

## 8. Wirtschaftliche Aspekte

Trotz dem raschem weltweiten Wachstum kann die Photovoltaik erst mittelfristig quantitativ energiewirtschaftliche Bedeutung erlangen. Eine wirtschaftliche Bedeutung hat sie aber bereits heute: Dies wird besonders belegt durch das wachsende Interesse der Finanzindustrie. Allein bis 2010 wird mit einem Umsatz von 30 Mia. USD gerechnet. Volkswirtschaftliche Überlegungen spielen hier ebenfalls eine wichtige Rolle: Bereits heute kann in der Photovoltaik weltweit eine Grössenordnung von rund 60'000 Arbeitsplätzen geschätzt werden. Längerfristig werden in diesem Zweig mehrere Hunderttausend Personen tätig sein.

*Finanzindustrie*

*Volkswirtschaftliche Bedeutung*

*Schweiz: Hohe Exportrate*

Schweiz: Die Schweizer Privatwirtschaft setzt in der Photovoltaik rund 300 Mio. Fr. pro Jahr um; mehr als 250 Mio. Fr. entfallen auf den Export. Wichtige Schweizer Finanzinstitute investieren in Photovoltaik.

## 9. Internationales Umfeld

Die langfristig wichtige Bedeutung der Photovoltaik ist international erkannt. Entsprechend hat sie insbesondere in Japan und Deutschland – den Marktführern – eine hohe Priorität. In Spanien und Italien erfolgt ab 2005 ebenfalls ein starkes Wachstum, 2006 hat auch Frankreich die Bedingungen deutlich verbessert. In den USA wurde anfangs 2006 von Präsident Bush die Solar America Initiative angekündigt. Frankreich, England und Kanada haben ihre Forschungsanstrengungen erhöht. Die Europäische Kommission lancierte 2005 eine Photovoltaik Technologie Plattform – ein Instrument, das für Technologien mit besonderer strategischer Bedeutung geschaffen wurde, so z.B. auch für die Wasserstofftechnologie. In seinem Bericht an die Europäische Kommission hat der entsprechende wissenschaftliche Beirat Kontinuität bei der Förderung und weitgehende Zusammenarbeit mit der Industrie angeregt.

*PV Technologie Plattform*

## 10. Rahmenbedingungen

*Doppelstrategie*

*Forschung und Anwendung*

Die Rahmenbedingungen spielen für die weitere Entfaltung der Photovoltaik eine entscheidende Rolle. Dabei stellt sich heute zunehmend nicht mehr die Frage ob, sondern vielmehr wie, wann und wo dies geschieht. Die führenden Länder mit einer ausgeprägten Priorität in der Photovoltaik verfolgen eine Doppelstrategie: Starke Unterstützung der Forschung zur Sicherung der technologischen Führerschaft und gleichzeitige Förderung der Anwendung zur Sicherung der praktischen Erfahrung und Markteinführung. Beides zusammen schafft die Basis für eine auch im Export starke Position. Als besonders wirksam hat sich dabei die kostendeckende Vergütung erwiesen. In Japan liegt die Förderquote bei anhaltend starkem Wachstum mittlerweile bei unter 10%. Diese Rahmenbedingungen sind als notwendige aber begrenzte Übergangsphase zu sehen, welche die technologische Lernkurve beschleunigen und der Photovoltaik rascher zum breiten Marktdurchbruch verhelfen.

**Schweiz: Nachholbedarf**

Schweiz: Die Schweiz hat aufgrund ihrer frühen Pionierarbeit und langjährigen Erfahrung in Forschung, Technologie und Anwendung eine gute Ausgangslage, im Photovoltaikmarkt eine aktive und wichtige Rolle zu spielen. Dazu müssen aber die Rahmenbedingungen mit denjenigen anderer Länder gleichziehen.

### Fazit

Solarstrom ist eine Schlüsseltechnologie und eine Investition in die Zukunft; er stellt ein wichtiges künftiges volkswirtschaftliches Potenzial dar, welches einerseits eine angemessene Zeit zur Entfaltung benötigt und andererseits in Kombination mit anderen Technologien zu einem sinnvollen Gesamtsystem führt. Photovoltaik hat mittel- und langfristig ein grosses energetisches Potenzial und wird deshalb einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten können.

Die Schweiz hat beim Solarstrom eine gute Ausgangsposition erarbeitet: eine hervorragende Forschung, wachsende industrielle Umsetzung und grosse Anwendungserfahrung. Nicht gegen, sondern zusammen mit anderen Energietechnologien können wir dem Solarstrom zum Durchbruch verhelfen. Damit es dazu kommt, müssen wir zwar langfristig denken aber bereits jetzt handeln!

St. Ursen, 15.9.2006

### Referenzen

Nationale Photovoltaik Forschung

- <http://www.photovoltai.ch>

- <http://apache.solar.ch/pdf/Ueberblicksbericht2005Internet.pdf>

Bericht des IEA Photovoltaik Programms

- [http://www.iea-pvps.org/products/download/rep1\\_14.pdf](http://www.iea-pvps.org/products/download/rep1_14.pdf)

Finanzindustrie

- [http://www.sarasin.ch/sarasin/show/pdf/pdfreader?file=StudieSI\\_DE\\_Solarenergie\\_2005.pdf](http://www.sarasin.ch/sarasin/show/pdf/pdfreader?file=StudieSI_DE_Solarenergie_2005.pdf)

- [http://www.solarpraxis.de/fileadmin/dokumente/PDF/LB\\_BW\\_Photovol\\_050516.pdf](http://www.solarpraxis.de/fileadmin/dokumente/PDF/LB_BW_Photovol_050516.pdf)

PV TRAC vision report

- [http://europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn\\_rt/nn\\_rt\\_pv/article\\_1265\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn_rt/nn_rt_pv/article_1265_en.htm)

Industrie roadmaps

- <http://www.epia.org/05Publications/EPIAPublications.htm>

- <http://www.seia.org/>

- <http://www.nedo.go.jp/english/archives/161027/161027.html>