



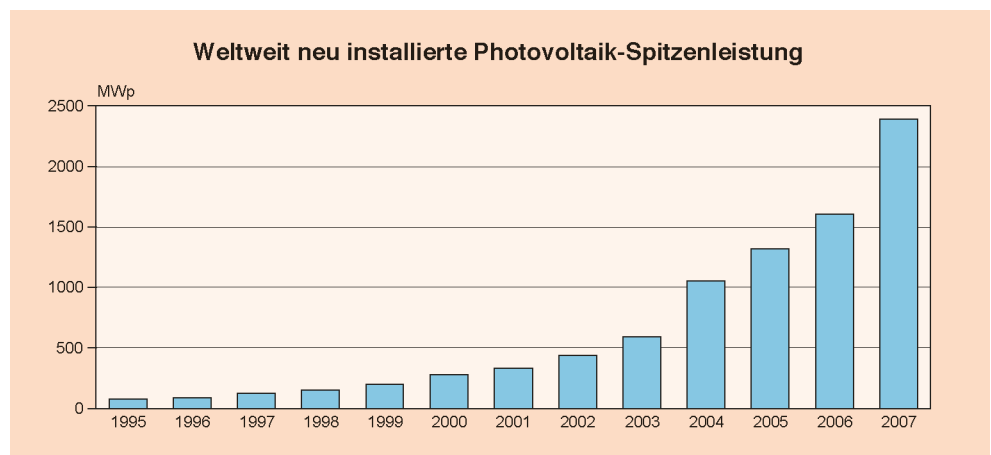
Harald Hagn
Tel.: 0361 37-84110
e-mail: Harald.Hagn@statistik.thueringen.de

Photovoltaik in Thüringen

**Starke Zunahme
der weltweiten
Nachfrage nach
Photovoltaikanlagen**

Der weltweite Photovoltaikmarkt

Die weltweite Nachfrage nach Photovoltaikanlagen hat in den vergangenen Jahren durch die globalen Energieprobleme, den technologischen Fortschritt und insbesondere durch die in vielen Ländern eingeleiteten staatlichen Förderprogramme stark zugenommen: Zwischen den Jahren 1995 und 2007 ist die jährlich weltweit neu installierte Photovoltaik-Spitzenleistung um mehr als das 30-fache von 78 Mega-Watt-Peak (MWp) auf 2 392 MWp gestiegen. Dabei betrug die Steigerung in den letzten fünf Jahren im Durchschnitt 41,7 Prozent pro Jahr. Allein zwischen den Jahren 2006 und 2007 hat die weltweit neu installierte Solarstromkapazität um 789 MWp zugenommen.

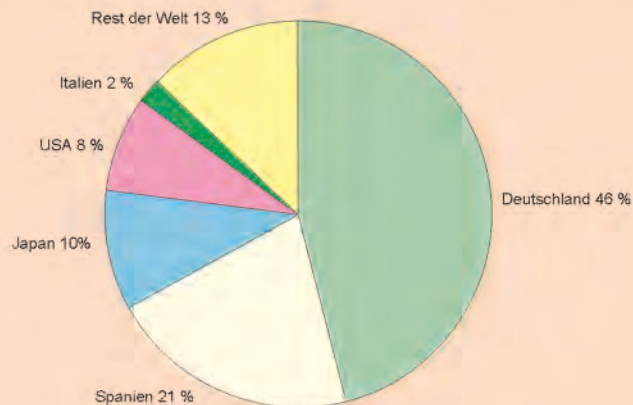


Quelle: EPIA/Greenpeace

**Deutsche
Solarstromkapazität
an der Spitze**

Deutschland, Spanien, Japan, die USA und Italien sind – in dieser Reihenfolge – die dominierenden Länder bei der Neuinstallation photovoltaischer Spitzenleistung. Sie zeichnen für beinahe neun Zehntel der im Jahr 2007 neu installierten Solarstromkapazität verantwortlich. Die Vorherrschaft dieser Nationen hält nun bereits einige Jahre an, was sich auch an der kumulierten Photovoltaik-Spitzenleistung widerspiegelt. Hier führt Deutschland (3 800 MWp), vor Japan (1 936 MWp), den USA (814 MWp), Spanien (632 MWp) und Italien (100 MWp).

Im Jahr 2007 neu installierte Photovoltaik-Spitzenleistung nach Ländern



Quelle: EPIA/Greenpeace

Die Vorleistungen für ein anhaltendes Wachstum auf dem Photovoltaikmarkt sind für gewöhnlich über einen vergleichsweise langen Zeitraum zu erbringen. Aus diesem Grunde sind für private Investoren eindeutige und langfristige Rahmenbedingungen für die Erzeugung von Solarstrom unabdingbar. Diese sollten aus Produzentensicht insbesondere gewährleisten, dass die im Vergleich zur herkömmlichen Stromerzeugung anfallende Kostendifferenz letztlich von den Stromverbrauchern getragen wird. Der Photovoltaikmarkt weist nur in jenen Ländern hohe Wachstumsraten auf, die in der Vergangenheit wirksame Förderinstrumente eingeführt haben. Ein Paradebeispiel hierfür ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz, welches Deutschland in die Lage versetzt hat, zum weltweit bedeutendsten Photovoltaikmarkt aufzusteigen.

Deutschland weltweit bedeutendster Photovoltaikmarkt

Diese Vormachtstellung kann Deutschland voraussichtlich jedoch nur noch für einen begrenzten Zeitraum einnehmen, da die hier installierte Photovoltaik-Leistung bereits ein hohes Niveau erreicht hat. Bis zum Jahr 2020 dürfte der Anteil Deutschlands am weltweiten Photovoltaikmarkt deutlich zurückgehen. Andere europäische Länder, allen voran Italien und die Tschechische Republik, dürften hingegen an Gewicht gewinnen. Auch den USA ist ein großes Entwicklungspotential zuzutrauen. Auf dem asiatischen Kontinent könnten Länder wie China, Indien, Südkorea, Thailand und Taiwan zu neuen Märkten heranwachsen. ¹⁾

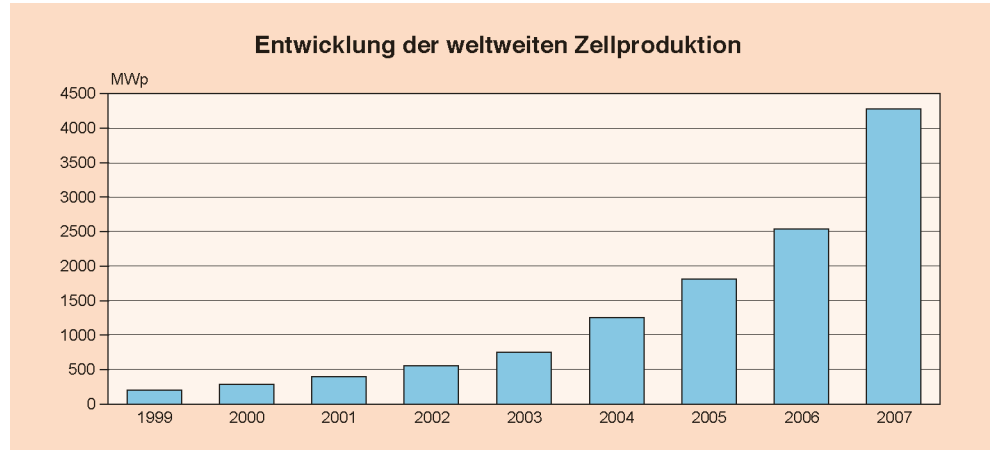
USA und Asien mit großem Entwicklungspotential

¹⁾ Vgl. Bank Sarasin & Cie AG (2008): Solarindustrie 2008 – Stürmische Zeiten vor dem nächsten Hoch, Seite 14 ff

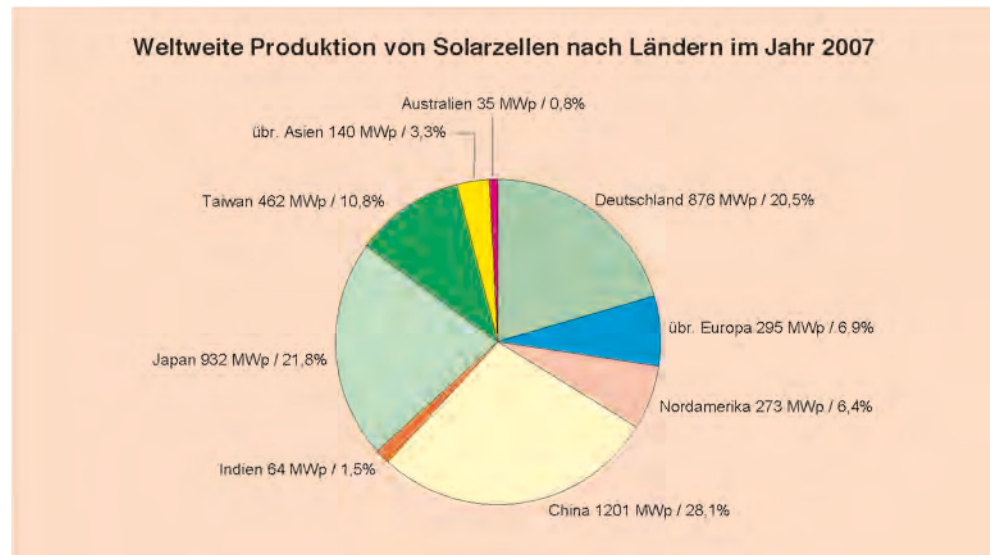
**Solarzellen-
produktion weltweit
um fast 70 Prozent
gestiegen**

Photovoltaik – eine globale Industrie

Entsprechend Recherchen der Zeitschrift Photon ²⁾ nahm die Solarzellenproduktion weltweit von 2 536 MWp im Jahr 2006 auf 4 279 MWp im Jahr 2007 zu. Dies entspricht einem Wachstum von 69 Prozent (Vorjahr: + 40 Prozent). Weit überdurchschnittlich stark wuchs die Produktion der taiwanesischen (461,6 MWp; + 171 Prozent) und der chinesischen (1 200 MWp, + 213 Prozent) Zellhersteller. Mit diesem rasanten Wachstum hat China den bisherigen Spitzenreiter Japan (932 MWp, + 1 Prozent) auf Platz zwei des Länderrankings verwiesen. Auf Platz drei folgt Deutschland mit einer Solarzellenproduktion von 877,6 MWp (+ 72 Prozent).



Quelle: Photon



Quelle: Photon

Die Förderung der Photovoltaik in Deutschland

**Deutschland
treibende Kraft zur
Erreichung der
EU-Ziele für
erneuerbare Energien**

In Deutschland hat man sich bezüglich des längerfristigen Wachstums des Photovoltaikmarktes anspruchsvolle Ziele gesetzt, sei es von Seiten der Regierung oder von den – naturgemäß optimistischeren – Branchenverbänden. Diese Vorbildwirkung Deutschlands spielt für die Erreichung der 1997 von der Europäischen Union

2) Vgl. Photon, Ausgabe 04/2008, S. 3 ff

in ihrem Weissbuch „Erneuerbare Energien“ gesetzten Ziele eine wichtige Rolle: Bis zum Jahr 2010 soll europaweit der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung von zunächst etwa 6,25 Prozent im Jahr 2000 auf mindestens 12,5 Prozent verdoppelt werden. Bis 2020 bzw. 2050 sollen dann erneuerbare Energien bis zu 30 Prozent bzw. mindestens die Hälfte der Strombereitstellung abdecken.

Um diese hochgesteckten energiepolitischen Ziele zu erreichen, wurden in Deutschland weit reichende Maßnahmen ergriffen, in deren Mittelpunkt das im Erneuerbare-Energien-Gesetz verankerte System der Abnahme- und Vergütungspflicht für Strom aus erneuerbaren Energien steht. Danach wird u.a. Solarstrom durch sehr hohe Einspeisevergütungen begünstigt, die nach Anlagengröße und Jahr der Inbetriebnahme gestaffelt sind. Neben dem Erneuerbare-Energien-Gesetz entwickelten der Bund und die Länder eine Reihe von Initiativen zur Investitionsförderung für den Einsatz erneuerbarer Energien. Hierzu zählen beispielsweise das mehrfach geänderte Marktanzreizprogramm zugunsten erneuerbarer Energien sowie das bereits ausgelaufene 100 000-Dächer-Solarstrom-Programm.

Als Folge der jahrelangen Förderpolitik des Bundes und der Länder konnten die erneuerbaren Energien als Wirtschaftsfaktor eine immer größere Bedeutung gewinnen. Im Hinblick auf Mitteldeutschland trifft dies insbesondere auf die Photovoltaik zu. Hier hat sich die Photovoltaik zu einem der wichtigsten Wirtschaftszweige überhaupt entwickelt. Die Region Mitteldeutschland weist heute die europaweit höchste Dichte an Solarzellenunternehmen auf. Zudem befinden sich vielfach die Konzernsitze sowie die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in der Region. Es ist dies eine für einen Wirtschaftszweig in den neuen Bundesländern einzigartige Situation.

Insbesondere in Thüringen wurden die Zeichen der Zeit erkannt. Bereits im November 2007 wurde die „Solarinitiative Thüringen“ gestartet. Der Aufbau eines funktionierenden Solarclusters ist ein wesentlicher Bestandteil dieser Landesinitiative. Ziel der Landesregierung ist es, den Freistaat als weltweit renommierten Produktions- und Forschungsstandort für Solartechnik zu positionieren. Dazu sollen bereits vorhandene Potentiale Thüringens als Standort für Photovoltaik ausgebaut und international noch stärker kommuniziert werden.

„Solarinitiative
Thüringen“ gestartet

In die „Solarinitiative Thüringen“ sind neben den Photovoltaikunternehmen die Thüringer Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen sowie die Nutzer der Solarenergie aus dem privaten und öffentlichen Bereich einbezogen.

Die „Solarinitiative Thüringen“ umfasst in einem ersten Schritt folgendes Maßnahmenpaket: ³⁾

- Einrichtung eines Kompetenzzentrums für Aus- und Weiterbildung in den Bereichen Hochtechnologie und Solar in Erfurt.
- Ausbau des Solarzentrums Erfurt
- Stärkere Ausrichtung der Thüringer Technologieförderung auf den Bereich der Solartechnik.
- Einrichtung einer Cluster-Geschäftsstelle beim SolarInput e.V.
- Einrichtung einer Stiftungsprofessur für Solarforschung an der Technischen Universität Ilmenau.
- Offensive zur Investorenakquisition im Bereich Photovoltaik.

3) Vgl. Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit (2007): Pressemitteilung, 30.11.2007, Landesregierung startet „Solarinitiative Thüringen“.

Aufgabe der beim Verein SolarInput e.V. angesiedelten Cluster-Geschäftsstelle ist die Bündelung und Koordination der vorhandenen Strukturen und Kompetenzen im Bereich der Solartechnik und angrenzender Branchen. Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit liegt auf der Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers von den Forschungs- und den Entwicklungseinrichtungen zu den Unternehmen der Solarbranche. Die Cluster-Geschäftsstelle soll ferner die bisherige Vorarbeit des Solar-Input e.V. sowie die konzeptionellen Ergebnisse des 2006 gestarteten Innovationsforums „SolarInnovativ Thüringen“ zur Entwicklung eines branchenübergreifenden Netzwerks von Zulieferern für das Systemprodukt Solaranlage in die Praxis umsetzen. ⁴⁾

Thüringen als Standort für Photovoltaik

Etwa die Hälfte der Mitarbeiter bei produzierenden Unternehmen beschäftigt

Der Freistaat Thüringen hat sich in den vergangenen Jahren zu einem der bedeutendsten Standorte für Photovoltaik in Deutschland und Europa entwickelt:

10 Prozent des weltweiten Photovoltaik-Umsatzes von Thüringer Unternehmen erwirtschaftet

Derzeit sind 48 Unternehmen mit zusammengekommen rund 2 500 Mitarbeitern am Standort für Photovoltaik Thüringen tätig. Etwa die Hälfte hiervon ist bei den produzierenden Unternehmen beschäftigt. Im Hinblick auf den Anteil der Photovoltaik-Arbeitsplätze an allen Arbeitsplätzen belegt Thüringen (0,22 Prozent) den ersten Platz in Deutschland. Desweiteren haben Thüringer Photovoltaik-Unternehmen im Jahr 2007 einen Umsatz von rund 800 Millionen Euro erwirtschaftet. Das entspricht mehr als 21 Prozent des Umsatzes der gesamten Photovoltaikbranche in Deutschland und mehr als 10 Prozent weltweit. ⁵⁾

Thüringen seit 17 Jahren Photovoltaikstandort

Die Entwicklung des Photovoltaikstandortes Thüringen nahm vor etwa 17 Jahren ihren Anfang. Bereits im Jahr 1992 siedelte sich mit der GSS Gebäude-Solarsysteme GmbH ein in erster Linie auf die Herstellung – also die eigentliche Produktion – von Photovoltaik-Modulen spezialisiertes Unternehmen mit zunächst zwei Mitarbeitern in Gera an. Es folgten im Jahre 1997 die seither in Erfurt ansässigen Unternehmen Ersol Solar Energy AG und PV Silicon GmbH. Während das Erstere polykristalline Solarzellen und Solarmodule herstellt, werden vom Letzteren Siliziumscheiben für Solarzellen zur direkten Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom produziert. Im Jahr 2002 fusionierte die PV Silicon GmbH mit der britischen Crystalox Solar zur PV Crystalox Solar AG, dem gegenwärtig weltgrößten, unabhängigen Hersteller von multikristallinen Silizium-Wafern für Solarzellen. ⁶⁾

Ein weiterer Meilenstein war im Jahre 2001 die Gründung der asola Advanced and Automotive Solar Systems GmbH. Das mittlerweile international agierende Unternehmen entwickelt und produziert Solarmodule sowie Solar-Applikationen für den Automobilbau. Seit September 2005 produziert die hundertprozentige Sunways Tochter Sunways Production GmbH hochwertige und hocheffiziente Solarzellen in Arnstadt. Damit wurde damals die Produktionskapazität der Sunways AG beinahe verdreifacht. ⁷⁾

4) Vgl. ebenda

5) Vgl. www.thueringen.de/de/tmwta, zugegriffen am 15. Januar 2007.

6) Vgl. Ruth, V. Wackerbauer, J., Triebwetter, U., Lütter, F. und C. Schmidt (2008): Standortgutachten Photovoltaik in Deutschland, Bonn, München, Seite 158

7) Vgl. ebenda

Im Oktober 2007 fand die Grundsteinlegung für das Werk der WACKER SCHOTT Solar GmbH in Jena statt. Hierbei handelt es sich um ein Gemeinschaftsunternehmen der SCHOTT AG und der Wacker Chemie AG zur Herstellung von Siliziumwafern für die Solarindustrie. Das Joint-Venture „Wacker SCHOTT Solar GmbH“ investiert insgesamt mehr als 300 Millionen Euro in den Standort Jena und schafft damit rund 600 hochqualifizierte neue Arbeitsplätze. Außerdem weihte die SCHOTT AG im November 2007 in Jena die industrielle Großfertigung für Dünnschichtmodule seiner Tochtergesellschaft SCHOTT Solar GmbH ein. Mit einem Investitionsvolumen von 75 Millionen Euro errichtet SCHOTT eine hochmoderne Produktionsstätte und schafft damit am Standort Jena weitere 180 neue Arbeitsplätze. Zudem eröffnete die ersol-Gruppe im November 2007 ihre zweite Fabrik für Solarzellenproduktion. Die neue Produktionsstätte für kristalline Silizium-Solarzellen in Arnstadt soll bis Ende 2008 über eine Normalkapazität von 120 MWp verfügen.⁸⁾

2007 Grundsteinlegung für das Werk von WACKER SCHOTT Solar in Jena

Im August 2008 hat die Masdar-Gruppe mit dem Bau einer hochmodernen Fertigungsstätte für Dünnschichtsolarmodule in Arnstadt begonnen. Bis zur geplanten Fertigstellung im Herbst 2009 beabsichtigt die Masdar Abu Dhabi Future Energy Company 150 Millionen in das Projekt zu investieren. Mittelfristig ist die Schaffung von 600 Arbeitsplätzen vorgesehen.⁹⁾

Masdar-Gruppe investiert 2008 in Arnstadt

Die Photovoltaikunternehmen am Standort Thüringen arbeiten heute eng mit im Freistaat ansässigen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen zusammen. Hierzu zählen insbesondere das Thüringer Solarzentrum und seine Trägereinrichtung, das CIS Institut für Mikrosensorik in Erfurt, das Institut für Festkörperphysik der Friedrich-Schiller-Universität Jena, die Technische Universität Ilmenau, das Institut für Photonische Technologien in Jena sowie das Thüringische Institut für Textil- und Kunststoffforschung (TITK) in Rudolstadt.¹⁰⁾

8) Vgl. www.thueringen.de/tmwta.html, zugegriffen am 16. Januar 2009

9) Vgl. ebenda

10) Vgl. ebenda

Inbetriebnahme des „Kompetenzzentrums für Hochtechnologie und Solarwirtschaft“ für 2010 geplant

Mit dem Bau des „Thüringer Kompetenzzentrums für Hochtechnologie und Solarwirtschaft“ wurde am 9. Februar 2009 in Erfurt begonnen. Das künftige Ausbildungszentrum wird über 351 Ausbildungsplätze für Solartechniker, Mechatroniker, Mikro- und Nanotechnologen sowie weitere technische Berufe verfügen. Neben der beruflichen Erstausbildung sollen hier auch überbetriebliche Ergänzungslehrgänge, die berufsbegleitende Weiterbildung von Mitarbeitern im Unternehmen sowie die Fortbildung und Umschulung von Arbeitssuchenden angeboten werden. Träger der neuen Ausbildungsstätte ist das Bildungszentrum für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH (BWA) in Erfurt. Die Inbetriebnahme des Zentrums ist für das Jahr 2010 geplant. ¹¹⁾

Deutschlandweit einmaliges Ausbildungsangebot für die Solarwirtschaft






Mit dem „Kompetenzzentrum für Hochtechnologie und Solarwirtschaft“ verfügt Thüringen im Solarbereich über ein breites Spektrum an Ausbildungsmöglichkeiten vom Facharbeiter bis zum Akademiker. Weitere Bestandteile sind Stiftungsprofessuren und Studiengänge für Solartechnologie an der Fachhochschule Jena und der Technischen Universität Ilmenau. Damit verfügt der Freistaat Thüringen über ein deutschlandweit einmaliges Ausbildungsangebot für die Solarwirtschaft. ¹²⁾



¹¹⁾ vgl. www.regioweb.de, zugegriffen am 10. Februar 2009.

¹²⁾ ebenda

Die Wertschöpfungskette in der Thüringer Photovoltaikbranche

Silizium- produzenten	Wafer- hersteller	Solarzellen- fertiger	Modul- hersteller	System- dienstleister
<p>Produktion von Reinsilizium</p>	<p>Herstellung von Silizium-scheiben</p>	<p>Verarbeitung von Silizium-scheiben zu photo-voltaischen Zellen</p>	<p>Verschaltung von Solarzellen und Modulfertigung</p>	<p>Kombination von Modulen, Zubehör und Montage-lösungen; Vertrieb</p>
<p>Reinsilizium wird derzeit in Thüringen nicht produziert</p> 	<p>ASi Industries GmbH</p> <p>PV Crystalox Solar AG</p> <p>WACKER SCHOTT Solar GmbH</p> 	<p>ersol Solar Energy AG</p> <p>Sunways Production GmbH</p> 	<p>asola Advanced and Automotive Solar Systems GmbH</p> <p>ersol Thin Film GmbH</p> <p>SCHOTT Solar Thin Film GmbH</p> <p>GSS Gebäude Solarsysteme GmbH</p> <p>Masdar-Gruppe (Produktionsbeginn voraussichtlich im 3. Quartal 2009)</p> 	<p>ALTEC Solar-technik AG</p> <p>ersol Crystalline Modules GmbH</p> <p>FEG Fertigungs- und Entwicklungs-gesellschaft mbH</p> <p>sowie weitere Vertriebsunter-nehmen und Installateure</p> 

Die Thüringer Photovoltaikbranche und deren Akteure

Die Wertschöpfungskette in der Photovoltaikbranche beginnt bei der Gewinnung von solarzellenfähigem Silizium, geht über die Waferproduzenten, die aus dem Reinsilizium die Siliziumscheiben herstellen, zu den Solarzellenherstellern, die die Wafer zu photovoltaischen Zellen weiterverarbeiten. Die Modulhersteller verschalten und fertigen dann aus den Solarzellen so genannte Module, die dann von den Systemdienstleistern – kombiniert mit geeigneten Elektronik-, Speicher- und Montagelösungen – als fertiges Paket auf dem Markt angeboten bzw. beim Kunden installiert werden. Teilweise werden die einzelnen Schritte in der Wertschöpfungskette durch Spezialisten wahrgenommen. Daneben existieren international eine Reihe von vertikal integrierten Unternehmen, die weite Teile der Wertschöpfungskette komplett abdecken.

Wie aus der obigen Übersicht entnommen werden kann, ist die Photovoltaikbranche in Thüringen breit aufgestellt. Sieht man einmal von der Herstellung von Reinsilizium ab, wird die gesamte Wertschöpfungskette für photovoltaische Anlagen, von der Herstellung der Siliziumscheiben aus Reinsilizium, der Verarbeitung von Siliziumscheiben zu photovoltaischen Zellen, der Verschaltung von Solarzellen und Modulfertigung bis hin zur Kombination von Modulen, Zubehör und Montage-lösungen hier abgedeckt. Der Produktionsschwerpunkt des Photovoltaikstandortes Thüringen liegt auf der kristallinen Siliziumtechnologie. Gleichwohl erfolgt Forschung auch im Bereich der Silizium-Dünnschichttechnologie, die mit der Errichtung neuer Produktionsstätten bereits zur industriellen Serienfertigung gebracht wird.¹³⁾

Siliziumproduzenten

Photovoltaikbranche gewinnt an Bedeutung für den Siliziummarkt

Die Siliziumproduzenten konzentrierten sich in der Vergangenheit fast ausschließlich auf die Computerchipindustrie. Da solarzellenfähiges Silizium einen geringeren Reinheitsgrad benötigt als für die Computerchipherstellung notwendig, wurde es vielfach lediglich als „Abfallprodukt“ gewonnen. Seit rund zehn Jahren gewinnt aber die Photovoltaikbranche an Bedeutung für den Siliziummarkt. Der Weltmarkt des Rohstoffes Silizium wird derzeit weit überwiegend von vier Unternehmen dominiert. Es sind dies der japanische Chemiekonzern Tokuyama, die beiden US-Unternehmen Hemlock Semiconductor und REC Solar Grade sowie die deutsche Wacker-Chemie.

In Thüringen selbst wird solarzellenfähiges Silizium derzeit nicht hergestellt. Gleichwohl hat sich ersol Silicon auf das Recycling von Silizium spezialisiert. Gegenwärtig bietet das in den USA produzierende Tochterunternehmen SRS Silicon Recycling Services, Inc. des Thüringer ersol Konzerns folgende Produktgruppen an: Silizium sowohl für den Halbleiter- und Solarbereich als auch metallurgisches Silizium und Support Produkte.

Waferhersteller

Wafer Ausgangskomponente für Solarzellen

Ein Wafer ist in der Photovoltaik die Bezeichnung für eine kreisrunde oder quadratische Scheibe auf der photoelektrische Beschichtungen durch verschiedene technische Verfahren hergestellt werden. Zur Herstellung werden Siliziumblöcke, sogenannte Ingots, im Drahtsägeverfahren in quadratische Scheiben geschnitten. Der Wafer ist Ausgangskomponente für die Herstellung kristalliner Silizium-Solarzellen.¹⁴⁾

¹³⁾ Vgl. Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen (2007), Solarindustrie in Thüringen, Stand 10/2007

¹⁴⁾ Vgl. www.solarone.de zugegriffen am 20. Januar 2009.

In Thüringen befinden sich drei für die Solarindustrie wichtige Waferhersteller: die ASi Industries GmbH, die PV Crystalox Solar AG und die WACKER SCHOTT Solar GmbH.

Die **ASi Industries GmbH** in Arnstadt ist auf die Herstellung von monokristallinen Ingots und Wafern spezialisiert. Derzeit bietet das Tochterunternehmen des ersol Konzerns folgende Produktgruppen an:

- monokristalline Silizium-Ingots
- monokristalline Silizium-Wafer
- Kristalle und Wafer mit einer speziellen Zwillings-Struktur
- Kristalle und Wafer mit Sonderdotierung

ASi Industries GmbH auf die Herstellung von monokristallinen Ingots und Wafern spezialisiert

Alle Produkte der ASi Industries GmbH werden aus reinem Polysilizium von höchster Qualität mit rückvollziehbarer Herkunft im eigenen Ziehbereich hergestellt. Jeder einzelne Wafer wird strengstens analysiert, kontrolliert und zertifiziert. Die gleich bleibende Produktqualität wird durch ein eigenes hochtechnisches Prüflabor überwacht. ¹⁵⁾

Im Jahr 2002 entstand die **PV Crystalox Solar AG** durch Zusammenführung der beiden 100-prozentig operativen Tochtergesellschaften Crystalox Ltd. in Oxford, UK und der PV Silicon AG in Erfurt. Im vergangenen Jahrzehnt hat das Unternehmen die Herstellung multikristalliner Siliziumingots durch gerichtete Kristallisation bis zur industriellen Reife geführt und dergestalt das Wachstum der Photovoltaik erheblich beschleunigt. Von der PV Silicon in Erfurt wurde eine neue Technologie entwickelt, mit der Siliziumblöcke in ultradünne Wafer zersägt werden können. Bei PV Crystalox werden parallel zu den multikristallinen Produkten auch einkristalline Wafer hergestellt. ¹⁶⁾

Als weltweit größter unabhängiger Hersteller von multikristallinen Siliziumwafern für Solarzellen hat die PV Crystalox Solar AG in den vergangenen sechs Jahren ihren Umsatz von rund 32 Millionen Euro im Jahr 2001 um mehr als das Achtfache auf rund 263 Millionen Euro im Jahr 2007 erhöht. Das thüringisch-britische Unternehmen beschäftigt mehr als 210 hoch qualifizierte Mitarbeiter an den Standorten in Deutschland, dem Vereinigten Königreich und Japan. Seine Kundschaft setzt sich aus den international führenden Solarzellenherstellern zusammen. ¹⁷⁾

PV Crystalox weltweit größter Hersteller von multikristallinen Siliziumwafern

Die **WACKER SCHOTT Solar GmbH** ist ein Gemeinschaftsunternehmen der Wacker Chemie AG und der SCHOTT Solar AG. Das Joint Venture hat sich auf die Entwicklung, Herstellung und den Vertrieb von multikristallinen Siliziumwafern für die Photovoltaikindustrie spezialisiert.

WACKER SCHOTT Solar plant Ausbau der Fertigungskapazität

In Thüringen stellt das Unternehmen ausschließlich multikristalline Wafer her. Während es am Standort Jena auf den klassischen Produktionsweg für den Wafer setzt – also nach dem Erstarren die Siliziumscheiben aus großen Blöcken sägt – wird bei WACKER SCHOTT Solar im Werk in Alzenau (Bayern) nach dem so genannten EFG-Verfahren gearbeitet. Dies ermöglicht die Herstellung von Solarzellen mit deutlich weniger Energieeinsatz durch eine bessere Ausbeute des eingesetzten hochreinen Siliziums. Ziel des Unternehmens ist es bis zum Ende des Jahres 2012 eine Fertigungskapazität von rund einem Gigawatt pro Jahr zu erreichen. ¹⁸⁾

15) Vgl. www.ersol.de und www.firmendb.de, zugegriffen am 20. Januar 2009

16) Vgl. www.crystalox.com um www.solarbusiness.de, zugegriffen am 21. Januar 2009

17) Vgl. ebenda

18) Vgl. www.wackerschott.com, zugegriffen am 21. Januar 2009

Solarzellenfertiger

Eine Solarzelle ist ein elektronisches Bauteil, welches absorbiertes Licht direkt in elektrische Energie umwandeln kann. Man unterscheidet verschiedene Zelltypen bzw. Zellarten, die sich im Hinblick auf den Verwendungszweck, die Leistung und die Herstellung der Siliziumbeschichtung unterscheiden:

- Solarzellen aus monokristallinen Silizium
- Solarzellen aus multikristallinen Silizium
- Dünnschichtzellen

Dünnschicht-technologien mit großem Entwicklungspotential

Die kristalline Siliziumtechnologie hat in den vergangenen Jahren eine Vormachtstellung eingenommen. Beinahe neun Zehntel aller abgesetzten Module waren entweder mono- oder multikristalline Siliziumzellen. Gleichwohl wird den Materialsparenden Dünnschicht-Technologien ein großes Entwicklungspotential zugetraut: Nach Einschätzung der Bank Sarasin werden diese Technologien ihren Marktanteil von 12 Prozent im Jahr 2008 auf 23 Prozent im Jahr 2012 steigern können. Der gegenwärtig noch geringe Wirkungsgrad von 7 bis 11 Prozent dürfte zukünftig durch niedrigere Kosten sowie eine steilere Lernkurve kompensiert werden.¹⁹⁾

In Thüringen werden Solarzellen derzeit insbesondere von zwei Unternehmen schwerpunktmäßig gefertigt. Es sind dies die ersol Solar Energy AG und die Sunways Production AG.

ersol Solar energy führender Akteur in der Photovoltaikbranche

Die **ersol Solar Energy AG** erzeugt und vertreibt qualitativ hochwertige, auf Silizium basierende Solarstromprodukte. Das Thüringer Unternehmen gehört zu den führenden Akteuren in der Photovoltaikbranche. Die ersol Gruppe ist entlang der Wertschöpfungskette strukturiert und entsprechend der verschiedenen Produktgruppen in die Unternehmenssparten Silicon, Wafers, Solar Cells und Modules gegliedert.

Das Unternehmenskerngeschäft bildet die Fertigung von Solarzellen aus monokristallinem und multikristallinem Silizium. Am Produktionsstandort Erfurt werden von der Muttergesellschaft ersol Solar Energy AG derzeit Solarzellen im Format 156 mm x 156 mm gefertigt. Bei einer Zelldicke von 200 µm und weniger liegt der durchschnittliche Wirkungsgrad der monokristallinen Solarzellen bei rund 17 Prozent. Multikristalline Solarzellen von ersol weisen Leistungsgrade von bis zu 16 Prozent auf.

ersol Solar energy plant 1 100 neue Arbeitsplätze am Standort Arnstadt

Bis zum Jahr 2012 beabsichtigt ersol Solar Energy AG in seine Fertigungskapazitäten im kristallinen Bereich am Standort Arnstadt rund 530 Millionen Euro zu investieren. Dadurch wird die Fertigungskapazität im kristallinen Bereich auf eine Normalkapazität von rund 630 MWp nahezu verdreifacht. Der Produktionsstart ist für Anfang 2010 vorgesehen. Nach aktueller Planung werden über 1 100 neue Arbeitsplätze entstehen. Derzeit beschäftigt das Unternehmen an seinen drei Standorten in Erfurt und Arnstadt bereits mehr als 1 200 Mitarbeiter. In den ersten neun Monaten des Jahres 2008 wurde ein Umsatz von 214 Millionen Euro und damit doppelt so viel wie im vergleichbaren Vorjahreszeitraum erzielt. Für das gesamte Jahr 2008 wird mit einem Umsatz von mehr als 300 Millionen Euro und für das Jahr 2009 von mehr als 400 Millionen Euro gerechnet.²⁰⁾

46 Millionen Euro durch Sunways Production investiert

Die hundertprozentige Sunways Tochter **Sunways Production GmbH** produziert hochwertige und hocheffiziente Solarzellen in Arnstadt: In zwei Ausbaustufen wurden seit dem Jahr 2005 insgesamt 46 Millionen Euro investiert. Dabei entstanden 60

19) Vgl. Bank Sarasin & Cie AG (2008): Solarindustrie 2008 – Stürmische Zeitenvor dem nächsten Hoch, Seite 9ff.

20) Vgl. www.ersol.de und www.solarbusiness.de, zugegriffen am 21. Januar 2009 Die hundertprozentige Sunways Tochter Sunways Production GmbH produziert hochwertige und hocheffiziente Solarzellen in Arnstadt: In zwei Ausbaustufen

Arbeitsplätze. Die Fertigungskapazität beträgt nunmehr 100 MWp. Das Unternehmen entwickelt und produziert leistungsstarke mono- und multikristalline Solarzellen in unterschiedlichen Formaten und Wirkungsgraden von bis zu 17,4 Prozent. Diese finden überall dort ihren Einsatz, wo es auf einen hohen Wirkungsgrad und die Erzielung von erstklassigen Erträgen ankommt.²¹⁾

Modulhersteller

Unter Solarmodulen versteht man verschaltete Solarzellen, die witterungsbeständig verkapselt wurden. Sie stellen die Hauptkomponente einer Photovoltaikanlage dar.²²⁾ Der Markt ist auf dieser Wertschöpfungsstufe weit weniger konzentriert als dies etwa bei den Solarzellenfertigern der Fall ist. Er lässt auch Raum für eine Anzahl kleinerer und mittelständischer Unternehmen.

Die **asola Advanced and Automotive Solar Systems GmbH** wurde im Jahr 2001 im Technologie- und Gründerzentrum Erfurt gegründet. Das Unternehmen hat seitdem knapp 10 Millionen Euro in Thüringen investiert und beschäftigt derzeit rund 100 Mitarbeiter. Das Unternehmen entwickelt und produziert Solarmodule sowie Solar-Applikationen für den Automobilteilbau.²³⁾

Asola erzielt mehr als ein Drittel des Umsatzes durch Export

Mehr als 8,3 Millionen Euro will die asola nunmehr in die Errichtung eines neuen Unternehmenssitzes investieren und damit bis zu 50 neue Arbeitsplätze schaffen. Mit dem Investitionsvorhaben soll zugleich auch die Produktion ausgeweitet werden: Das Unternehmen wird künftig auch kristalline Großmodule produzieren, die sich durch hohe Effizienz und Energieerträge von 250 bis 280 Watt auszeichnen. Derzeit gibt es weltweit nur zwei Anbieter, welche ähnliche Module herstellen. Die Kunden von asola sind im wesentlichen Solaranlagenbauer und Solaranlagenbetreiber weltweit. Der Exportanteil am Umsatz beträgt 35 Prozent.²⁴⁾

Die **ersol Thin Film GmbH**, eine Tochtergesellschaft der ersol Solar Energy AG, betreibt eine Produktionslinie für Dünnschichtmodule auf der Basis amorphes Siliziums. Parallel dazu wird die amorphkristalline Tandemzellentechnologie für Silizium-Dünnschichtmodule („mikromorphe Technologie“) vorbereitet. Das mikromorphe Dünnschichtmodul hat im Gegensatz zur einfach amorphen Version einen doppelten Aufbau aus einer amorphen und einer mikroamorphen Siliziumschicht.

Bis zum Ende des Jahres 2008 wurden von der ersol Thin Film GmbH am Standort Erfurt rund 160 Arbeitsplätze geschaffen. Für das gesamte Jahr 2008 wird von einer umgesetzten Menge von 20 MWp ausgegangen. Für 2009 wurde eine umgesetzte Menge von rund 30 MWp prognostiziert. Das Unternehmen sieht in der Dünnschicht-Technologie sehr gute mittel- wie auch langfristige Perspektiven. Aus diesem Grunde ist ab dem Jahr 2009 die Erhöhung der Kapazität auf rund 100 MWp und damit der Aufbau einer zweiten Fabrik geplant.²⁵⁾

ersol Thin Film plant Aufbau einer zweiten Fabrik

Die **GSS-Gebäude-Solarsysteme GmbH** mit Standort in Löbichau verarbeitet monokristalline oder multikristalline Solarzellen zu Modulen weiter. Auf der Grundlage der vorhandenen technologischen Ausrüstungen können Photovoltaikmodule bis zu einer Gesamtgröße von 2 600 mm x 1 600 mm hergestellt werden. Eine optimale Belegung einer derart großen Fläche mit Solarzellen führt zu einer installierten Modulnennleistung von etwa 500 Kilo-Watt-Peak (kWp).

21) Vgl. www.sunways.de, zugegriffen am 22. Januar 2009

22) Vgl. www.solarone.de, zugegriffen am 22. Januar 2009

23) Vgl. www.asola-power.com, zugegriffen am 23. Januar 2009

24) Vgl. ebenda

25) Vgl. www.ersol.de zugegriffen am 23. Januar 2009.

GSS-Gebäude-Solarsysteme mit weltweitem Kundenstamm Dem Unternehmen ist es gelungen international erfolgreiche Geschäftsverbindungen zu knüpfen. Solarfirmen aus aller Welt gehören zum festen Kundenstamm der GSS-Gebäude-Solarsysteme GmbH, so etwa das Unternehmen AltPower in den USA, an das spezielle Photovoltaikmodule geliefert werden. Insbesondere sind an dieser Stelle die bisher gelieferten zwei Photovoltaik-Fassadenprojekte in New York (Battery Park am Hudson River) zu nennen. Derzeit ist ein neues Projekt (Battery Park III) in Realisierung bzw. weitere Projekte in den USA und Kanada in Vorbereitung.²⁶⁾

SCHOTT Solar Thin Film produziert in Jena Dünnschichtmodule Der Solartechnologie-Hersteller SCHOTT Solar hat im Mai 2008 den Geschäftsbereich für Dünnschichtmodule in eine eigene Gesellschaft überführt. Das Unternehmen bündelt nunmehr Aktivitäten und Kompetenzen in der neuen **SCHOTT Solar Thin Film GmbH** und stellt dergestalt die Weichen für ein weiteres Wachstum. Die neue Gesellschaft wird an den beiden Standorten Jena und Putzbrunn bei München sowohl gerahmte Premium- und Standardmodule als auch OEM-Rohrmodule produzieren.

Am Standort Jena hatte Schott Solar bereits im November 2007 eine neue Fabrik für Dünnschicht-Solarstrommodule in Betrieb genommen. Hierbei wurden 75 Millionen Euro in die Dünnschichttechnologie investiert und 180 neue Arbeitsplätze geschaffen.²⁷⁾

Masdar-Gruppe errichtet hochmoderne Fertigungsstätte für Dünnschichtmodule Eine hochmoderne Fertigungsstätte für Dünnschichtmodule der **Masdar-Gruppe** aus Abu Dhabi wird voraussichtlich im dritten Quartal 2009 in Betrieb gehen und nach einer Anlaufphase eine Produktionskapazität von 70 MWp pro Jahr erreichen. Längerfristig ist eine Erhöhung der Produktionskapazität auf 280 MWp vorgesehen. Hierfür investiert die Masdar Abu Dhabi Future Energy Company 150 Millionen Euro in den Solarstandort Thüringen. Bis zum Jahr 2010 ist die Schaffung von 180 Arbeitsplätzen zugesagt; mittelfristig sollen es 600 Arbeitsplätze werden. Neben der Produktion sollen in Thüringen weitere Unternehmensbereiche angesiedelt werden, darunter Forschung und Entwicklung sowie Marketing und Vertrieb.

Die von der Masdar-Gruppe im Freistaat getätigte Investition ist Bestandteil eines Investitionspaketes von zwei Milliarden US-Dollar im Bereich der Dünnschicht-Solar-Technologie. In dessen Rahmen werden von dem Unternehmen aus den Vereinigten Arabischen Emiraten zunächst zwei Produktionsstätten mit einem Investitionsvolumen von 600 Millionen US-Dollar errichtet. Fast zeitgleich entsteht ein zweites Werk in Abu Dhabi. Beide Teile des Unternehmens sollen bei der Entwicklung und Vermarktung von Solarmodulen eng zusammenarbeiten.²⁸⁾

Systemdienstleister

Am Ende der Wertschöpfungskette der Photovoltaik stehen die Systemdienstleister. Die Systemdienstleister – auch Systemanbieter genannt – stellen aus den verschiedenen Komponenten (Module, Wechselrichter, Montagesysteme und Zubehör) speziell konfigurierte Systeme her und vertreiben diese an Endabnehmer und Installateure oder über den Großhandel. Bedeutende Wettbewerber in Thüringen sind ALTEC Solartechnik, ersol Crystalline Modules und die FEG Fertigungs- und Entwicklungsgesellschaft.

²⁶⁾ Vgl. www.zre-ot.de, zugegriffen am 23. Januar 2009.

²⁷⁾ Vgl. Schott Solar AG (2008), Pressemitteilung, 13.05.2008, SCHOTT Solar gründet eigene GmbH für Dünnschicht-Technologie.

²⁸⁾ Vgl. www.thueringen.de/de/tmwta.html, zugegriffen am 26. Januar 2009.

Die im thüringischen Crispendorf ansässige **ALTEC Solartechnik AG** ist ein mittelständisches Unternehmen, das seine Produkte inzwischen weltweit vertreibt. Ihr Dienstleistungsspektrum umfasst die Beratung, Kalkulation und Herstellung von solartechnischen Komponenten, Montagesystemen sowie Photovoltaik- und solarthermischen Anlagen. Darüber hinaus ist ALTEC Solartechnik der Anbieter eines weltweit patentierten Fassadensystems. Im Jahr 2008 beschäftigte das Unternehmen rund 170 Mitarbeiter.²⁹⁾

ALTEC Solartechnik vertreibt seine Produkte weltweit

Anfang August 2005 hat ersol den Handel mit Photovoltaikprodukten deutlich ausgedehnt und zeitgleich an seine hundertprozentige Modulvertriebstochter übertragen. Seitdem handelt die **ersol Crystalline Modules GmbH** (vormals aimex-solar GmbH) mit Solarmodulen. Diese stammen aus der Produktion namhafter europäischer Hersteller sowie aus der Fertigung des chinesischen Joint Ventures SESE, in beiden Fällen unter Verwendung hochwertiger ersol Solarzellen. Entsprechend der Anzahl und Art der verwendeten Zellen im Modul gibt es zwei Produktserien: die SESE- und die Ganymed-Serie. Die Photovoltaikmodule der Ganymed-Serie basieren zum überwiegenden Teil auf hocheffizienten mono- und multikristallinen Silizium-Solarzellen von ersol.³⁰⁾

Handel von ersol deutlich ausgeweitet

Die **FEG Fertigungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH** hat sich in Sömmerda auf die Entwicklung und die Errichtung von Anlagen zur Nutzung alternativer Energiequellen spezialisiert. Neben der Planung und der Installation von Photovoltaikanlagen unterschiedlichster Größenordnung bietet das Unternehmen alle Komponenten der Peripherie. Diese stammen teilweise – wie etwa die Wechselrichter – aus der Produktion der FEGmbH selbst.³¹⁾

FEGmbH auf Anlagen zur Nutzung alternativer Energiequellen spezialisiert

Ausblick

Nach Einschätzung des Schweizer Bankhauses Sarasin ist für den weltweiten Photovoltaikmarkt auch in Zukunft mit einem sehr dynamischen Wachstum zu rechnen.³²⁾ Für das Jahr 2009 erwartet das Bankhaus aufgrund der Finanz- und Kreditkrise, der Anzeichen einer Abschwächung des realen Wirtschaftswachstums sowie der veränderten Rahmenbedingungen für die Photovoltaikbranche eine Zuwachsrate der installierten Photovoltaik-Leistung von „nur“ 17 Prozent. Ab dem Jahr 2010 wird jedoch wieder mit einer Beschleunigung des Marktes gerechnet, so dass zwischen den Jahren 2007 und 2012 von einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 48 Prozent ausgegangen wird. Allerdings ist das Wachstum in Europa entsprechend der Studie in dieser Periode zurückhaltender, nämlich um 34 Prozent pro Jahr. Für den Zeitraum 2012 bis 2020 prognostiziert das Bankhaus ein durchschnittliches jährliches Wachstum des globalen Marktvolumens von 28 Prozent. Für die Unternehmen der Photovoltaikbranche sind in stürmischen Zeiten dauerhafte Lieferanten- und Kundenbeziehungen, Know-how und eine solide Finanzierung von entscheidender Bedeutung. Das Schweizer Bankhaus Sarasin hat 27 börsennotierte Unternehmen der weltweiten Photovoltaikbranche – darunter vier auch in Thüringen produzierende Unternehmen – einer ausführlichen Bewertung nach diesen Kriterien unterzogen.³³⁾ Aufgrund einer weitgehend guten Beurteilung finden sich drei der vier einbezogenen Thüringer Unternehmen – Ersol, Schott Solar und PV Crystalox Solar – unter den zehn strategisch best positionierten Photovoltaikunternehmen der Welt. Dieses Ergebnis lässt den Schluss zu, dass auch die gesamte Thüringer Photovoltaikbranche den Herausforderungen der Zukunft gewachsen ist.

Weiterhin dynamisches Wachstum des weltweiten Photovoltaikmarktes

Thüringer Photovoltaikbranche den Herausforderungen der Zukunft gewachsen

29) Vgl. www.altec-solartechnik.de, zugegriffen am 26. Januar 2009

30) Vgl. www.ersol.de, zugegriffen am 27. Januar 2009.

31) Vgl. www.fegmbh.de, zugegriffen am 27. Januar 2009

32) Vgl. Bank Sarasin & Cie AG (2008), Solarindustrie 2008 – Stürmische Zeiten vor dem nächsten Hoch, Seite 14 ff.

33) Vgl. ebenda, Seite 20 f.

Quellenverzeichnis

- Asociación de la Industria Fotovoltaica (2008): Hacia un suministro sostenible de electricidad, El Mercado fotovoltaico mundial.
www.asif.org/files/ASIF_Informe_2008_E3.pdf
- Bank Sarasin & Cie AG (2003): Nachhaltigkeitsstudie, Solarenergie – heiter oder bewölkt? Aktuelle und zukünftige Aussichten für Photovoltaik und Solarthermie.
www.sarasin.ch/internet/iech/studies_i_solarenergie_2003_iech.pdf
- Bank Sarasin & Cie AG (2004): Nachhaltigkeitsstudie, Solarenergie 2004 – ungetrübter Sonnenschein? Aktuelle und zukünftige Aussichten für Photovoltaik und Solarthermie
www.sarasin.ch/internet/iech/studies_i_solarenergie_2004_iech.pdf
- Bank Sarasin & Cie AG (2005): Nachhaltigkeitsstudie, Solarenergie 2005 – Im Spannungsfeld zwischen Rohstoffengpass und Nachfrageboom.
www.sarasin.ch/internet/iech/sr_solar_energy_2005_iech.pdf
- Bank Sarasin & Cie AG (2006): Nachhaltigkeitsstudie, Solarenergie 2006 – Licht- und Schattenseiten einer boomenden Industrie
www.sarasin.ch/internet/iech/solarenergie_2006.pdf
- Bank Sarasin & Cie AG (2007): Nachhaltigkeitsstudie, Solarenergie 2007 – Der Höhenflug der Solarindustrie hält an
- Bank Sarasin & Cie AG (2008): Nachhaltigkeitsstudie, Solarenergie 2008 – Stürmische Zeiten vor dem nächsten Hoch
- BSW-Solar (2008): Standortgutachten Photovoltaik in Deutschland.
www.jahreskonferenz.de/fileadmin/ee08/downloads/zukunftschance_photovoltaik.pdf
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008): Solarenergie.
www.german-renewable-energy.com/Renewables/Navigation/Deutsch/solarenergie.html
- Deutsche Bank Research (2005): Boombranche Solarenergie, Energie Spezial, Aktuelle Themen Nr. 320
www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000186686.pdf
- Dresdner Bank (2007): Branchen-Report – Solarnergie
www.group-economics.allianz.com/images_deutsch/pdf_downloads/branchen/40117.pdf
- Ernst & Young (2006): Photovoltaik in Deutschland, Entwicklungen und Trends -Marktstudie 2005.
[www.ey.com/Global/Assets.nsf/Germany/Studie_Photovoltaik_2006/\\$file/Studie_Photovoltaik_2006.pdf](http://www.ey.com/Global/Assets.nsf/Germany/Studie_Photovoltaik_2006/$file/Studie_Photovoltaik_2006.pdf)
- EPIA, Greenpeace (2007): Solar Generation IV – 2007, Part Two: The Solar Power Market.
www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/solar-generation-iv.pdf
- EUROSERV'ER (2008): Baromètre Photovoltaïque.
www.euroserv-er.org/pdf/baro184.pdf
- Heß, Werner (2007): Die Sonne – Energiequelle des 21. Jahrhunderts, Allianz Dresdner Economic Research, Working Paper
www.group-economics.allianz.com/images_deutsch/pdf_downloads/working_papers/solarenergie_020207.pdf
- HypoVereinsbank (2008): Power für Deutschland – Energieversorgung im 21. Jahrhundert
www.hypovereinsbank.de/firmenkunden/portal?view=firmenkunden/3224.jsp
- Koot, Edwin (2008): The global PV market: fasten your seatbelts, Analysis of market demand to 2010; CEO Solarplaza.
www.solarplaza.com/event/globaldemandconference/lib/downloads/globalpvdemandreport.pdf
- Landesbank Baden-Württemberg(2006): Branchenanalyse Photovoltaik 2005 – Das industrielle Zeitalter beginnt.
www.solarpraxis.de/fileadmin/dokumente/PDF/LB_BW_PhotoVol_050516.pdf
- Landes-Entwicklungs-Gesellschaft Thüringen (2008): Solarindustrie in Thüringen.
www.leg-thueringen.de/standort-thueringen/branchen/solartechnik/
- Photon – Das Solarstrom-Magazin, Ausgabe 4/2008 Photovoltaik-Magazin (2009): Der Photovoltaik-Markt gerät ins stolpern.
www.photovoltaik.eu/nachrichten/details/beitrag/der-photovoltaik-markt-gerat-ins-stolpern_100001031/8/
- Photovoltaik-Magazin (2009): Der Photovoltaik-Markt gerät ins stolpern
www.photovoltaik.eu/nachrichten/details/beitrag/der-photovoltaik-markt-gerat-ins-stolpern_100001031/8/
- Richter, U.; Holst, G.; Krippendorf, W. (2008): Solarindustrie als neues Feld Industrieller Qualitätsproduktion - das Beispiel Photovoltaik, Studie im Auftrag der Otto Brenner Stiftung, Frankfurt/ Main, 2008.
www.otto-brenner-stiftung.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/AH56.pdf
- WestLB (2009): Erneuerbare Ergen, Equity Resaerch