

# Billiger als Braunkohle

In Spanien wird die solare Kilowattstunde schon 2010 ab acht Cent zu produzieren sein

Sonnenaufgang: Solarstrom könnte schon 2010 nur noch zehn US-Cent in der Produktion kosten. Das ist das überraschende Ergebnis der Studie »The True Cost of Solar Power« von PHOTON Consulting.

Die etablierten Energieversorger können sich warm anziehen: Große Photovoltaikkonzerne werden eine Kilowattstunde Solarstrom im Jahr 2010 in Regionen wie Japan oder Kalifornien für nur 0,13 Dollar herstellen können, in Süddeutschland immerhin noch für 0,18 Dollar. Das sind elf beziehungsweise 15 Euro-cent. Damit steht – zumindest von der Kostenseite – der lang erwarteten Netzparität nichts mehr im Wege.

Das zeigt eine neue Studie von PHOTON Consulting, deren Ergebnisse wir exklusiv dokumentieren.

Kaum jemand überblickt die Photovoltaikindustrie besser als die Analysten Joel Conkling und Michael Rogol von PHOTON Consulting: Die Absolventen des renommierten Massachusetts Institute of Technology beobachten ständig mehr als 1.000 Unternehmen der Branche. »Zu etwa 300 davon unterhalten wir enge Beziehungen, das heißt wir korrespondieren etwa einmal im Monat«, sagt Rogol, Leiter von PHOTON Consulting, der Beratungssparte des Solar Verlags. Bei etwa 75 dürfen er und sein Kollege sogar in die Geschäftsbücher und geheimen Strategien gucken – die Analysten haben etliche Geheimhaltungsvereinbarungen unterschrieben. Ihre umfassenden und tiefgründigen Kenntnisse der Firmen führen immer wieder zu bemerkenswerten Studien, die zwar ebenfalls im Solar Verlag publiziert, aber strikt getrennt von der PHOTON-Redaktion erstellt werden –

und in denen darüber hinaus nichts über einzelne Unternehmen steht, was diese nicht autorisiert haben oder aus öffentlich zugänglichen Quellen stammt.

So auch die Anfang April erscheinende Analyse »The True Cost of Solar Power: 10 Cents/kWh by 2010«. Auf rund 100 Seiten haben Conkling und Rogol darin von der Trichlorsilan-Herstellung bis zur Montage der fertigen Module auf ein Gestell und den Anschluss an den Wechselrichter die Herstellungskosten in der gesamten Produktionskette von Solarkraftwerken mit kristallinen Zellen unter die Lupe genommen. Eine Betrachtung der Dünnschichttechnologie, die derzeit noch günstigere Produktionskosten aufweist, soll zu einem späteren Zeitpunkt folgen.

Doch bereits die Ergebnisse für die kristalline Sparte der Branche dürften für Aufsehen sorgen: Erstens wird die Photovoltaik aller Voraussicht nach sehr viel

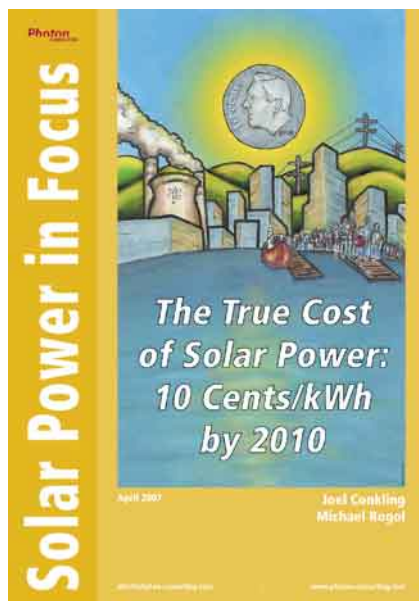
schneller konkurrenzfähig zu den Produktionskosten der konventionellen Energiewirtschaft werden, als bislang vielfach angenommen. Zweitens eröffnet sich damit die Perspektive auf einen gigantischen Markt, der unabhängig von Fördergeldern ist. Drittens werden Hersteller, die möglichst viele Produktionsschritte im eigenen Haus erledigen, sehr gut verdienen können. Denn die Nachfrage wird nach Ansicht von Rogol und Conkling das Angebot auf absehbare Zeit deutlich übersteigen – die Anbieter können damit bei vergleichsweise geringen Kosten hohe Preise durchsetzen. Und deshalb wird sich viertens die weltweite Produktion an Photovoltaikmodulen und -anlagen alle zwei Jahre verdoppeln. Für 2010 rechnet die Studie mit einer weltweiten jährlichen Produktion von 15 Gigawatt, in diesem Jahr werden knapp vier Gigawatt erwartet.

#### Konkurrenz für Kohlestrom

Die Herstellung samt Installation der Anlagen – einschließlich der Löhne, der

Finanzierung und aller Nebenkosten – werde 2010 typischerweise nur noch 2.500 Dollar (2.083 Euro\*) pro Kilowatt Leistung kosten, prognostizieren Conkling und Rogol. Im Jahr 2006 schlugen alle Herstellungsschritte plus Installation zusammen noch mit 3.600 Dollar (2.880 Euro) zu Buche, schreiben die Autoren. Ein durchschnittlicher Solarkonzern, der vom Silizium über Zelle und Modul bis zum Betrieb des Solarkraftwerks alles in eigener Regie macht, könnte demzufolge ab 2010 eine Kilowattstunde Solarstrom in Spanien zu 0,12 Dollar (10 Eurocent) erzeugen, in Süddeutschland immerhin noch zu 0,18 Dollar (15 Eurocent), heißt es in der Studie\*\*. Die Primusse unter den Herstellern hätten sogar noch deutlich geringere Kosten. Sie könnten im sonnigen Spanien beispielsweise eine Kilowattstunde zu Kosten von 0,09 Dollar (8 Eurocent) erzeugen.

Die Gestehungskosten für Solarstrom werden in den meisten OECD-Ländern nicht nur deutlich unter den Preisen für Haushaltstrom liegen, sondern könnten unter der Annahme der optimistischen Betriebsbedingungen in sonnenreichen Ländern sogar mit jenen Kosten mithalten, zu denen neu gebaute Braunkohlekraftwerke – die Billigheimer der fossilen Energiewirtschaft – produzieren. Deren Produktionskosten liegen – basierend auf einem Gutachten des Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) – schon heute bei etwa acht Eurocent



Die Studie »The True Cost of Solar Power: 10 Cents/kWh by 2010« erscheint Anfang April in englischer Sprache und kann unter [www.photon-consulting.com](http://www.photon-consulting.com) bestellt werden. Eine deutsche Übersetzung wird Ende April erhältlich sein.



- konzipieren
- bauen
- betreuen



### Solaranlagen + Gebäude aus einer Hand

Hohe Wirtschaftlichkeit und Sicherheit durch kluge GOLDBECK-Systeme:

- **GOBASOLAR**® Gewerbliche Solaranlagen
- **GOBACAR**® Parkhäuser | Parkdecks
- **GOBAPLUS**® Betriebs- | Funktionshallen
- **GOBAPLAN**® Büro- | Geschäftshäuser

zuverlässig  
dachschonend  
leicht  
schlüsselfertig

GOLDBECK Solar GmbH  
Goldbeckstraße 7  
69493 Hirschberg a. d. Bergstraße  
Tel. 0 62 01 / 87 77-55 01

[www.goldbeck-solar.de](http://www.goldbeck-solar.de)  
[www.goldbeck.de](http://www.goldbeck.de)

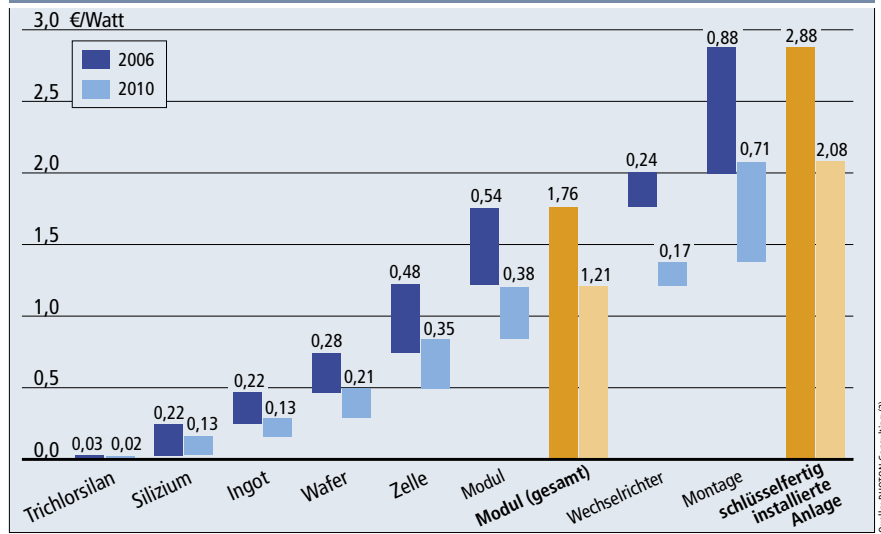
je Kilowattstunde. Bei tendenziell steigenden Kosten für CO<sub>2</sub>-Zertifikate wird Sonnenstrom damit ab etwa 2010 erstmals kostengünstiger zu produzieren sein.

**Preise bleiben hoch**

Soweit die guten Nachrichten, nun die schlechten: Profitieren werden von den niedrigen Kosten am wenigsten die Kunden der Photovoltaikkonzerne, denn Kosten und Preise sind zweierlei. »Die Preise für Solaranlagen haben sich im Jahr 2004 von den Kosten abgekoppelt. Weil die Nachfrage weitaus größer ist als das Angebot, werden Kostensenkungen nicht mehr automatisch an die Kunden weitergegeben«, kommentiert Rogol die Ergebnisse. Und das dürfte noch eine ganze Zeit lang so bleiben.

Ein Beispiel ist die Solarworld AG. Über deren Chef Frank Asbeck schrieb das Nachrichtenmagazin »Der Spiegel« vor sieben Jahren: »Für Asbeck ist ein Primär-Energieanteil von 15 Prozent durch Solarenergie bis 2010 ‚durchaus realistisch‘. Der Kilowattstundenpreis könne dabei in den nächsten vier Jahren [gemeint war: bis 2004, d. Red.] um 75 Prozent auf 25 Pfennig sinken.« Dementsprechend müssten Betreiber von Photovoltaikanlagen des Bonner Konzerns schon längst Strom für umgerechnet etwa 13 Eurocent produzieren können, was hier bekanntlich ebenso wenig der Fall ist wie bei der Konkurrenz. Stattdessen konstatieren die Analysten, dass die Konzerne versuchen werden, solche Preise demnächst allenfalls intern zu realisieren. Denn viele

**Produktionskosten einer PV-Anlage vom Silizium bis zur Dachmontage**



Die Kosten für eine betriebsbereit installierte Solarstromanlage lagen 2006 bei 2.880 Euro je Kilowatt, die Branchenbesten erreichen sogar 2.144 Euro. Die Preise werden allein von der Nachfrage bestimmt.

von ihnen vereinen gegenwärtig nicht nur alle Stufen der Wertschöpfung im eigenen Haus, sondern betreiben auch eigene Solarkraftwerke. Deren Strom auf internationalen Märkten zu verkaufen, ist dann nur noch eine Frage der Zeit. Als Beispiele für Konzerne, die in diese Richtung marschieren, hebt Rogol und Conkling neben Solarworld die chinesische Suntech Power Co. Ltd. und die US-amerikanische Sunpower Corp. hervor. Solche Unternehmen hätten im Vergleich zur Konkurrenz alle Möglichkeiten, ihren Gewinn zu maximieren, denn auf absehbare Zeit gebe es kein einziges Glied der solaren Wertschöpfungskette, das nicht profitabel sei.

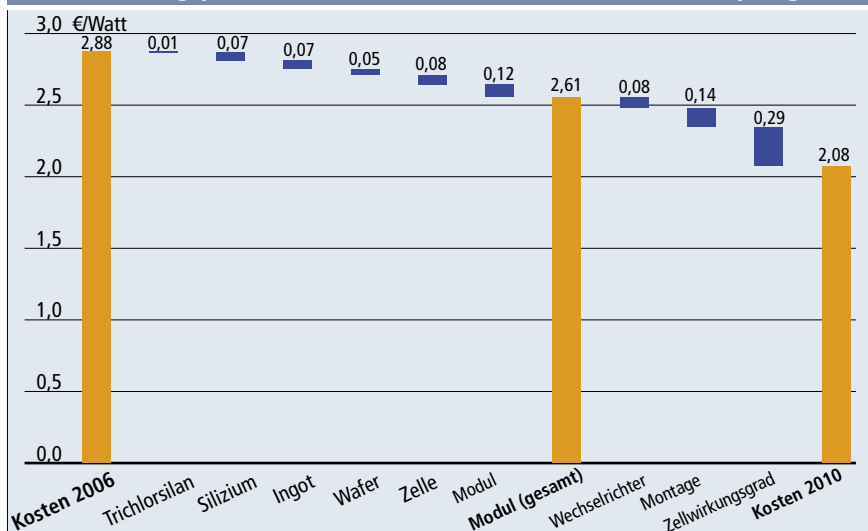
Wie hoch die Profite im Jahr 2010 sein werden, schätzen Rogol und Conkling in ihrem Werk indes nicht ab. »Das werden wir in einer neuen Studie machen, die im Sommer erscheint«, kündigt Michael Rogol an. Der Vorstandsvorsitzende der Ersol Solar AG, Claus Beneking, sagt indes, dass die »Erwartungen eines typischen Investors minimal bei 20 Prozent liegen, es gibt aber sicherlich einige, die 30 Prozent sehen wollen«.

**Ein Markt von 300 Gigawatt**

Zu ihren auf den ersten Blick überraschenden Ergebnissen sind Michael Rogol und Joel Conkling zum einen mit Fleiß, zum anderen mit einem ausgefeilten Kostenmodell gekommen, das jede Stufe der Photovoltaikwertschöpfung berücksichtigt. »Bottom-up-Ansatz« nennen sie, was im Prinzip bedeutet, dass sie sämtliche Kostenangaben, die sie aus ihren Firmen enthalten, addieren und anschließend den Durchschnitt bilden. Die Stichhaltigkeit des Ergebnisses ist anschließend anonym von einigen Vorständen großer Solarunternehmen überprüft worden. In diesem sogenannten »peer review«, das ähnlich auch von allen renommierten Wissenschaftsjournalen praktiziert wird, hätten die Experten grundsätzlich die Richtigkeit der Studie attestiert, berichtet Rogol.

Das gilt auch für die durchschnittlichen Produktionskosten im vergangenen Jahr – auch diese haben die Analysten unter die Lupe genommen, ebenfalls mit überraschenden Ergebnissen. So würden einige besonders effiziente Hersteller –

**Kostensenkungspotenzial bis 2010 in allen Gliedern der Wertschöpfungskette**

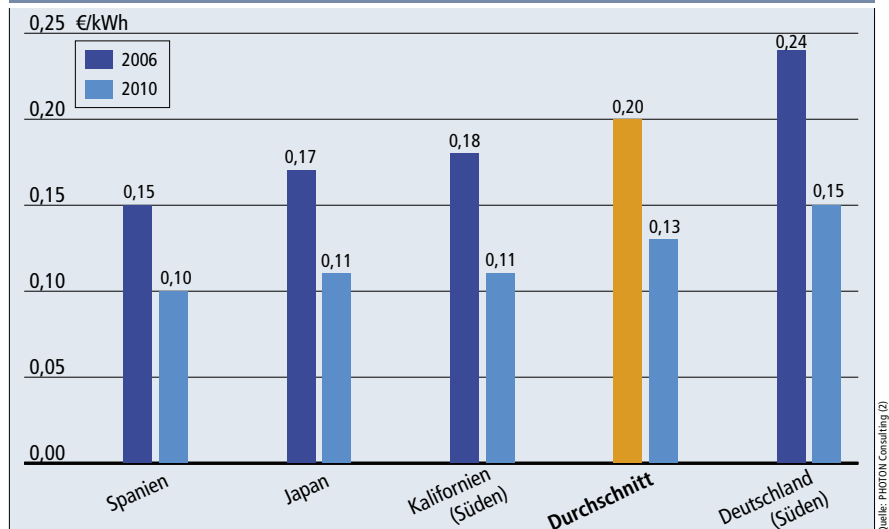


Auf dem Weg zu 2.083 Euro je Kilowatt: Die höchsten Kosteneinsparungen werden über höhere Zellwirkungsgrade erreicht, so die Prognose von PHOTON Consulting.

die Autoren sprechen von »best practices« – bereits heute eine komplette Anlage zu Kosten von weniger als 3.000 Dollar pro Kilowatt installieren können. Beim gegenwärtigen Wechselkurs entspricht das etwa 2.400 Euro. Selbst bei Durchschnittskosten, die Rogol und Conkling mit weniger als 3.600 Dollar pro Kilowatt (circa 2.880 Euro) angeben, lasse sich die Kilowattstunde Strom bei optimaler Betriebsführung in sonnigeren Gegenden wie Süd-Kalifornien für 0,22 Dollar (18 Eurocent) produzieren. »Die Kosten für Solarstrom sind hier genauso hoch oder niedriger wie die Preise für Haushaltsstrom in fünf bis zehn Prozent der OECD-Länder«, heißt es in der Studie. Daraus resultiere bereits heute ein Photovoltaikmarkt mit einer Größe von bis zu 300 Gigawatt jährlich. Selbst ohne staatliche Förderung wäre damit die potenzielle Nachfrage nach Photovoltaikanlagen mehr als 75-mal größer als die für 2007 erwartete Jahresproduktion.

Auf dieser Basis haben die Autoren in ihrem Modell akribisch die künftigen Kosten hochgerechnet. Dabei sind sie in manchen Punkten durchaus konservativ vorgegangen. So sehen sie zwar die insgesamt größten Einsparpotenziale bei der Zelle: »Wir erwarten, dass der typische Wirkungsgrad von 16 Prozent im Jahr 2006 auf 18 Prozent im Jahr 2010 steigt«, schreiben sie. Wie zurückhaltend das jedoch ist, wird bei einem Vergleich mit den Zielen des weltweit zweitgrößten Zellherstellers, der Q-Cells AG, deutlich. Das Unternehmen arbeitet daran, bis 2010 den Wirkungsgrad seiner Zellen auf 21 Prozent zu steigern, wie Technik-

### Produktionskosten für Solarstrom durch einen vollintegrierten Konzern



Produktionskosten für Solarstrom, wie sie ein professioneller Kraftwerksbetreiber erreichen kann: Selbst in Süddeutschland sind bereits heute 24 Eurocent je Kilowattstunde drin. 2010 werden es dann nur noch 15 Eurocent sein.

vorstand Florian Holzapfel Mitte März auf der Jahreskonferenz Erneuerbare Energien (EE 07) in Berlin sagte.

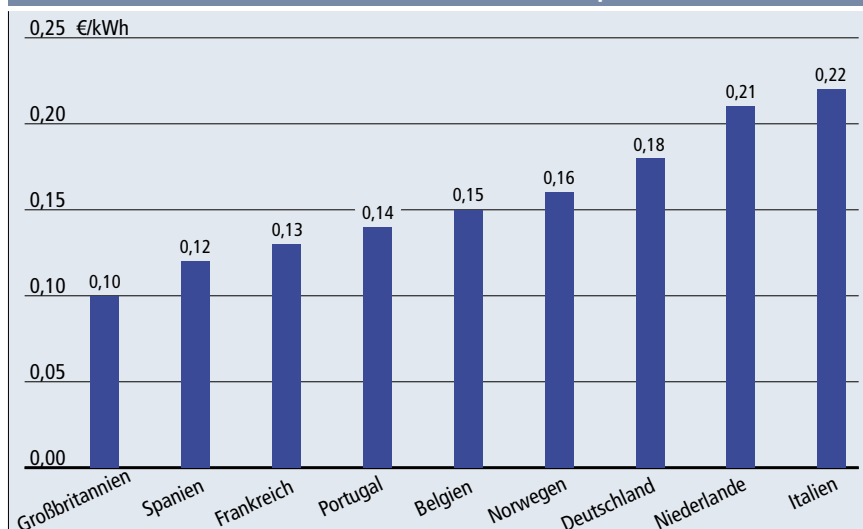
»Musik ist auch beim Silizium drin«, kommentiert der Produktionsanlagenberater Peter Fath die Potenziale bei der Herstellung des Halbleitermaterials. Hier rechnen Rogol und Conkling zwar mit dem konventionellen Siemens-Prozess, den Fath für kostenmäßig ausgereizt hält und der dementsprechend auch nicht die von den Analysten angegebenen Einsparpotenziale besitze. Allerdings gebe es auf dem Gebiet des metallurgisch hergestellten Solarsiliziums große Fortschritte, die wahrscheinlich zu weit größeren Kostensenkungen beim Silizium führen als in der Studie angenommen, sagt

Fath, der als Geschäftsführer der Solmic GmbH selbst detaillierte Kostenmodelle für die Photovoltaikindustrie ausgearbeitet hat. »Über den Weg kann man streiten, aber das Ziel ist realistisch«, lautet daher seine Einschätzung.

Und das Ziel ist verlockend: Bei der erwarteten Kostenentwicklung werden in vielen Industrieländern 2010 die Kosten für Solarstrom unter die Preise für Haushaltsstrom sinken: »Die Solarindustrie wird einen Markt von etwa 2.000 Terawattstunden adressieren können«, schreiben die Autoren. Der daraus resultierende Photovoltaikmarkt entspreche 1.500 Gigawatt – und überträfe die erwartete Modulproduktion im Jahr 2010 damit etwa um das 100-Fache. Die Frage wird sein, was passiert, wenn sich das bei den konventionellen Energieversorgern und Haushaltskunden herumspricht. Ersol-Chef Beneking ist eher pessimistisch: »Dass ein solcher Markt explodiert, wenn der Preis unter die Schwelle für Haushaltsstrom sinkt, das sehe ich nicht so.« Andererseits könnte man auch argumentieren, dass die Explosion längst stattfindet. Oder wie sollte man ein exponentielles Marktwachstum sonst nennen?

Christoph Podewils

### Durchschnittliche Preise für Haushaltsstrom in Europa im Herbst 2006



Während Solarstrom immer billiger wird, steigen die Preise für Haushaltsstrom in vielen Ländern kontinuierlich.

\*) in der Studie wird für 2006 bis 2009 ein Wechselkurs von 1,25 Dollar je Euro angenommen. Für 2010 ein Wechselkurs von 1,20 Dollar je Euro.

\*\*) Rahmenbedingungen für die Berechnung der Solarstromgestehungskosten: Stomertrag Spanien 1.604 kWh/kW; Japan 1.166 kWh/kW; Süd-Kalifornien 1.460 kWh/kW, Süddeutschland 1.006 kWh/kW; Leistungsabnahme um 0,5 Prozent pro Jahr; Betriebsdauer: 25 Jahre; Kapitalkosten: 5,65 Prozent; Austausch des Wechselrichters nach zehn Jahren.