

Solarenergie 2005

Im Spannungsfeld zwischen Rohstoffengpass und Nachfrageboom

Inhalt

Inhalt	3
Zusammenfassung	3
Einleitung	6
Photovoltaik (PV)	8
Siliziumversorgung	8
Waferproduktion	11
Solarzellen	12
Die wichtigsten PV-Märkte	19
Entwicklung der PV-Märkte bis 2020	27
Beurteilung der Nachhaltigkeit von PV-Systemen	30
Solarkollektoren	32
Wichtige Unternehmen in der Solarthermie	32
Wichtigste Märkte weltweit	35
Marktentwicklung in Europa	39
Entwicklung des weltweiten Marktes bis 2020	44
Solare Kühlung	45
Solarthermische Kraftwerke	47
Anwendungsbereiche	47
Bestehende Anlagen und geplante Projekte	47
Marktperspektiven	50
Kontakte	52
Publikationen	53

Dank

Diese Solarenergie-Studie wurde wie schon im letzten Jahr in Zusammenarbeit mit der Firma *c4c-concepts for carbon* in Bern erstellt.

Für das Kapitel über die Solarkollektoren konnten wir zum dritten Mal auf die hilfreiche Unterstützung und das umfangreiche Datenmaterial von Herrn Werner Koldehoff zurückgreifen.

Für den wertvollen Beitrag im Rahmen eines Einschubartikels bedanken wir uns bei folgendem Experten:

- ◆ Felix Holz, Fraunhofer ISE, Institut Solare Energiesysteme, Leiter der Gruppe Netzunabhängige Energieversorgung, Freiburg i.Br.

Folgenden Organisationen und Personen danken wir für Ihre kompetenten Auskünfte und das Zur-Verfügung-Stellen einschlägiger Informationen:

- ◆ Pius Hüsler, Geschäftsleiter der Nova Energie GmbH und Mitglied der IEA PVPS (Photovoltaic-Power-Systems) Programme, Arbeitsgruppe 1;
- ◆ Gerhard Stryi-Hipp, Geschäftsführer des Bundesverbandes Solarindustrie (BSi), Deutschland;
- ◆ Prof. Dr. Peter Woditsch, Sprecher des Vorstandes, Deutsche Solar AG;
- ◆ Raffaele Piria und Uwe Brechlin, Geschäftsführer des Verbandes European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF);
- ◆ Dr. Michael Geyer, Geschäftsführer IEA SolarPACES.

Zusammenfassung

Photovoltaik

Die weltweite **Solarzellenproduktion** hat letztes Jahr um über 60% von 750 MW im Jahr 2003 auf gut 1'200 MW zugenommen. Die 15 grössten Solarzellenhersteller trugen dabei rund 90% zur gesamten Produktionsmenge bei.

Der befürchtete Siliziumengpass ist Tatsache geworden und hat das Wachstum im Jahr 2004 bereits gebremst. Neue Vereinbarungen zwischen der PV-Industrie und den Siliziumherstellern zur Steigerung der Produktionskapazitäten für solares Silizium wurden getroffen. Diese Kapazitäten dürften im Verlaufe des Jahres 2008 zur Verfügung stehen. Auch danach wird sich die Versorgungslage aber nicht vollständig entspannen. Wir werden künftig wohl vermehrt Joint Ventures zwischen Ingot- bzw. Waferproduzenten und Siliziumherstellern sehen, mit dem Ziel, den eigenen Siliziumbedarf abzusichern.

Diese anhaltende Verknappung zwingt die Unternehmen, neue und materialsparendere Prozesse zu entwickeln. Diese Effizienzfortschritte werden sich positiv auf die Kosten auswirken. Dennoch wird die Photovoltaik (von Nischenanwendungen abgesehen) weiterhin stark von staatlicher Förderung abhängig bleiben. Nebst den drei grossen Märkten Deutschland, Japan und den USA haben nun auch weitere Länder wie Spanien, China, Indien, Italien, Portugal, Südkorea und Thailand namhafte Solarstromförderprogramme.

Die weltweit tatsächlich **installierte PV-Leistung** betrug 2004 rund 840 MW, also rund 2/3 der produzierten Solarzellen. Dies entspricht einem Wachstum von 40% gegenüber dem Vorjahr. Vor allem dank der verbesserten Einspeisetarife lag Deutschland mit seiner installierten Leistung von 360 MW erstmals vor Japan mit 270 MW.

Die Verunsicherung des deutschen Marktes hinsichtlich einer möglichen Anpassung der attraktiven Einspeisevergütung gegen unten hält sich nach den Neuwahlen in Grenzen. Veränderungen sind frühestens mit der regulären Novellierung des EEG im Jahr 2007 zu erwarten.

In den kommenden Jahren werden die heute dominierenden Märkte relativ an Bedeutung verlieren. Nach unserer Prognose wird z.B. Deutschlands Anteil am Weltmarkt von heute 43% auf 6% im Jahr 2020 abnehmen. In Europa wird Spanien immer wichtiger, in Asien die grossen Märkte China, Indien aber auch Thailand und Südkorea. Die Tatsache, dass auf der Welt noch immer mehr als 2 Milliarden Menschen ohne Zugang zu einem Stromnetz leben, zeigt das künftige Potenzial der Photovoltaik deutlich auf. Netzunabhängige Anwendungen werden dem Nachhaltigkeitsanspruch der Photovoltaik längerfristig eher gerecht als hochsubventionierte Megawattanlagen auf der Grünen Wiese von Industrieländern. Es wäre also dringend nötig, sich schon heute stärker mit der Stromversorgung in Afrika, Asien und anderswo zu beschäftigen, bevor die Photovoltaik in der westlichen Welt an ihre unvermeidlichen Grenzen stösst.

Eine weitere Herausforderung für die Photovoltaik liegt in der Vermeidung von Risikostoffen wie Blei und Cadmium bei der Herstellung von PV-Anlagen sowie im Aufbau eines Rücknahmesystems für ausgediente Anlagen. Als erneuerbare

Energie mit noch immer makellosem ‚grünen Image‘ täte die Solarindustrie angesichts ihres rasanten Wachstums gut daran, gewissen gesetzgeberischen Tendenzen pro-aktiv vorzugreifen und als Branche frühzeitig an guten Lösungen mitzuarbeiten.

Unsere Prognosen zur **künftigen Entwicklung** des PV-Marktes sind im Vergleich zu anderen Marktschätzungen seit Jahren eher konservativ. Aufgrund des Siliziumengpasses sehen wir uns für die kommenden zwei, drei Jahre in unserer verhaltenen Schätzung bestätigt. Längerfristig hingegen haben wir unsere bisherige Prognose erhöht und rechnen für 2010 mit einer weltweit neu installierten PV-Leistung von rund 3'000 MW. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate für die Zeitspanne 2004 bis 2010 von 24% und für das nächste Jahrzehnt (2011-2020) von 18%.

Solarkollektoren

Mit den hohen Öl- und Gaspreisen tritt auch die Solarthermie stärker ins Rampenlicht des öffentlichen Interesses. Kaum eine andere Technologie spart so viel fossile Brennstoffe und Kohlendioxid ein wie Solarwärmanlagen. In vielen Ländern fehlt zwar bislang die politische und gesetzliche Unterstützung. Trotzdem liefert die Solarthermie schon heute 18 Mal mehr Energie als die Photovoltaik.

Weltweit wurden 2004 mit 11'700 MW_{th} rund 30% mehr **Solarkollektoren installiert** als noch 2003. Rund 75% davon wurden in China installiert. Der chinesische Markt wird geprägt durch eine knappe und teure Energieversorgung. In diesem Umfeld ist eine solare Warmwasserversorgung für Haushalte (90% des Marktes) schon aus Kostensicht konkurrenzfähig.

Der europäische Solarthermiemarkt entwickelte sich positiv und ist 2004 um 13% gewachsen. Er wird immer noch von den drei Ländern Deutschland, Griechenland und Österreich mit einem gemeinsamen Marktanteil von 75% dominiert. Aufstrebende europäische Märkte sind vor allem Frankreich und Spanien. Deutschland als grösster europäischer Markt wuchs lediglich mit 4%. Gerade bei Eigenheimbesitzern scheint die Solarthermie wegen den attraktiven Einspeisevergütungen der Photovoltaik zweite Wahl zu sein. Doch weiterhin hohe Öl- und Gaspreise und neue gesetzliche Fördermassnahmen (auch auf EU-Ebene) können das Blatt bald wenden. Bis 2010 dürfte eine Fortsetzung des bisherigen Wachstumstrends möglich sein, bei zusätzlichen Unterstützungsprogrammen sind deutlich höhere Wachstumsraten möglich.

Für das laufende Jahr 2005 gehen wir von einer weltweit neu installierten Kollektorkapazität von rund 15.5 GW_{th} aus, 32% mehr als im Vorjahr. Dieses Wachstum wird hauptsächlich von der Dynamik in China, aber auch in anderen nicht-europäischen Ländern getrieben. Bis 2010 dürfte die globale Wachstumsrate weiterhin zwischen 25 und 30% liegen. Im Jahr 2010 erwarten wir demzufolge ein Marktvolumen (neu installierte Kapazität) von 55 GW_{th}, womit weltweit rund 250 GW_{th} in Betrieb sein dürften. Aufgrund allmählicher Marktreife erwarten wir dann zwischen 2011 und 2020 eine Abnahme der durchschnittlichen Wachstumsrate der neu installierten Kapazität auf 20% pro Jahr. Der Weltmarkt für neu installierte Solarkollektoren hätte demnach 2020 ein Volumen von rund 390 GW_{th}.



Ein wichtiger Wachstumsfaktor wird in Zukunft die Technologie des solaren Kühlens darstellen, gerade in Ländern mit hoher Sonneneinstrahlung und steigenden Komfortansprüchen. Hier können kombinierte Wärme-Kälte-Anlagen helfen und die kritischen sommerlichen Stromspitzenlasten mindern helfen.

Solarthermische Kraftwerke

In den letzten zwei, drei Jahren haben die Planungen für neue Kraftwerksprojekte aufgrund von technologischen Fortschritten, wie auch von günstigeren politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (u.a. Klimaschutzabkommen, hohe Öl- und Gaspreise, Förderprogramme für erneuerbare Energien, attraktive Einspeisevergütungen) deutlich intensiviert. Speziell in Spanien und den USA haben sich die Förderbedingungen für solarthermische Kraftwerke wesentlich verbessert. Solche Grossprojekte benötigen jedoch langwierige Bewilligungsverfahren und Finanzierungslösungen.

Die in der letztjährigen Studie zusammengestellte Projektliste erfuhr nur wenige Änderungen. Bisher ist noch keine der geplanten Anlagen in Betrieb gegangen. Momentan sind weltweit 350 MW total installierte Kraftwerksleistung in Betrieb. Diese stammen ausschliesslich aus der ersten ‚Boomphase‘ anfangs der Neunziger Jahre. Immerhin befinden sich nun konkrete Projekte im Bau oder in fortgeschrittener Planungsphase. Die weitere Entwicklung hängt nun stark vom Erfolg und den Erfahrungen dieser Pilotprojekte ab. Aufgrund der geplanten Projekte halten wir die Realisierung von Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von 1'500 MW bis Ende 2008 für möglich.

Einleitung

Fokus auf gesamte Solarenergienutzung

Schon zum dritten Mal berichtet die Sarasin Solarstudie gemeinsam über die drei solaren Anwendungen **Photovoltaik**, **Solarthermie** und **solarthermische Grosskraftwerke**. Der Entscheid, das Augenmerk nicht nur auf Solarstrom, sondern auch auf die Solarthermie zu legen, scheint sich nun auszuzahlen, steigt doch das öffentliche Interesse daran sehr stark. Der neu vereinbarte Umrechnungsfaktor von 0.7, welcher die Kollektorfläche (in m²) in Energieleistung konvertiert (Megawatt thermisch; MW_{th}), vereinfacht die Vergleichbarkeit der Solarthermie mit anderen erneuerbaren Energien und macht ihre wahre Bedeutung offensichtlich.

Kurzfrist-Prognose für wichtigste Märkte

Die regionale Betrachtung der drei grössten nationalen PV-Märkte Deutschland, Japan und USA und deren Entwicklung stiess auf sehr positives Echo. Speziell der Verlauf des deutschen Marktes wird mit Spannung verfolgt. Hier fallen wichtige Weichenstellungen für die nahe Zukunft der weltweiten PV-Industrie.

Solarindustrie mit Rohstoffengpass konfrontiert

Der in der letzten Studie angedeutete Engpass an solarem Silizium wird jetzt mehr und mehr akut. Die grossen Siliziumhersteller arbeiten intensiv an einem Ausbau der Produktionskapazitäten. In der Studie werden die neuesten Informationen hinsichtlich des zukünftigen Kapazitätsausbaus dargestellt. Zudem ist die PV-Industrie bestrebt, mit immer effizienteren Produktionsprozessen aus weniger Silizium mehr Megawatt Leistung herauszuholen. Neueste technologische Trends werden beschrieben.

Augenmerk auf netzunabhängige Systeme in Entwicklungsländern

Trotz der Einspeisevergütungen sollte man die Aufmerksamkeit nicht nur auf die netzgekoppelten Systeme in Deutschland, Europa und Japan richten. Die – aus Nachhaltigkeitssicht – viel wichtigere Aufgabe stellt sich bei der ländlichen Stromversorgung in der dritten Welt, aber dieses Marktsegment beginnt sich jetzt zu entwickeln. Betrachtet man die globalen Umweltveränderungen, so hat der Einsatz der Photovoltaik in der Dritten Welt eine hohe Priorität. Diese Feststellung gilt nicht nur aus Umwelt- oder humanitärer Sicht, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht. Denn bei diesen Anwendungen konkurriert die Photovoltaik oft mit Dieselgeneratoren und ist dabei zunehmend auch ökonomisch konkurrenzfähig.

Wie steht es mit der Nachhaltigkeit von PV-Systemen?

Die Energierückzahldauer, d.h. die Zeit, bis ein System mehr Strom produziert, als es für seine Herstellung benötigte, wurde speziell bei Photovoltaikanlagen lange Zeit als relativ ungünstig angesehen. Mit der Erhebung von neuem Datenmaterial, basierend auf den neuesten Technologien, konnte nun anhand einer Ökobilanz gezeigt werden, dass die Energierückzahldauer je nach Zellentyp nur noch um die zwei Jahre liegt.

Auswirkungen der neuen europäischen Umweltgesetzgebung

Momentan ist die Photovoltaikindustrie noch von den neuen Direktiven zu Abfällen aus elektrischen und elektronischen Geräten – bekannt unter dem englischen Kürzel WEEE (waste of electric and electronic equipment) – sowie zur Vermeidung des Gebrauchs bestimmter Risikostoffe, RoHS (restriction of the use of certain hazardous substances), wie etwa Blei im Lötzinn oder Cadmium, nicht oder erst in geringem Masse betroffen. Die Solarindustrie tut jedoch gut daran, diese Herausforderungen pro-aktiv anzugehen.

**Langzeitprognose bis 2020**

Die globale Langzeitprognose zur Entwicklung des Photovoltaikmarktes schliesst den PV-Teil wie gewohnt ab. Diesmal wird die Prognose aus Sicht der jährlich installierten PV-Leistung dargestellt. Die Prognose beinhaltet die Zieljahre 2010 und 2020.

Solarkollektoren mit Infos aus den Ländern und zu neuesten Anwendungen

Das Kapitel zu den Solarkollektoren legt die Schwerpunkte auf die Beschreibung der wichtigsten Märkte wie China, Deutschland, Griechenland und Österreich. Wie vor zwei Jahren beschreibt ein eigenes Kapitel die wichtigsten (europäischen) Akteure im Bereich Solarthermie. Zudem geben wir eine Kurzfristprognose (2007) für den europäischen Solarthermie-Markt ab. Die weltweite Langzeitprognose zeigt die Entwicklung der Solarthermie bis ins Jahr 2020.

Solares Kühlen als wichtiger neuer Markt

Die Anwendung des Solaren Kühlens gewinnt immer mehr an Aufmerksamkeit. Sommerliche Kühlung von Räumen erfordert in vielen heissen Gegenden der Welt viel Spitzenlaststrom. Hier kann die Sonne die lang ersehnte Alternative bringen.

Solarthermische Kraftwerke: IPO von Solar Millennium

Solarthermische Kraftwerke werden nun auch für den Finanzmarkt interessant. Die grosse deutsche Projektierungsgesellschaft *Solar Millennium* ging im August 2005 an die Börse. Erste neue Anlagen sind nun in Spanien im Bau. Das Kapitel gibt einen aktuellen Überblick zu allen weltweit laufenden Projekten.

Photovoltaik (PV)

Siliziumversorgung

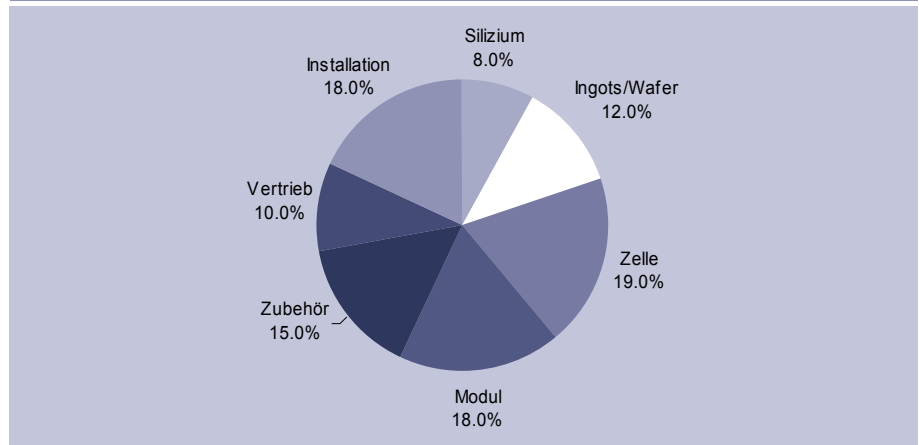
**Engpass des Solarsilizium
dämpft Wachstum
der Industrie**

Die von uns im letzten Jahr angekündigte Siliziumknappheit hat mittlerweile den Markt erreicht und wird die Solarindustrie auch in den kommenden Jahren an einem stärkeren Wachstum hindern. Die PV-Industrie benötigt mit der heute üblichen Technologie (aus Siliziumblöcken gesägte Wafer) rund 13 t Silizium pro Megawatt Solarzellenleistung. 2004 benötigte die Industrie für die Herstellung der rund 1'100 MW an siliziumbasierten Zellen (rund 92% der gesamten Zellenproduktion) über 14'300 t an solarem Silizium. Die rasant gestiegene Nachfrage nach solarem Silizium gekoppelt mit den beschränkten Möglichkeiten eines schnellen Kapazitätsausbaus führte zu bedeutend höheren Siliziumpreisen. Sie stiegen von rund 25 USD/kg im Jahre 2003 auf aktuell rund 50 USD/kg. Auf dem Spotmarkt werden sogar Preise von 60 bis 70 USD/kg bezahlt. Auch die Preise für das Halbleitersilizium sind gestiegen und liegen durchschnittlich etwa 10 USD über dem Preis für solares Silizium.

**Silizium-gebundener
Kostenanteil steigt**

Die solare Wertschöpfungskette beginnt bei der untenstehenden Abb. 1 beim Silizium und verläuft im Uhrzeigersinn. Die dargestellten Kostenanteile gelten für eine durchschnittliche netzgebundene Dach-PV-Anlage. Im Vergleich zum letzten Jahr zeigen sich gestiegene Preise für Silizium, Ingots/Wafers, Zellen und Module, die nun mehr als 55% der Gesamtkosten ausmachen. Die nicht siliziumabhängigen Preise sind demgegenüber nicht gestiegen. So sind beispielsweise die Preise für Wechselrichter um rund 5% gesunken und wir gehen davon aus, dass die Preise für weiteres Zubehör, den Vertrieb und die Installation in den kommenden Jahren kontinuierlich sinken.

Abb. 1: Prozentuale Kostenanteile einer PV-Anlage (ohne Steuern)



Quelle: Sarasin, 2005

Der Anteil des Siliziums an den gesamten Kosten einer PV-Anlage liegt bei rund 8%. Der Preisaufschlag bei diesem Hauptrohmaterial von gegen 100% hat zu einem Anstieg des Endpreises einer Anlage von 6 - 7% geführt. Die Margen der Akteure der siliziumabhängigen Wertschöpfungskette kamen zunehmend unter Druck. Die grossen Siliziumhersteller haben zuerst nur zögerlich auf den Solarboom reagiert. Seit Ende letzten Jahres werden jedoch die entsprechenden Kapazitäten, speziell für solarzellenfähiges Silizium, ausgebaut. Je nach Umfang



der bereits bestehenden Infrastruktur dauert der Bau einer zusätzlichen Anlage etwa zwei bis drei Jahre. Eine wirkliche Entspannung der Rohstoffknappheit ist deshalb frühestens 2008 zu erwarten.

Der derzeitige Beschaffungseingpass wird von den Silizium- und Waferherstellern genutzt, um den Zellenproduzenten langfristige Vereinbarungen abzurufen. Hierzu gehören mehrjährige Abnahmeverpflichtungen und teilweise sogar eine Beteiligung an der Vorfinanzierung der neuen Siliziumproduktionsanlagen. *SolarWorld* hat beispielsweise ihre Rohstoffversorgung mit Verträgen über je zehn Jahre mit den Siliziumproduzenten *Hemlock* und *Wacker* gestärkt.

Ausbaupläne der Siliziumhersteller

Weltweit wird Silizium nur von sieben grossen Firmen hergestellt. Sie sind überwiegend grossen Chemiekonzernen zuzuordnen. Sie beliefern sowohl den Halbleitersektor als auch die Solarindustrie. Am aktivsten im Bereich Solarsilizium sind *Hemlock*, USA; *Wacker*, Deutschland und *Tokuyama*, Japan. Alle drei hatten 2004 einen Grossteil ihrer Produktion an die PV-Industrie geliefert und sind auch bestrebt, diese Kapazitäten auszubauen. 2004 produzierten die drei rund 18'000 t Polysilizium, 2010 sollen es über 33'000 t sein.

REC und Solar Grade Silicon als 'pure player' für solares Silizium

Das einzige Unternehmen, welches sich bisher ausschliesslich auf die Produktion von Solarsilizium spezialisiert hat, ist die zum norwegischen *REC-Konzern* gehörende *Solar Grade Silicon LLC (SGS)* in den USA. 2004 produzierte *SGS* 2'100 t solares Silizium. Noch in diesem Jahr wird die Kapazität auf 2'300 t erweitert. Derzeit läuft eine Pilotanlage mit 200 t, in der ein neuer Wirbelschichtreaktor getestet wird. Bei positiven Resultaten könnten bis 2007 weitere 1'000 t an Produktionskapazität zur Verfügung stehen. Bis 2010 steht eine Erweiterung auf gegen 5'000 t an. Seit Ende Juli 2005 besitzt *REC* 75% am amerikanischen Siliziumhersteller *ASiMI (Advanced Silicon Materials LLC)*, welcher über eine Kapazität von 2'400 t verfügt. Diese Produktion soll schrittweise für die Solarindustrie bereitgestellt werden.

Neu hinzukommen dürfte die norwegische *Elkem*, die solares Silizium über einen metallurgischen Prozess herstellen will. Ab nächstem Jahr sollen 2'000 - 5'000 t erzeugt werden. Es ist jedoch nicht sicher, ob die Reinheit des Siliziums auch wirklich den Anforderungen der Solarindustrie genügt.

Daneben hat *Joint Solar Silicon (JSSI)* – ein Joint Venture zwischen der *Degussa* und der *SolarWorld* – ihre erste Prototyp-Anlage zur Gewinnung von Solarsilizium fertig gestellt. Die Kapazität soll 2007 bei 800 t Silizium pro Jahr liegen.

Neuer Verband für solares Silizium

Ein viel versprechender Ansatz ist der frisch gegründete europäische Verband für solares Silizium (*European Solargrade Silicon Association*). Ziel ist die Ausschreibung einer Solarsiliziumproduktion, deren Output ausschliesslich der Photovoltaikindustrie zur Verfügung steht. Gründungsmitglieder sind *PV Crystalox*, *Deutsche Cell*, *SolarWorld* und *Schott Solar*. Der Verband ist neben der Silizium verarbeitenden Industrie auch für Zell- und Siliziumhersteller offen.

Solarindustrie im Spannungsfeld von hoher Nachfrage und Rohstoffengpass

Dem Beobachter zeigt sich eine ungewohnte Situation: Wird normalerweise die Kapazitätsauslastung von der Nachfrage bestimmt, so haben wir es hier mit einem anders gelagerten Fall zu tun. Die Nachfrage nach Solarmodulen ist unverändert robust und steigend, aber die Unternehmen können ihre Zell- und Modulproduktionskapazitäten trotzdem nicht auslasten, weil die dazu benötigten



Rohstoffe (Reinsilizium) nicht in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Diese Knappheit in der Rohstoffversorgung spielt natürlich den Siliziumherstellern in die Hand, welche in den nächsten zwei bis drei Jahren ihre Margen und damit ihre Gewinne kräftig werden aufpolieren können, zum Leidwesen der Endabnehmer von Solaranlagen, denn es ist kaum damit zu rechnen, dass die Erhöhungen der Siliziumpreise nicht durch die Wertschöpfungskette hindurchgeht und schliesslich dem Endabnehmer überwältigt werden.

Abb. 2: Produktionskapazitäten für Solarsilizium und maximale Solarzellenproduktion

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Solarsiliziumproduktion (t)	6'800	9'100	10'300	15'000	16'200	22'200	26'200
Lager (t)	4'500	3'500	2'500	1'000	300	200	200
Ausschussmaterial der Halbleiterindustrie (t)	2'988	2'733	2'886	2'748	4'028	5'040	5'350
Menge Silizium pro Wp (t)	13.0	12.0	11.0	10.2	9.5	9.0	8.5
Total für Solarindustrie verfügbare Menge (t)	14'288	15'333	15'686	18'748	20'528	27'440	31'750
Total siliziumbasierte Solarzellen (MW)	1'099	1'278	1'426	1'838	2'161	3'049	3'735
Anteil siliziumbasierter Zellen	92%	91%	88%	89%	90%	91%	92%
Maximal mögliche Zellenproduktion (MW)	1'195	1'404	1'620	2'065	2'401	3'350	4'060
Potenzielle Zellennachfrage (MW)	1'320	1'603	1'944	2'336	2'702	3'182	3'848

Quelle: Sarasin, 2005

**PV-Industrie: wachsen
oder vertikal integrieren**

In einer solchen Phase der Rohmaterialknappheit sind natürlich grössere Solarzellen- oder Modulhersteller in einer – relativ gesehen – besseren Verhandlungsposition und können ihre Einkaufsmacht besser einbringen als kleinere Akteure. Wir erwarten deshalb auch, dass die grossen Zellenhersteller in den nächsten Jahren ihre Marktanteile deutlich steigern können. Zudem wird es in der Branche eine gewisse Konsolidierung geben. Zusätzlicher Anreiz bietet hier auch die Strategie einer vermehrten vertikalen Integration durch Akquisition von Lieferanten, um sich so einen besseren Zugang zu den begehrten Vorprodukten (Ingots und Wafer) zu sichern. Diejenigen Unternehmen, die den Engpass rechtzeitig erkannt und vorgesorgt haben, können trotzdem wachsen und Marktanteile hinzugewinnen.

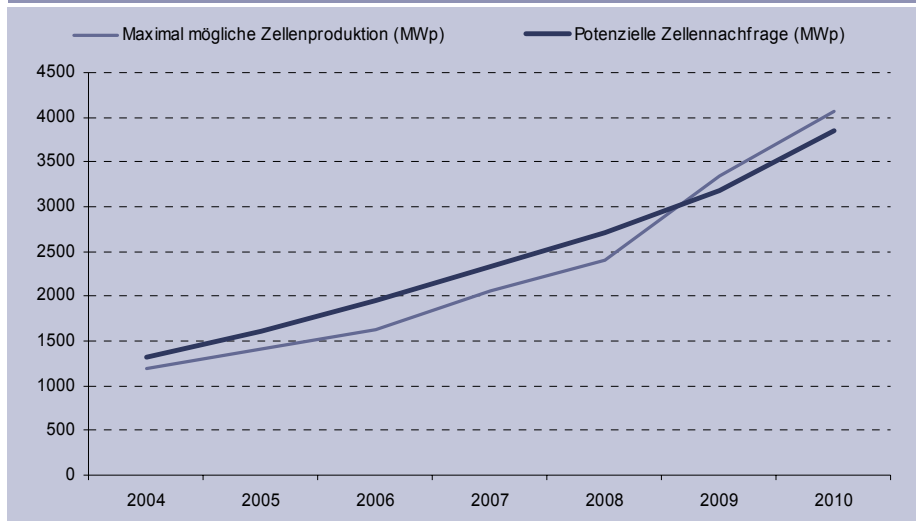
**Knappheit darf nicht zu
schlechterer Qualität
führen**

Immerhin ist sich die Branche einig, dass die aktuelle Mangelsituation auf keinen Fall Zweifel an der Qualität von PV-Produkten aufkommen lassen darf. Schnell organisierte aber minderwertige Rohstoffe hätten verheerende Folgen für die ganze Solarindustrie.

**Effizienter Gebrauch von
Silizium und Investments in
alternative Technologien**

Seitens der PV-Industrie wird aufgrund der Rohstoffknappheit und aber auch aus Kostengründen daran gearbeitet, den spezifischen Siliziumbedarf pro Leistung kontinuierlich zu senken. Es werden grosse Anstrengungen getätigt, um den Abfall beim Sägen der Wafer zu minimieren, die Wafer selbst dünner zu sägen, direktere Produktionsverfahren wie EFG (*Schott*) oder String Ribbon (*Evergreen Solar*) auszubauen sowie effizientere Solarzellen zu entwickeln. Genauso werden alternative, nicht auf kristallinem Silizium basierte Solarzelltechnologien langfristig von weiteren Preissteigerungen beim Solarsilizium profitieren. Mittelfristig liegt es im Interesse der Solarindustrie, eine ausreichende und von der Halbleiterindustrie möglichst unabhängige Versorgung mit günstigem Solarsilizium aufzubauen. Es bleibt ihr deshalb kaum eine andere Wahl, als sich an einer gesicherten Rohstoffversorgung auch finanziell selbst zu beteiligen.

Abb. 3: Rohstoffbedingtes Angebot versus potenzieller Nachfrage an Solarzellen (Sarasin-Prognose)



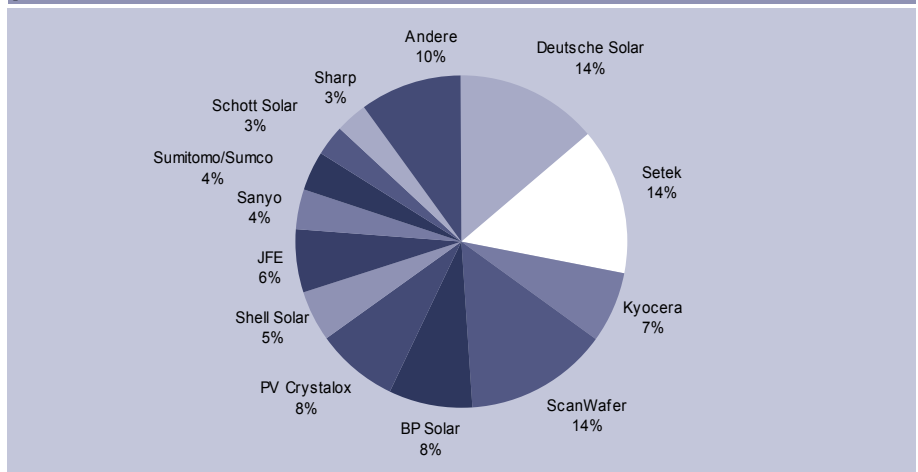
Quelle: Sarasin, 2005

Waferproduktion

Waferhersteller

Die Produktion von Silizium-Schmelzblöcken und Wafern wird häufig von den gleichen Firmen wahrgenommen. 2004 wurden gemäss IEA-PVPS 860 MW an Wafer hergestellt. Die wichtigsten europäischen Wettbewerber in diesem Bereich sind laut IEA die norwegische *ScanWafer*, die *Deutsche Solar* und die deutsch-englische *PV Crystalox*. Eine Übersicht über die führenden Waferhersteller für die Photovoltaikindustrie gibt Abb. 4. Für 2005 rechnen wir mit einer Waferproduktion von insgesamt 1'300 MW.

Abb. 4: Marktanteile der wichtigsten Waferhersteller für 2005. Gesamtproduktion ca. 1'300 MW



Quelle: Prof. Dr. Peter Woditsch, Deutsche Solar, Oktober 2005

Neben den Waferherstellern, welche ihre Erzeugnisse auf dem Markt an andere Solarzellenhersteller verkaufen, gibt es auch eine Anzahl Firmen, welche vertikal integriert sind und Wafer in erster Linie für den Eigenbedarf herstellen. Die wichtigsten Firmen dieser zweiten Kategorie sind, neben der oben erwähnten *Deutsche Solar*, *Kyocera*, *BP Solar* und *Shell Solar*. Einige Wettbewerber verwenden auch spezielle Technologien, welche auf die eigene Solarzellenfertigung abgestimmt ist, wie bspw. *Schott Solar* mit ihrem sog. EFG-Verfahren.

Solarzellen

Übersicht Solarzellenproduktion 2004

Rückblick auf Solarzellenproduktion

Die weltweite Solarzellenproduktion hat 2004 gegenüber dem Vorjahr je nach Quelle zwischen 60% und 67% zugenommen. Für 2004 hatten wir in unserer letztjährigen Studie eine weltweite Zellenproduktion von 1'125 MW prognostiziert. Gemäss den veröffentlichten Zahlen wurde ein Volumen von 1'195 MW¹, bzw. 1'256 MW² erreicht (Basis 2003: 750 MW). Offenbar wären die Wachstumsraten sogar höher ausgefallen, wenn die Hersteller noch mehr Rohmaterial zur Verfügung gehabt hätten. Seit 1995 wurde damit in der Solarzellenproduktion eine jährliche durchschnittliche Wachstumsrate von mehr als 35% erreicht, womit die Photovoltaik das Wachstum anderer regenerativer Energie, wie z.B. der Windenergie, deutlich übertraf.

Modulpreise steigen an

Aufgrund der zunehmenden Knappheit an Silizium und entsprechenden Lieferengpässen bei Solarmodulen waren keine Kostensenkungen mehr zu beobachten. Im Gegenteil, in den 14 Monaten seit Juni 2004 stiegen die Solarmodulpreise stetig an. Der Anstieg betrug in Amerika rund 5% und in Europa mehr als 2%. Dies brachte die durchschnittlichen Modulpreise mit 5.22 USD/W in Amerika und 5.75 EUR/W in Europa auf ein Preisniveau, welches letztmals im Juli 2003 erreicht wurde.³ Momentan können also die Preissteigerungen beim Silizium noch durch die ganze Wertschöpfungskette weitergegeben werden. Mittelfristig sollten die Preise jedoch wieder im Einklang mit der jährlichen Degression der Einspeisevergütungen von 5% sinken.

Die grossen Solarzellen-Produktionsländer: Japan, Deutschland und die USA

Gemäss den neuesten Zahlen der IEA PVPS⁴ nahm die Solarzellenproduktion allein in den PVPS-Ländern von 686 MW im Vorjahr auf 1'109 MW im Jahr 2004 zu, was einem Zuwachs von 62% entspricht. Über dem Durchschnitt sind die japanischen (+65%) auf 604 MW und die europäischen Hersteller (+71%) auf 329 MW gewachsen, während die Produktion in den USA «nur» um 35% auf 138 MW zunahm (Abb. 5).

Solarzellenproduktion in Nicht-PVPS Ländern

Produktion in Nicht-PVPS Länder wächst prozentual sehr stark

Gemäss IEA-PVPS wurden 2004 in den Nicht-PVPS Ländern Zellen mit einer Leistung von rund 124 MW produziert, was einer Zunahme von 60 MW, bzw. 93% gegenüber 2003 entspricht. Dies ist ein deutlich höheres Wachstum im Vergleich zu den eigentlichen PVPS-Ländern. Die 124 MW entsprechen mittlerweile rund 10% der gesamten weltweiten Zellproduktion von 1'233 MW.

China als wichtiger Markt und Produzent im Solarbereich -> Suntech Power -> Baoding Yingli

Federführend bei diesen Ländern ist China. Der Grossteil der chinesischen Solarindustrie besteht aus Modulproduzenten, d.h. demjenigen Teil der Wertschöpfungskette, welcher am wenigsten Know-how erfordert. Aufgrund der geringen Lohnkosten kann man hier Module günstiger als anderswo auf der Welt fertigen. Aber auch bei den Zellen holt China auf. Die Zellproduktionskapazitäten

¹ Paul Maycock, PV Energy Systems, March 2005, www.pvenergy.com

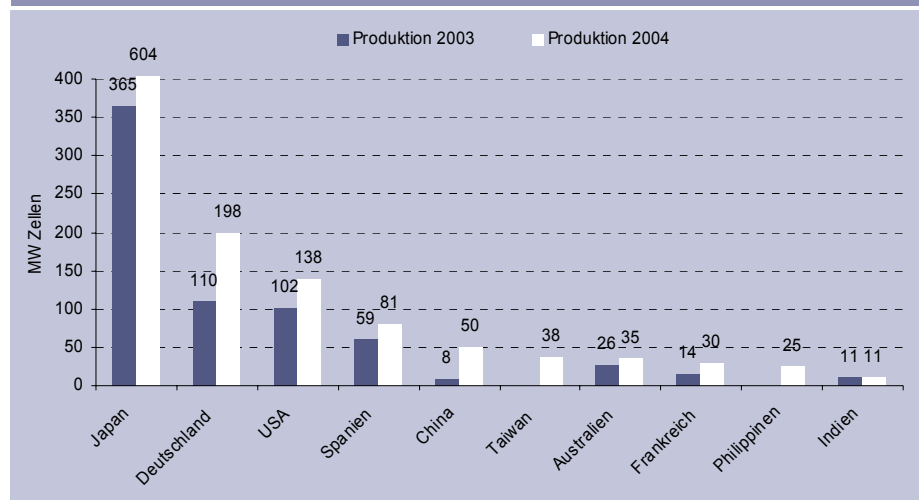
² Photon, April 2005

³ www.solarbuzz.com/moduleprices: Solarmodul Index ohne Mehrwertsteuer

⁴ Trends in Photovoltaic Applications; Survey Report of selected IEA countries between 1992 and 2004. IEA Photovoltaic Power Systems Programme – Task 1; September 2005. Auch alle weiteren IEA-PVPS Referenzen beziehen sich auf diese Publikation. www.iea-pvps.org

stiegen letztes Jahr auf 50 MW und die Produktion lag bei 35 MW. Für das laufende Jahr werden zusätzliche Produktionskapazitäten in Höhe von 100 MW an kristallinen Siliziumzellen und 240 MW an Modulen angepeilt. Die chinesischen Solarmodulhersteller benötigen deshalb beträchtliche Mengen an importierten Zellen. Die Sicherung von genügend Zellmaterial wird für die Modulhersteller also eine grosse Herausforderung bilden. Das Angebot an Zellen wiederum wird durch den Siliziumengpass gebremst. An der Lösung dieses Problems wird auch in China gearbeitet. Die chinesische Siliziumproduktion soll von zurzeit 650 t auf mindestens 5'000 t bis 2010 ansteigen. All diese Zahlen zeigen deutlich, dass China mittelfristig eine wichtige Rolle im Solarbereich einnehmen wird und zwar als Produzent wie auch als Markt.

Abb. 5: Länderbetrachtung: Die zehn grössten Solarzellenproduzenten in 2003 und 2004



Quelle: IEA-PVPS und Sarasin, 2005

Taiwan
-> **Motech**

Taiwan produzierte 2004 mit 39 MW (35 MW mono- und multikristallin, 4 MW amorphes Silizium) über 100% mehr Solarzellen als im Vorjahr. Die kristalline Siliziumzellenproduktion könnte bis Ende des Jahres sogar nochmals um 140% auf 85 MW steigen.

Philippinen
-> **Sunpower**

Mittlerweile hat das amerikanische Unternehmen *Sunpower* eine Zellfabrikation in der Nähe von Manila auf den Philippinen in Betrieb genommen. In der zweiten Hälfte 2004 wurden die ersten Hochleistungszellen mit einem Wirkungsgrad von mehr als 20% produziert. Die Produktionskapazität soll bis Ende Jahr auf 50 MW ausgedehnt werden.

Indien

Indiens Solarzellenmarkt stagniert über die letzten Jahre und liegt unverändert bei rund 10 MW/Jahr (Module rund 40 MW/Jahr).

Die Top 15 der Solarzellenproduzenten

Top 15

Unsere Übersicht (Abb. 6) zeigt die weltweit grössten Solarzellenhersteller mit ihren produzierten Mengen im letzten Jahr, voraussichtlicher Produktion im laufenden Jahr, sowie den geplanten Kapazitäten Ende 2005 und 2006.

Sharp

Der japanische Elektronikkonzern *Sharp* produzierte 2004 Solarzellen mit einer Gesamtleistung von 324 MW. Im Januar 2005 hat *Sharp* an seinem Produktionsstandort Katsuragi zusätzlich zwei weitere Fertigungslinien in Betrieb ge-

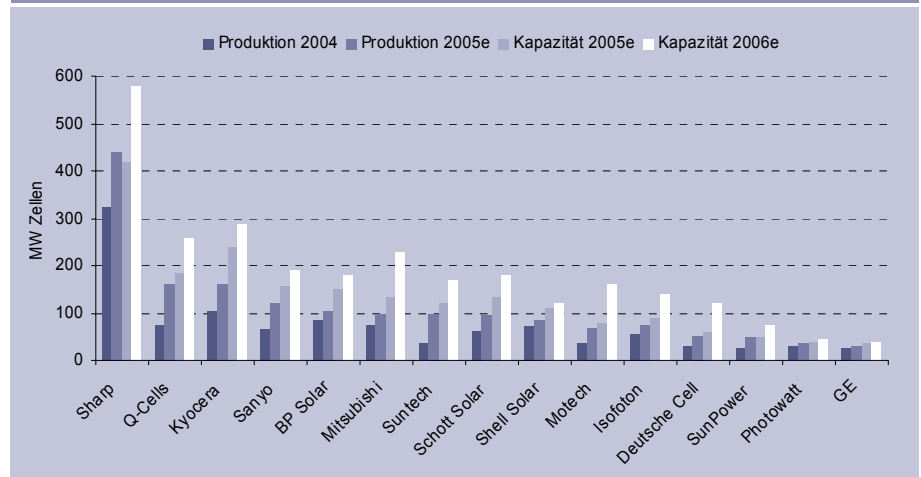
nommen, womit die Produktionskapazität von 315 auf 420 MW pro Jahr gesteigert wurde. Diese neuen Linien können Wafer mit einer Dicke von 180 µm verarbeiten. Die übliche Grenze in der Branche liegt bei 270 µm. Diese dünnen Wafer werden nicht mehr aus einem Siliziumblock gesägt, sondern direkt aus der Siliziumschmelze mittels Stempelverfahren gewonnen. Damit kann *Sharp* sehr kosten- und materialsparende Zellen herstellen. Daneben produziert der Konzern auch schon ein Modul mit Rückseitenkontaktzellen (20% Wirkungsgrad). Zudem entwickelte der Marktführer eine Konzentratorzelle, die 40% Wirkungsgrad erzielen soll. Mittlerweile werden Module für *Sharp* auch in China produziert. So z.B. von der *Shanghai Solar*. Dabei liefert *Sharp* für seine Module Materialien und auch das «Backrezept».

- Q-Cells** Mit einer Produktionsmenge von 76 MW war *Q-Cells* 2004 Europas grösster Solarzellenproduzent. In diesem Jahr dürfte *Q-Cells* weitere Marktanteile gewinnen und bei einer geschätzten Produktion von 162 MW weltweit auf Rang zwei oder drei vorstossen (2002 war es noch Rang 11). Mit einer geplanten Kapazität von 350 MW für 2007 läge *Q-Cells* hinter *Sharp* dann klar auf Platz zwei. Im Oktober ging das Unternehmen erfolgreich an die Börse. Jeweils in Kooperation mit Partnern aus den USA und Australien hat *Q-Cells* in die Entwicklung neuer Technologien investiert. Die gemeinsam mit der US-amerikanischen *Evergreen Solar* gegründete *EverQ* soll im ersten Halbjahr 2006 die Produktion von Zellen nach dem String-Ribbon-Verfahren mit einer Kapazität von 30 MW starten. Zusammen mit der australischen Firma *Pacific Solar* will *Q-Cells* ebenfalls im ersten Halbjahr 2006 erste Produkte auf den Markt bringen, die nach dem CSG-Dünnschichtverfahren (CSG: kristallines Silizium auf Glas) entwickelt wurden. Beide Techniken kommen mit bedeutend weniger Silizium aus als herkömmliche Anwendungen.
- Kyocera** Das japanische Unternehmen *Kyocera* als zweitgrösstes integriertes Solarunternehmen produzierte letztes Jahr 105 MW an Solarzellen. Es will seine Zellenkapazität 2005 auf 240 MW mehr als verdoppeln und hat das ambitionierte Ziel, der weltgrösste vollintegrierte Photovoltaik-Konzern zu werden. Ab 2010 will *Kyocera* serienmässig Zellen mit nur noch 100 µm Dicke produzieren.
- Sanyo** 2004 produzierte *Sanyo* Solarzellen mit einer Leistung von 65 MW. Als Reaktion auf den wachsenden PV-Markt hat auch *Sanyo* angekündigt, die Produktionskapazitäten für ihre HIT-Technologie (19.5% Wirkungsgrad) schon bald auf 153 MW zu erhöhen. Auch die Produktionskapazität von amorphen Solarzellen soll erhöht werden, und zwar von 5 auf 7 MW.
- BP Solar** *BP Solar* als 100%-ige Tochter des globalen Öl- und Gasunternehmens *BP* produzierte 2004 Solarzellen mit einer Leistung von 85 MW. *BP Solar* arbeitet derzeit an der Kapazitätssteigerung auf 200 MW, die 2006 abgeschlossen werden soll. Die Produktionsstätten befinden sich in den USA, Spanien, Indien und Australien. In Spanien soll mit Hilfe neuer Fertigungslinien der Ausstoss auf 50 MW pro Jahr steigen. *BP Solar* will 2006 in Portugal mit dem Bau des derzeit grössten Solarkraftwerks der Welt beginnen. Bis 2009 sollen auf einer Fläche von 114 ha rund 350'000 Sonnenkollektoren mit insgesamt 62 MW Leistung errichtet werden.

Mitsubishi Electric

Der japanische Technologiekonzern *Mitsubishi Electric* produzierte 2004 insgesamt 75 MW Solarzellen. Der jährliche Ausstoss der Fabriken in Nakatsugawa und Kyoto soll bis April 2005 von 90 MW auf 135 MW erhöht werden. Bis 2006 will man eine Anlage mit einer Leistung von 230 MW aufbauen.

Abb. 6: Die grössten 15 Solarzellenhersteller und ihre Ausbaupläne, geordnet nach voraussichtlicher Produktionsmenge 2005



Quelle: Photon, April 2005 und Sarasin

Suntech

Das chinesisch-australische Joint Venture *Suntech Power* mit Standort in Shanghai besteht erst seit drei Jahren und produzierte 2004 schon 35 MW poly- und monokristalline Solarzellen. Damit stieg *Suntech* als erstes chinesisches Unternehmen in die Top Ten der Solarzellenhersteller auf. Die meisten Zellen verbaut das Unternehmen selbst in eigenen Solarmodulen. Bis Ende 2005 soll eine Zellproduktion von 100 MW erreicht werden. Anfang des Jahres unterzeichnete *Suntech* einen Vertrag mit *SolarWorld* für die Lizenzproduktion von Solarmodulen in der Höhe von 100 Mio. EUR über die nächsten zwei Jahre.

Schott Solar

Zum 1. Oktober erwarb der Mainzer Spezialglaskonzern *Schott* auch die Anteile der *RWE* am Joint Venture *RWE Schott Solar*. Das Unternehmen wurde in *Schott Solar GmbH* umbenannt. Es produzierte 2004 Zellen für rund 63 MW. Die Kapazität wird 2005 auf 133 MW gesteigert. Eine Besonderheit ist die Waferproduktion auf Basis des materialsparenden Bandziehverfahrens (EFG). Die Solarzellen-Fertigung am Standort Heilbronn wurde von *Solarwatt* in Dresden übernommen. Der grösste Teil der Produktion hochleistungsfähiger Solarzellen des übernommenen Standortes wurde bereits seit mehreren Jahren an *Solarwatt* geliefert. Die dortigen Produktionskapazitäten sollen in den nächsten drei Jahren von derzeit 6 MW erheblich erweitert werden.

Shell Solar

Shell Solar produzierte letztes Jahr Solarzellen mit einer Leistung von 72 MW. Neben Modulen aus kristallinen Zellen werden auch Dünnschichtmodule auf Basis einer neuen Generation von CIS-Technologie hergestellt. 2005 soll eine Gesamtkapazität von 110 MW zur Verfügung stehen.

Motech

Motech produzierte letztes Jahr in Taiwan rund 35 MW kristalline Solarzellen. Für dieses Jahr werden schon 70 MW erwartet. Ein neues Werk mit einer Jahreskapazität von 120 bis 200 MW soll im März 2006 fertig gestellt sein.



- Isofotón** Das spanische Solarenergie-Unternehmen *Isofotón* produzierte 2004 Zellen für 53 MW. Ausser in Spanien und Italien ist *Isofotón* als Anbieter in weiteren 48 Ländern der Welt vertreten. Mit der neuen Fabrik in Malaga soll bis Ende 2006 die Zellen-Jahresproduktion auf 120 MW gesteigert werden.
- SolarWorld (Deutsche Cell)** *SolarWorld* hat sich als ganzes eine sehr gute Position erarbeitet. Als integriertes Solarunternehmen steht es speziell in Zeiten von Lieferengpässen gut da. *SolarWorld* besitzt ja schon rund 15% der weltweiten Produktionskapazitäten für Wafer – eine sichere interne Quelle für die eigene Zellproduktion. Zudem unterhält *SolarWorld* enge Beziehungen zu seinen Lieferanten, seien dies Rohsiliziumproduzenten oder Firmen, die Siliziumabfälle rezyklieren. Diese Ware plus Siliziumabfälle von *Wacker Silitronic* decken immerhin mehr als 20% des Siliziumbedarfs. Die *Deutsche Cell*, die Tochter von *SolarWorld*, produzierte letztes Jahr 28 MW Solarzellen. Die Fertigungskapazitäten wurden Anfang des Jahres auf 60 MW erweitert und sollen bis Ende 2006 auf 120 MW erhöht werden. Am Standort Freiberg (Sachsen) soll bis zum Jahr 2007 die jährliche Waferproduktion auf 240 MW verdoppelt werden und die Modulfertigung (in Freiberg und Gällivare/Schweden) auf 120 MW mehr als verdoppelt werden.
- Sunpower** Die amerikanische *SunPower Corporation* will die Produktionskapazität für Solarzellen bis Ende Jahr auf 50 MW erhöhen. Die neue Linie wurde im Werk der philippinischen Tochter in der Nähe der Hauptstadt Manila aufgebaut. Das Gebäude ist für einen Ausbau der Fertigung auf 100 MW ausgelegt. Im kommenden Jahr will man dort eine weitere Linie aufbauen und damit eine Produktionskapazität von 75 MW erreichen. Auch auf der neuen Linie wird ausschliesslich die Hochleistungszelle mit einem Wirkungsgrad von 21.5% gefertigt. *SunPower* zählt unter anderem zu den Zulieferern der Berliner *Solon AG*, mit der sie im April die Lieferung von Hochleistungs-Solarzellen über fünf Jahre für 300 Mio. USD vereinbart hatte. Noch in diesem Herbst soll *SunPower* von ihrem Mutterkonzern *Cypress Semiconductor Corporation* an die Börse gebracht werden.
- Photowatt (ATS)** Bei der kanadischen *Automation Tooling Systems (ATS)* hat sich der Ausstoss der unter dem Namen *Photowatt* bekannten Solarsparte letztes Jahr auf 33 MW erhöht. Eine neue, unter dem Namen «Spherical Solar Power» (SSP) angelaufene Solarzellentechnologie wird seit Sommer 2004 hergestellt. Die Fabrik soll eine Kapazität von jährlich 35 MW erreichen. In hochautomatisierten Fertigungslinien sollen biegsame Solarzellen in verschiedenen Farben hergestellt werden. SSP basiert auf kristallinem Silizium.
- GE Energy** Seit der Übernahme durch *GE Energy* scheint bei *Astropower* wieder einiges in Gang zu kommen. Letztes Jahr produzierte *GE Energy* 25 MW und dieses Jahr sollen es 30 MW werden.
- Weitere Unternehmen:
ErSol, Evergreen Solar,
Kaneka, Sunways** Der Erfurter Zell- und Modulhersteller *ErSol* produzierte letztes Jahr Zellen mit einer Gesamtleistung von 16 MW und wird dieses Jahr auf rund 28 MW kommen. Bis Ende 2005 soll die Kapazität bei 50 MW liegen. Anfang Oktober ging *ErSol* an die Börse. Durch den Erwerb der *ASi GmbH*, mit Hauptsitz in Kreuzlingen, Schweiz und einer Produktion im thüringischen Arnstadt ist *ErSol* neu auch auf dem Gebiet der Herstellung von Ingots und Wafern tätig. Die Siliziumversorgung ist durch den Abschluss langfristiger Lieferverträge mit namhaften Siliziumherstellern bis ins nächste Jahrzehnt abgesichert. Zudem arbeitet *ErSol* im

F&E-Bereich in Kooperation mit dem SolarZentrum Erfurt an einer nur noch 100 µm dicken biegsamen Solarzelle.

Evergreen Solar besitzt mit ihrer patentierten Bandsiliziumtechnologie mittelfristig ein interessantes Kostenreduktionspotential. Die Produktionskapazität soll nun zunächst bis Ende Jahr auf 15 MW ausgeweitet werden. Es werden Möglichkeiten untersucht, auf bis zu 50 MW jährlich zu expandieren (Kooperation mit *Q-Cells* siehe oben).

Der Japanische Mischkonzern *Kaneka* produzierte letztes Jahr 17 MW amorphe Silizium-Dünnschichtzellen. Diese Zellen sind nur rund 0.3 µm dick, gegenüber 200 µm einer normalen kristallinen Siliziumzelle. Dieses Jahr will das Unternehmen rund 20 MW produzieren.

Die Konstanzer *Sunways* eröffnete im September seine neue Produktionsstätte für Solarzellen in Arnstadt, Thüringen. Die 3500 m² grosse Produktionshalle ist für eine Kapazität von 80 MW Solarzellen mit mehr als 18% Wirkungsgrad ausgelegt. Momentan verfügt *Sunways* über eine Produktionskapazität von 30 MW. Letztes Jahr produzierte das Unternehmen noch 11 MW. Zudem besteht ein Kooperationsvertrag mit dem Maschinenbauunternehmen *Unaxis* in Liechtenstein. Ziel ist, gemeinsam innerhalb von zwei Jahren eine Produktionsanlage für die Herstellung von Solarzellen auf Basis der Dünnschichttechnologie aufzubauen.

Sliver Cells von Origin Energy (AUS)

Origin Energy ist Australiens zweitgrösster Energieversorger. Die neu lancierte Solarzelle basiert auf der Sliver (Streifen-) Technologie, welche in Zusammenarbeit mit einer australischen Universität entwickelt wurde. Diese Silizium-Dünnschichtzelle fängt das Licht durch seine Schlitze auch von hinten ein und braucht deshalb nur etwa 3 t Silizium pro MW. Ende letzten Jahres wurden die ersten 10 W Sliver Module produziert. Bald schon sollen 40 W Module hergestellt werden.

Wichtige chinesische Hersteller Baoding Yingli und Nanjing PV-Tech

Nebst *Suntech Power* gibt es in China noch weitere aufstrebende Solarzellenhersteller. *Baoding Yingli* hat letztes Jahr Zellen mit einer Leistung von 10 MW produziert. Ein ambitiöser Dreijahresplan zielt auf eine Erweiterung der Wafer-, Zell- und Modulkapazität auf 300 MW bis Ende 2007. *Nanjing PV-Tech* will bis Ende Jahr die ersten drei Fertigungslinien mit einer Gesamtkapazität von 100 MW in Betrieb nehmen. Eine weitere Halle für die Expansion auf 300 MW ist bezugsbereit. Wann diese Linien aber gebaut werden, ist noch offen und hängt vor allem von einer gesicherten Rohstoffversorgung ab.

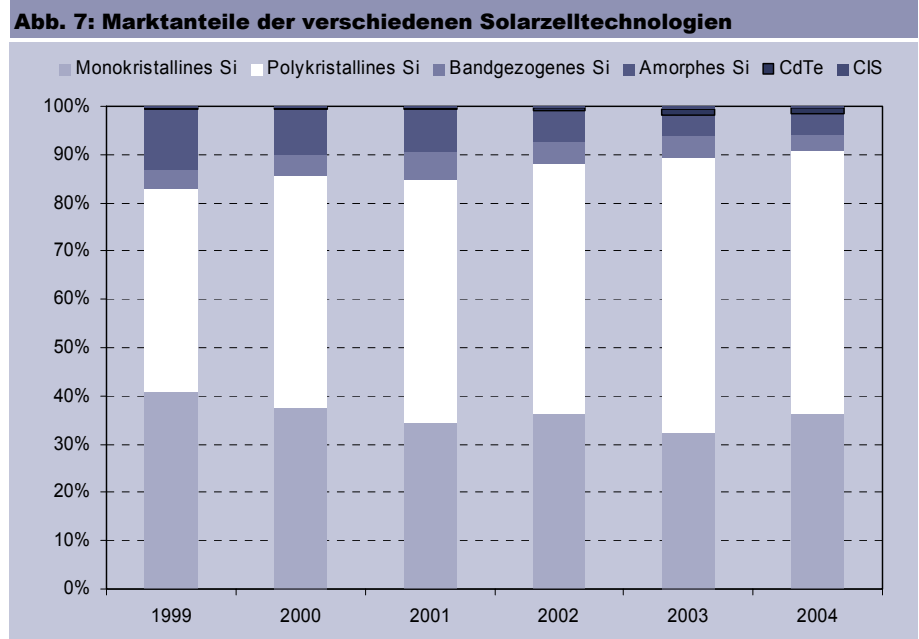
Beschränktes Silizium verhindert Auslastung der vollen Produktionskapazitäten

Derzeit bauen die meisten grossen Solarzellenhersteller ihre Produktionskapazitäten aus. Alleine die Top 20 kämen 2006 auf eine Gesamtkapazität von mehr als 3.5 GW! Dies entspricht rund 95% der weltweiten Zellproduktionskapazitäten. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass die ehrgeizigen Ausbaupläne nicht voll oder nur verzögert umgesetzt werden. Trotz allem dürften aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit von Silizium die neuen Kapazitäten trotz hoher Nachfrage zunächst nicht voll genutzt werden können. Wie schon erwähnt, dürften diejenigen Unternehmen geringere Auslastungsprobleme haben, welche besonders geschickt und erfolgreich bei der Rohmaterialbeschaffung agieren.

Optimierung der industriellen Fertigung ist nach wie vor prioritär

Solarzellen-Technologien

Durchbrüche und Meldungen über bessere Wirkungsgrade und neue Materialien in der Forschung gehören in der Solarzellenforschung beinahe zur Tagesordnung. Industrieexperten sind sich aber einig, dass die grössten Herausforderungen für die Solarindustrie nicht in erster Linie im Labor, sondern noch immer in der industriellen Umsetzung liegen. Auf der Ebene der Fertigungsprozesse gibt es noch sehr vieles, was aus technischer und wirtschaftlicher Sicht verbessert werden kann. Deshalb dürfte auch in den nächsten Jahren die Optimierung der Herstellungsverfahren zur Reduktion der Kosten nach wie vor prioritär sein.



Quelle: Photon, April 2005

Siliziumbasierte Zelltechnologie weiterhin dominant

Im Jahr 2004 zeigte sich in Sachen Zelltechnologien das gewohnte Bild. Mehr als 90% aller produzierten Solarzellen sind mittlerweile mono- oder polykristalline Siliziumzellen. Sie haben immer noch das beste Preis-Leistungsverhältnis. Das enorme Wachstum der letzten Jahre basierte hauptsächlich auf diesen Technologien (Abb. 7). Zellen aus bandgezogenem Silizium, wie sie von *Schott Solar* und *Evergreen Solar* hergestellt werden, könnten aufgrund ihres geringeren Siliziumbedarfs schon bald an Bedeutung gewinnen. Dünnschichttechnologien (amorphes Silizium, CdTe, CIS u.a.m.) konnten mit der Erhöhung ihres Produktionsoutputs nicht mit dem Markt mithalten.

Optimierung ja, aber grosse Kostensprünge nur mit neuen Technologien möglich

Wir gehen davon aus, dass aufgrund der Rohstoffsituation die Entwicklung effizienterer Technologien einen Aufschwung erleben wird. In der kristallinen Siliziumtechnologie wird auf grössere und dünnere Wafer, sowie Wirkungsgradverbesserung gesetzt. Die meisten Anbieter streben aber keine grundsätzlichen Änderungen in Zellaufbau und -herstellung an und erreichten mit dieser Strategie bisher auch erhebliche Fortschritte.

Technologische Neuerungen auf breiter Front

Als zweite Strategie werden innovative Materialien und Technologien erforscht und in Pilotproduktionen erprobt. Diese Vorhaben sind forschungslastig und risikobehaftet, ihr Potenzial besteht aber darin, langfristig Kostensprünge durch eine substantielle Steigerung der Wirkungsgrade zu erreichen. Hierzu gehören

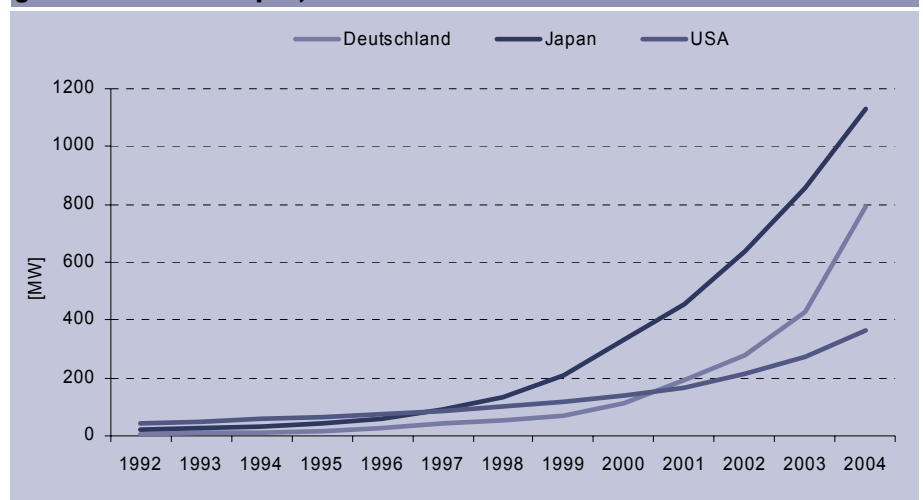
beispielsweise ultradünne kristalline Zellen, Tandem- und Konzentratorzellen oder organische Solarzellen.

Die wichtigsten PV-Märkte

Installierte PV-Leistung stieg um 62%

Vorbemerkung: Im Gegensatz zu den produzierten Mengen an Solarzellen sprechen wir in der Folge von tatsächlich installierter PV-Leistung in Form von Photovoltaikanlagen. Die weltweite Installation der PV-Leistung erreichte 2004 gemäss IEA-PVPS rund 840 MW (PVPS Länder 770 MW + Nicht-PVPS Länder 70 MW) und gemäss dem Solarbuzz-Marktbericht sogar 927 MW. Dies entspricht einem Wachstum von 43%, bzw. 62% gegenüber 2003.

Abb. 8: Historische Entwicklung der kumulierten PV-Leistung in den drei grössten Märkten Japan, Deutschland und USA



Quelle: IEA-PVPS, 2005

Deutschland löst Japan an der Spitze ab

Deutschland überholte Japan letztes Jahr mit einem Wachstum von 137%, auf 363 MW neu installierte Leistung. In Japan wurden im letzten Jahr 272 MW installiert, ein Zuwachs von 22% gegenüber 2003. In diesen beiden Ländern wurden 68% der weltweiten Installationen getätigt. Die USA zeigten 2004 ein Wachstum von 43% auf 90 MW neu installierte Leistung. Deutschland, Japan und die USA sind damit – in dieser Reihenfolge – noch immer die dominierenden Nationen bei der Installation von photovoltaischer Leistung. Sie zeichneten sich für rund 86% der im Jahr 2004 weltweit neu installierten Leistung verantwortlich. Die Dominanz dieser Länder hält nun schon Jahre an, was sich auch in der kumulierten PV-Leistung widerspiegelt. Hier führt Japan (1'132 MW) noch vor Deutschland (794 MW), den USA (365 MW), weit vor Indien (86 MW) und China (70 MW) sowie Australien und den Niederlanden (je 50 MW). Der historische Vergleich zwischen den drei Grossen verdeutlicht das enorme Wachstum in Deutschland, welches vor allem in den letzten beiden Jahren von der attraktiven Einspeisevergütung genährt wurde (Abb. 8).

Beschreibung der drei PV-Märkte Japan, Deutschland und USA

In der Folge betrachten wir die dominierenden PV-Märkte Deutschland, Japan und USA etwas näher und beschreiben die Rahmenbedingungen, welche in diesen Ländern die Entwicklung der Photovoltaik bestimmen.

**Deutscher PV-Markt
an der Spitze****Deutschland**

Der PV-Markt in Deutschland hat im vergangenen Jahr ein gewaltiges Wachstum mit 363 MW an neu installierter Leistung hingelegt. Gegenüber dem Vorjahr (133 MW) entspricht das einer Steigerungsrate von 173%. Im ersten Halbjahr 2005 wurde laut Angaben des deutschen Bundesverbandes für Solarindustrie (BSi) bei der kumulierten Leistung bereits die Grenze von einem Gigawatt überschritten. Die neuen Einspeisevergütungen aus der Novellierung des EEG gaben dem Markt den nötigen Schub und die gewünschte Sicherheit. Schon seit Mitte letzten Jahres kann der Nachfrageboom nicht mehr befriedigt werden, so dass Lieferzeiten von einem halben Jahr üblich sind.

**EEG – Stimulus
entscheidend**

Momentan rechnen sich Solarstromanlagen allein schon durch die grosszügige Einspeisevergütung. Das starke Marktwachstum und die weiterhin übervollen Bücher der Modulhersteller zeigen, dass die Leute sehr gerne bereit sind, in umweltfreundliche und moderne Technik zu investieren, sobald die Anreize stimmen. Neben dieser rein ökonomischen Betrachtungsweise profitiert die Solarenergie nach wie vor von der sehr hohen Akzeptanz der Bevölkerung für erneuerbare Energien.

**Kapazitätsausbau bei
Modul und Zellenhersteller**

Die deutschen Hersteller haben in den vergangenen 5 Jahren insgesamt mehr als 1.5 Mrd. EUR in den Aufbau von neuen Zell- und Modulproduktionskapazitäten investiert. Bis Ende 2005 dürften sich die Herstellungskapazitäten laut Angaben der deutschen Unternehmen nochmals verdoppeln. Der Glaube an den PV-Boom ist also bei den deutschen Herstellern ungebrochen.

Grosse Koalition

Der durch die vorgezogenen Wahlen verursachte Regierungswechsel bringt sehr wahrscheinlich keine dramatische Verschlechterung der Förderbedingungen. Zwischen den beiden Regierungsparteien besteht ein weitgehender Konsens über die Förderung der Solarenergie, zumal in Deutschland mittlerweile rund 30'000 Menschen in der Solarindustrie beschäftigt sind.

**Exportorientierung
wird wichtig**

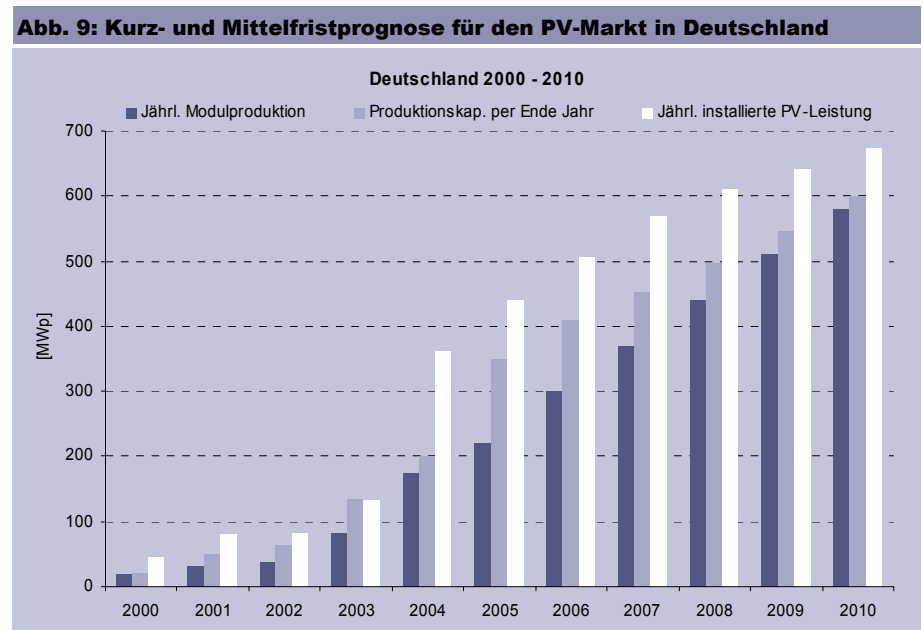
Unabhängig von der neuen Regierung sind die deutschen Solarunternehmen gut beraten, die Zeit bis 2007 – dann ist eine turnusgemässe Überprüfung der Einspeisevergütungen vorgeschrieben – zu nutzen, um die Abhängigkeit vom deutschen Markt durch ein verstärktes Exportgeschäft zu reduzieren. Bedeutende Export-Zielländer sind Spanien und Portugal aber auch Frankreich, Italien, Griechenland und Zypern. Einige dieser Länder haben ebenfalls Fördermöglichkeiten für Solaranlagen geschaffen. Auch das wachsende Marktpotenzial in Indien und China dürfte für deutsche Hersteller interessant sein. Unsere Prognose zeigt eine allmähliche Annäherung der deutschen Produktion gegenüber der im Inland installierten Leistung (siehe Abb. 9). Deshalb sind der Aufbau von internationalen Vertriebskanälen und eine deutliche Steigerung der Exportquote für die deutsche Solarindustrie unumgänglich.

**Kurz- und Mittelfristprognose
für den PV-Markt in Deutschland**

Aufgrund der Ausbaupläne der deutschen Modulhersteller erwarten wir in den nächsten drei Jahren einen Anstieg der Produktionskapazitäten von 200 MW (Ende 2004), auf 350 MW (2005), bzw. auf knapp 410 MW (2006). Die Modulproduktion soll im gleichen Zeitraum von 174 MW (2004) auf 300 MW (2006) zulegen. Würde man die von den Modulherstellern veröffentlichten Kapazitätsprognosen für 2006 summiert übernehmen, ergäbe das eine Gesamt-



produktionskapazität von gegen 600 MW. Die Unternehmen tun also gut daran, ihre Kapazitätsausbaupläne sorgfältig zu überprüfen. Die derzeit weit verbreitete Vollauslastung kann sonst kaum auf Dauer aufrechterhalten werden. Dies umso mehr angesichts der diskutierten Rohmaterialproblematik. Für die in Deutschland installierten Anlagen gehen wir von einem etwas moderateren Wachstum aus. Die jährliche Neuinstallation dürfte von 363 MW (Ende 2004), auf 440 MW (+21% in 2005), bzw. auf 505 MW (+15% in 2006) ansteigen.



Quelle: BSi, IEA-PVPS 2005, Firmenangaben und Sarasin Schätzungen

Der Kreis der börsenkotierten Solaraktien wächst

Auch Kapitalanleger haben vom solaren Boom in Deutschland profitiert. Deutsche Solaraktien sind an der Börse seit Monaten im Aufwind. Den positiven Trend der Branche scheinen mehrere Unternehmen für den Gang an die Börse nutzen zu wollen. Nachdem *Conergy* dieses Jahr einen guten Start hinlegte, haben Unternehmen wie *Q-Cells*, *ErSol* und Weitere den Börsengang gewagt.

Deutschland als treibende Kraft zur Erreichung der EU-Ziele für «erneuerbare Energien»

In Deutschland hat man sich bezüglich des längerfristigen Wachstums des PV-Marktes anspruchsvolle Ziele gesetzt, sei das von Seiten der Regierung oder von den – naturgemäss optimistischeren – Branchenverbänden. Diese Vorbildwirkung Deutschlands spielt für die Erreichung der 1997 von der EU in ihrem Weissbuch «erneuerbare Energien» gesetzten Ziele eine wichtige Rolle: Bis 2010 soll europaweit der Anteil an Erneuerbaren Energien von sechs auf zwölf Prozent verdoppelt werden. Um dieses Ziel im Jahr 2010 zu erreichen, ist eine Fortsetzung des Wachstums mit über 30% pro Jahr nötig. Ein anspruchsvolles Ziel, wofür es noch zusätzliche Länder braucht, welche ein ähnlich starkes Wachstum in der Photovoltaik hinlegen wie Deutschland.

Japan

Solarenergie als Bestandteil von übergeordneten Energiezielen

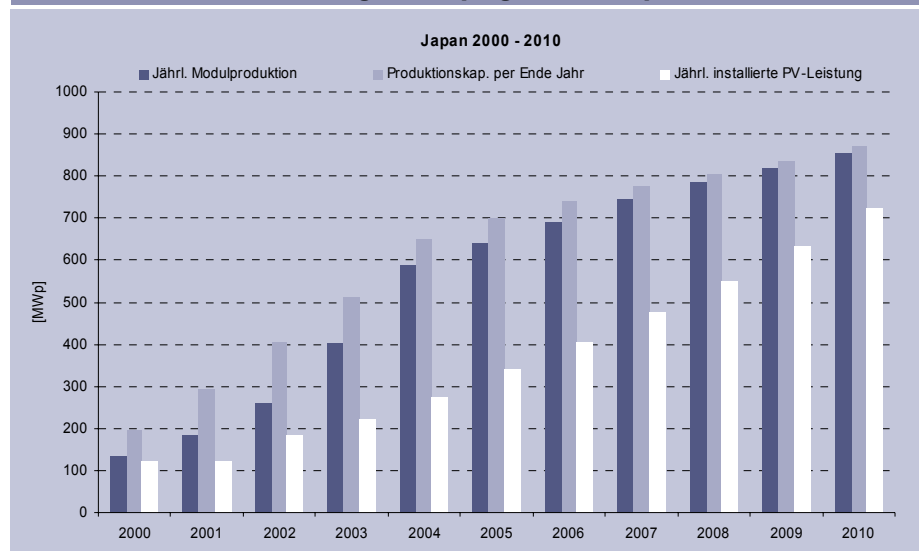
In Japan ist die Förderung der Photovoltaik klar in die nationale Energiepolitik eingebettet. Im Gegensatz zu den USA spielt auch das Kyoto-Protokoll eine sehr wichtige Rolle. Die Regierung muss eine 7%-ige Reduktion gegenüber dem CO₂-Emissionsniveau von 1990 erreichen. In diesem Bemühen wird die Photovoltaik ausdrücklich als eine Massnahme genannt. Das «*Ministry of Economy, Trade and Industry*» (METI) plant für 2030 eine 10%-ige Deckung des Energie-

bedarfs durch erneuerbare Energien, die Hälfte davon – rund 100 GW – durch Photovoltaik. Als konkreteres Zwischenziel wird für 2010 eine installierte PV-Leistung von 4.8 GW angestrebt.

RPVD-Programm läuft im März 2006 aus ...

Das «*Residential PV System Dissemination Programme*» (RPVDP) zur Förderung von PV-Anlagen auf Privathäusern hat Japan in den letzten Jahren zum führenden Land in Sachen PV gemacht. Trotz jährlich sinkender Unterstützung pro installierter Solaranlage (900 JPY/W im Jahr 2003; 450 JPY/W im Jahr 2004; 20 JPY/W 2005), wurde eine gute Balance zwischen den Kosten für den einzelnen Konsumenten und den staatlichen Aufwendungen gefunden. Das RPVD-Programm wird voraussichtlich schon Ende September – noch vor seinem offiziellen Ende im März 2006 – das ganze Fördergeld aufgebraucht haben. Was danach kommt, ist noch unklar. Gleichzeitig gibt es auch mehrere lokale Programme, deren Zukunft ebenfalls noch ungewiss ist. Zudem haben die japanischen Stromversorger angekündigt, ihr freiwilliges «*Net-Metering System*», in dessen Rahmen sie Kunden für die Einspeisung von Solarstrom entschädigen, nur zu verlängern, wenn der Staat seine PV-Förderungen beibehält.

Abb. 10: Kurz- und mittelfristige Marktprognose für Japan



Quelle: bis 2004 IEA-PVPS, ab 2005 Sarasin

... dafür kommt die Förderung von PV-Systemen auf öffentlichen Gebäuden

Anstelle der Förderung von PV-Systemen für den Wohnungsbau bereitet das METI ein Förderprogramm für Systeme von 30 - 50 kW auf öffentlichen Gebäuden, Schulen, Fabriken und Bürogebäuden vor. Die Details und der Budgetvorschlag sollen noch diesen Herbst eingereicht werden.

Das degressiv gestaltete RPVD-Programm hat auch im letzten Jahr seines Bestehens mit einem nur noch 3%-igen Beitrag an die Installationskosten (20 JPY/W) keinen Rückgang der Anträge hinnehmen müssen. Dies sind robuste Hinweise dafür, dass der japanische Markt für kleinere Solarstromanlagen an Privatkunden mittlerweile als selbst tragend einzustufen ist.

Grosser Exportdruck absehbar

Im Jahr 2004 lagen die japanischen Kapazitäten in der Modulherstellung bei 650 MW. Andererseits wurden im Land selbst 273 MW an neuer Leistung installiert. Dieser massive «Kapazitätsüberhang» zeigt die hohe Exportorientierung der japanischen Hersteller, die auch in den nächsten zwei, drei Jahren noch wei-



ter verstärkt wird. Im Export bestehen auch Risiken, weil auch die deutschen Zell- und Modulhersteller aus ihren zu klein gewordenen heimischen Schuhen hinauswachsen werden, wird der Druck auf die Margen zwangsläufig zunehmen, wenn nicht andere Länder bis dann die Rolle von Deutschland und Japan als Wachstumsmotor übernehmen und die absehbare Überproduktion absorbieren werden. Die jährliche Neuinstallation dürfte von 273 MW (Ende 2004), auf 340 MW (+25% in 2005), bzw. auf 405 MW (+19% in 2006) ansteigen.

USA

43% Wachstum bei der installierten Leistung

In den USA gab es bislang kein einheitliches nationales Förderprogramm für Solarenergie. Gewisse Förderungen bestehen auf Ebene einzelner Bundesstaaten. Diese eher bescheidene Unterstützung ist auch verantwortlich dafür, dass die USA im Wachstum hinter Deutschland und Japan zurückblieb. 2004 wurden immerhin 90 MW installiert, dies entspricht einem Wachstum von 43%.

Bush's «Energy Bill» – Solarindustrie kriegt ein Zuckerchen

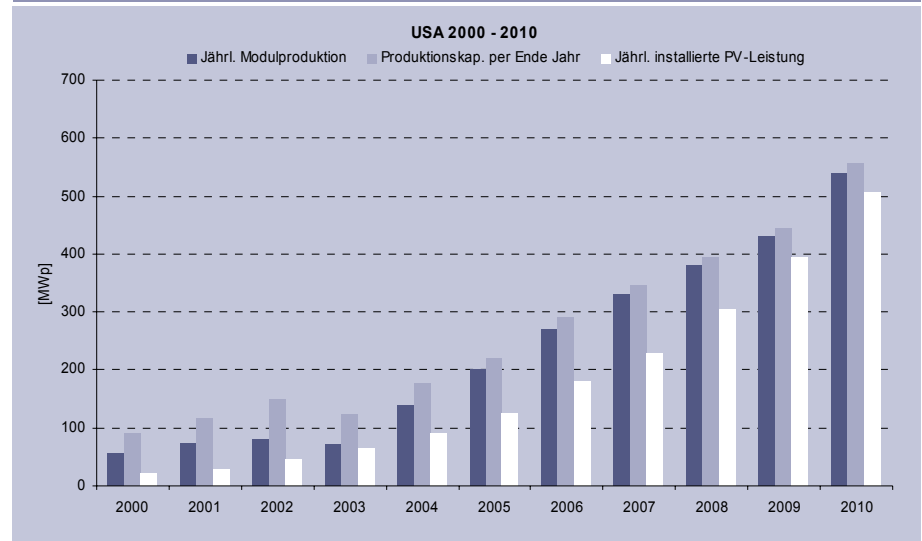
Im August wurde vom amerikanischen Parlament ein neues Energiegesetz verabschiedet. Diese «Energy Bill» enthält eine Steuerermässigung (Investment tax credit, ITC) für kommerziell betriebene Solaranlagen in der Höhe von 30% der Investitionskosten. Der Beginn des Programms ist auf Januar 2006 festgelegt. Auch der private Betreiber erhält 30% Steuernachlass, allerdings nur auf Investitionen von maximal 2'000 USD pro Anlage. Dies gilt immerhin für alle Formen der Sonnenenergie, PV ebenso wie Solarthermie. Da die Förderung schon Ende 2007 ausläuft kommt die amerikanische Solarindustrie nicht umhin – übrigens wie die Windenergie auch – dauernd für eine Verlängerung der Förderungen kämpfen zu müssen. Diese neuerliche Befristung wird also kaum die erwartete Investitionssicherheit bringen. Zumal dieser Anreiz für viele Amerikaner ohnehin nicht ausreichen wird, um eine Solaranlage zu kaufen. Dazu braucht es notwendigerweise noch eine Kombination mit gewissen Unterstützungsprogrammen einzelner Bundesstaaten. Die von Bush verabschiedete «Energy Bill» wird in den USA also vermutlich auch weiterhin keinen PV-Boom auslösen.

Kaliforniens Solarunterstützung verzögert sich

Viele hofften zudem auf ein neues Unterstützungsprogramm in Kalifornien. Dort gibt es zur Zeit Verzögerungen und Verwässerungen des geplanten «Eine-Million-Dächer-Programms». Die Gewerkschaften forderten eine Änderung, so dass nur hoch qualifizierte Elektriker Solaranlagen installieren dürfen. Dies würde jedoch die Anlagekosten enorm verteuern und die Steuervergünstigung praktisch aufheben. Gouverneur Schwarzenegger hat diese Gefahr erkannt und sein Veto gegen das Gesetz eingelegt. Dadurch ist leider das gesamte Programm momentan auf Eis gelegt. Das Interesse an Solarstrom ist in Kalifornien traditionsgemäss sehr gross. Hier wurde letztes Jahr fast die Hälfte der gesamten amerikanischen PV-Leistung installiert. Der Stromverbrauch ist hier vor allem im Sommer hoch, wenn die Klimaanlage auf vollen Touren laufen. Diesen Bedarf kann die Solarenergie in idealer Weise bedienen, da sie gerade diesen Spitzenbedarf gut abdecken kann.

In ganz USA existieren mehr als 50 verschiedenen PV-Programme von einzelnen Bundesstaaten und Stromversorgern. Die verschiedenen Massnahmen hatten aber leider nicht denselben durchschlagenden Effekt wie die einheitlichen Fördermechanismen in Deutschland und Japan. Somit liegt der Schlüssel zum amerikanischen Solarmarkt also weiterhin in Kalifornien.

Abb. 11: Kurz- und mittelfristige Marktprognose für die USA



Quelle: bis 2004 IEA-PVPS, ab 2005 Sarasin

**Zellen und Modulproduktion
2004 wieder im Aufwärtstrend**

In den USA wurden letztes Jahr Zellen mit einer Leistung von 138 MW und Module mit einer Leistung von 139 MW produziert. Nach dem Produktionsrückgang im Jahr 2003 wuchs die Zellenproduktion heuer wieder um 35% und die Modulproduktion um 95%. Damit steigt die Hoffnung, dass sich der Trend wieder ins Positive wendet. Für 2005 rechnen wir mit einem Zubau von 125 MW (+39%) und für 2006 mit einer neu installierten Leistung von 180 MW (+44%).

**Spanien mit attraktiven
Konditionen für die
Solarenergie**

Weitere wichtige Märkte

Gute Grundlagen für einen künftig boomenden Markt bietet **Spanien**, welches mittlerweile eine noch attraktivere Einspeisevergütung als Deutschland eingeführt hat. Derzeit gilt dort eine Einspeisevergütung von 0.42 EUR pro kWh für PV-Anlagen unter 100 kW und ein Satz von 0.22 EUR für Anlagen mit einer Leistung von über 100 kW (inkl. Solarthermische Kraftwerke) und zwar über einen Zeitraum von 25 Jahren. Danach wird 80% der Vergütung bis zum Ende der Laufzeit der Solaranlage ausbezahlt. Der Deckel des Programms sollte bald von momentan 150 MW auf 400 MW für PV-Anlagen und von 200 MW auf 500 MW für solarthermische Kraftwerke angehoben werden. Einige Anfangsprobleme verursachten allenfalls gewisse bürokratische Hürden und die komplizierte Ausgestaltung der Gesetze. Spanien ist aber wegen der höheren Sonneneinstrahlung naturgemäß ein für die Solarenergie interessantes Land. Letztes Jahr wurden 10 MW neue Leistung installiert (+53%). Interessanterweise sind fast die Hälfte der Systeme Freiflächenanlagen. Der spanische Photovoltaikmarkt wurde erst kürzlich vom Europressedienst detailliert untersucht.⁵ Ihre Prognose für die 2010 installierte PV-Leistung liegt bei 265 MW. Unsere eigene Schätzung rechnet mit 228 MW und einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum zwischen 2004 und 2010 von 68%.

**Auch ein italienisches
Einspeisegesetz ist da**

In **Italien** erhalten Anlagen bis 20 kW eine Einspeisevergütung von 0.445 EUR pro kWh und solche zwischen 20 und 50 kW sogar 0.46 EUR pro kWh. Über

⁵ Der spanische Photovoltaikmarkt 2005/06 – Chancen und Risiken kommender Exportmärkte; Europressedienst EuPD, Bonn, September 2005



50 kW Anlagen bis zu einer Höchstgrenze von 1 MW nehmen an Ausschreibungen teil und können eine Vergütung von max. 0.49 EUR pro kWh erhalten. Diese Tarife gelten zunächst für 2005 und 2006 und sinken danach für Neuanlagen um jährlich 2%. Der Umfang der geförderten PV-Leistung soll bis 2015 rund 100 MW betragen, kann aber bis 300 MW erhöht werden, wenn der Deckel bereits vor 2015 erreicht ist. Das Gesetz basiert allerdings auf einem unübersichtlichen Mix von verschiedenen Anreizsystemen (Nettoeinspeisung, Ausschreibung, Vergütung, etc.) und wird seine Zeit brauchen, bis es Wirkung zeigen wird. Unsere Schätzung rechnet mit 73 MW neu installierter Leistung in 2010 und einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum zwischen 2004 und 2010 von 58%.

**Portugal bald mit
grösster Solaranlage**

Auch die Einspeisetarife in **Portugal** wurden kürzlich nach oben revidiert. Die Tarife liegen bei 0.41 EUR pro kWh für Anlagen unter 5 kW und bei 0.244 EUR pro kWh für Anlagen über 5 kW. Die Regierung zielt auf 150 MW installierte Leistung bis 2010. Es könnten aber deutlich mehr sein, wenn man bedenkt, dass die geplante Anlage von *BP Solar*, die 2009 ans Netz kommen soll, schon eine Leistung von 62 MW besitzt.

**Südkorea auch
mit Einspeisegesetz**

Südkorea ist ein viel versprechender solarer Wachstumsmarkt. Um die hohe Abhängigkeit des rohstoffarmen Tigerstaats vom Ölimport abzumildern, hat die südkoreanische Regierung ein attraktives Marktanreizprogramm zum Ausbau erneuerbarer Energien aufgelegt. Ähnlich wie in Deutschland wird der Bau von Solaranlagen mit zinsgünstigen Krediten gefördert und jede ins öffentliche Netz eingespeiste Kilowattstunde Solarstrom mit umgerechnet 58 Cent garantiert für 15 Jahre vergütet.

**Wo liegt die Zukunft der
Photovoltaik?**

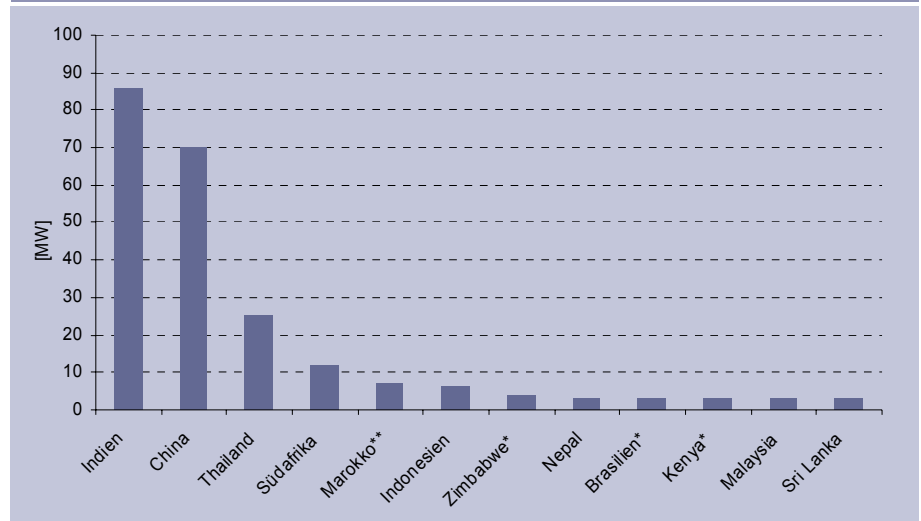
Installationen in Entwicklungs- und Schwellenländern

Man darf nicht vergessen, dass trotz dem enormen Zubau in Deutschland der PV-Stromertrag im Vergleich zum gesamten Stromverbrauch immer noch relativ bescheiden ist. Da man in unseren Breitengraden mit jährlich 800 kWh pro kWp rechnen kann, ergibt sich aus den im Frühling erreichten kumulierten 1'000 MW eine Strommenge von rund 0.8 Mrd. kWh (0.8 TWh). Zum Vergleich: der jährliche Strombedarf Deutschlands liegt bei rund 500 TWh. Der Anteil des Solarstroms macht also weniger als 0.2% aus. Zum Vergleich: Die Wasserkraft lieferte im letzten Jahr immerhin 21 TWh, die Windenergie sogar 25 TWh.

**Entwicklung in Nicht-
PVPS Ländern**

Gemäss den Angaben der IEA-PVPS beschränkt sich die Anwendung von Photovoltaik in den Ländern ausserhalb der OECD, bzw. Nicht-PVPS Ländern⁶, hauptsächlich auf kleinere Anlagen im Wohnbereich («solar home systems», SHS), sowie Anwendungen auf öffentlichen Gebäuden wie Spitälern, Schulen, Wasserversorgung und Telekommunikation. Netzunabhängige Inselanlagen bilden die Hauptanwendung in Entwicklungs- und Schwellenländern (Abb. 12). Insgesamt waren in den Nicht-PVPS Ländern im Jahr 2004 bereits über 230 MW (kumulativ) installiert, was rund 9% der in den PVPS Ländern installierten PV-Leistung von 2'600 MW ausmacht.

⁶ OECD Länder, welche nicht PVPS Mitglied sind: Belgien, Tschechische Republik, Finnland, Griechenland, Ungarn, Island, Irland, Luxemburg, Neuseeland, Polen, Slowakei und Türkei

Abb. 12: Total installierte PV-Leistung (kumulativ) in Nicht-PVPS Ländern


Quelle: IEA PVPS 2005; Zahlen von 1999*, 2003** sonst 2004

Indien auf Platz vier durch netzunabhängige PV-Anlagen

Mit einer kumulierten Leistung von rund 86 MW liegt Indien mittlerweile hinter den drei Grossen Japan, Deutschland und den USA auf Platz vier der Länder-rangliste. Es wurden schon mehr als 320'000 SHS mit Unterstützung eines Photovoltaik-Regierungsprogramms installiert. Die Regierungsziele liegen bei 280 MW Leistung bis 2012, inklusive solarthermischer Anlagen.

China treibt die Photovoltaik voran

Chinas kumulierte Leistung hat sich seit 2001 auf rund 70 MW verdreifacht. Dies vor allem mit Hilfe eines nationalen «Städte-Elektrifizierungsprogramms» SDDX. Ende Jahr sollen durch das Programm über 600 Städte mit 16 MW solarer Leistung versorgt werden. Nächstes Jahr folgt das Dorfprogramm SDDC, welches bis 2010 Solarstrom in 10'000 Dörfern installieren soll (265 MW). Ab Januar 2006 soll ein Erneuerbare-Energien Gesetz durch Einspeisetarife und attraktive Kredite zusätzlichen Auftrieb für die Photovoltaik bringen. Über die Höhe der Einspeisetarife für die einzelnen Technologien wird immer noch gefeilscht. Wir erwarten, dass China schon 2010 über 200 MW pro Jahr installieren wird.

Auch Thailand setzt sich PV-Ausbauziele

Auch Thailand will bis 2011 eine installierte Leistung von 250 MW erreichen. Dafür hat die Regierung ein «Renewable-Portfolio-Standard» Programm geschaffen, welches alleine schon 200 MW dazu beitragen soll.

Netzunabhängige PV-Systeme sind die Zukunft

Die obigen Beispiele zeigen, dass für die Photovoltaik ein wichtiger Zukunftsmarkt in Entwicklungs- und Schwellenländern liegt. Dort haben rund zwei Milliarden Menschen keinen Zugang zu Stromnetzen. Kleine dezentrale solare Einzelversorgungen (SHS) oder PV-Hybridsysteme zur Dorfstromversorgung sind oft die wirtschaftlichste und schnellste Möglichkeit, den Lebensstandard der überwiegend ländlichen Bevölkerung erheblich zu verbessern. Von einem solchen Absatzmarkt können nicht nur Zell- und Modulhersteller, sondern die gesamte solare Systemtechnik profitieren. Denn die Exportmärkte zur ländlichen Elektrifizierung umfassen die Finanzierung, Lieferung, Installation, Inbetriebnahme und auch den Betrieb netzferner Stromversorgungsanlagen. Der folgende Kastentext beschreibt, welche speziellen Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit dieses grosse Potenzial erschlossen werden kann:

Anforderungen an PV-Systeme für den Einsatz in Nicht-OECD-Ländern

Der Absatz von PV-Anlagen in Entwicklungs- und Schwellenländern birgt für alle Beteiligten auch gewisse Risiken. Letztlich ist die Photovoltaik in ländlichen Gebieten zwar die wirtschaftlichste Lösung, weil der Energiebedarf jedes Einzelnen so klein ist, dass sich ein Netz(aus)bau nicht lohnt. Ein direkter Kauf einer PV-Anlage durch die Endnutzer scheidet aber in der Regel auch aus, da diesen die nötigen finanziellen Mittel fehlen. Sie sind zwar häufig gewohnt zwischen 3 und 10 USD pro Monat für Kerzen, Kerosin oder Trockenbatterien aus ihren geringen laufenden Haushaltsmitteln abzuzweigen. Um aber für eine solch grössere Investition einen Kredit zu bekommen, fehlt häufig zum einen die Institution, die diesen Mikrokredit (300 – 500 USD) zur Verfügung stellt, und zum anderen die Kreditwürdigkeit des Endnutzers. Dieses Problem kann mit Hilfe von Institutionen der Entwicklungszusammenarbeit, wie *KfW* oder *Weltbank*, gelöst werden.

Darüber hinaus liegt auf der Hand, dass selbst bei guter technischer Qualität der Systeme eine regelmässige Mindestwartung erforderlich ist, die lokal organisiert werden muss. Eine Firma, die in diesem Markt erfolgreich sein will, benötigt daher genügend qualifiziertes örtliches Personal. Die Kosten, dieses auszubilden, lassen sich in der Regel nicht über den Anlagenverkauf realisieren. Hier kann eine enge Zusammenarbeit der Industrie mit den Institutionen der technischen Zusammenarbeit, wie *GtZ* oder *KfW*, von beiderseitigem Nutzen sein. Diese zu verbessern ist das Ziel des Industrieverbandes *Club zur ländlichen Elektrifizierung C.L.E. e.V.*, der im Jahr 2000 unter Federführung des *Fraunhofer-Institutes für Solare Energiesysteme ISE* gegründet wurde.

Erfolgreiche Projekte der ländlichen Elektrifizierung zeichnen sich also dadurch aus, dass im Vorfeld auch die sozialen Aspekte hinreichend betrachtet wurden, die damit verbunden sind, dass letztlich Hochtechnologie in eine Gesellschaft integriert werden soll, die in der Regel nicht technisch orientiert ist.

Für die Solarindustrie birgt dieser Markt ein ausserordentliches Potenzial. Allein die Versorgung von jährlich 1% der nicht elektrifizierten Bevölkerung mit 10 W Leistung pro Person entspricht einem Marktvolumen von 200 MW pro Jahr. Legt man – unter Einbeziehung aller Komponenten und Dienstleistungen – einen Preis von rund 10 EUR/Watt in einem PV-Inselsystem zu Grunde, so ergibt das einen potenziellen Jahresumsatz von 2 Mrd. EUR.

Felix Holz, Fraunhofer ISE, Institut Solare Energiesysteme,
Leiter der Gruppe Netzunabhängige Energieversorgung, Freiburg i.Br.

**2005 werden rund 1'100 MW
neu installiert**

Entwicklung der PV-Märkte bis 2020

Unseren Schätzungen zufolge wurden 2004 rund 840 MW photovoltaische Leistung installiert und dieses Jahr werden rund 1'100 MW neu installiert werden. Dies entspricht einem Wachstum von 30%. Unsere Langfristprognose zeigt die Entwicklung der weltweit jährlich **neu installierten PV-Leistung**, und nicht wie bisher die jährliche Solarzellenproduktion. Unsere Prognose wurde aus den Einschätzungen der Märkte in den wichtigsten Ländern abgeleitet. Die historischen Daten basieren auf Informationen von IEA-PVPS. Im Jahresvergleich kann man erkennen, dass die tatsächlich installierte Menge deutlich unter der Solarzellenproduktion liegt. Dies kann jedoch plausibel mit der Zeitspanne zwischen der Produktion der Solarzellen und der Installation des kompletten Solarsystems, in Verbindung mit gleichzeitig hohen Wachstumsraten, begründet werden.

**2010 neu installierte PV-
Leistung von 3.0 GW**

Dieses Jahr, wie auch in den kommenden zwei bis drei Jahren, wird die installierte Leistung durch die Verfügbarkeit von Solarmodulen begrenzt, die wiederum auf den Mangel an solarem Silizium zurückzuführen ist. Nach 2008 wird sich der Siliziumengpass abschwächen. Für 2010 erwarten wir eine weltweit neu installierte PV-Leistung von rund 3.0 GW. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 23.6% für die Zeitspanne von 2004 bis 2010.

**Abb. 13: Länderspezifische Sarasin-Prognose für den PV-Markt (jährlich neu installierte Leistung in MW)**

	Neu installiert								CAGR
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	04-10
Deutschland	153	363	440	505	571	611	641	673	10.8%
Italien	4	5	9	15	23	34	51	73	58.1%
Spanien	7	10	22	30	45	77	134	228	68.3%
Sonstiges Europa	35	17	26	32	35	40	46	58	22.5%
Europa	198	395	497	582	673	761	872	1032	17.4%
USA	63	90	125	180	230	304	395	506	33.4%
China	11	30	55	70	98	142	213	330	49.2%
Indien	16	20	35	40	54	73	106	159	41.2%
Japan	223	272	340	405	474	551	634	724	17.7%
Sonstiges Asien	5	14	21	26	38	55	85	131	46.1%
Asien	254	336	451	541	664	820	1038	1344	26.0%
Rest der Welt	15	23	32	37	43	58	81	123	32.0%
Gesamt neu installiert p.a.	531	844	1105	1340	1611	1944	2386	3005	23.6%
Jährliche Wachstumsrate	48%	59%	31%	21%	20%	21%	23%	26%	

Quelle: IEA-PVPS Zahlen bis 2004, Sarasin Schätzungen

Verschiebung der regionalen Schwerpunkte

Deutschland und Japan werden relativ an Bedeutung abnehmen, da die Basis mittlerweile schon recht hoch ist. Deutschlands Anteil am Weltmarkt wird unseren Prognosen zufolge von 43% (2004) auf 23% (2010) zurückgehen (Japan von 32% auf 24%). Dafür dürften andere europäische Länder wie etwa Spanien, Portugal oder Italien, welche alle von einem tiefen Niveau aus starten, immer wichtiger werden. In Asien werden China, Indien, Südkorea, Taiwan und Thailand zu den Gewinnern zählen und zu wichtigen PV-Märkten aufsteigen.

Netzunabhängige Anlagen werden wichtiger

Momentan dominieren netzgebundene PV-Anlagen, vor allem in den Hauptmärkten der industrialisierten Welt. Aufgrund der oben beschriebenen aufstrebenden Märkte Asien, sowie weiteren Entwicklungs- und Schwellenländern werden jedoch netzunabhängige Anwendungen immer wichtiger. Deshalb sollte die Solarindustrie vermehrt Produkte für diese Märkte und ihre Applikationen entwickeln.

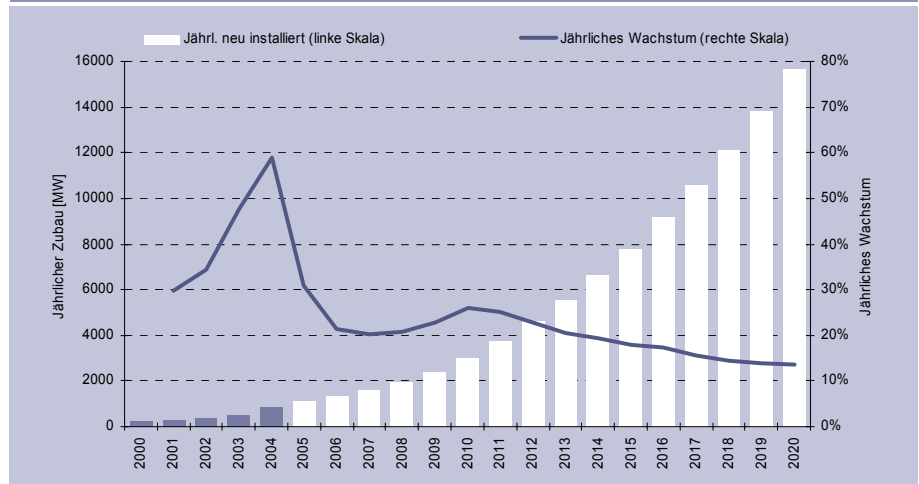
Wesentliche Risiken für den PV-Markt

Folgende Faktoren stellen Risiken dar, welche die erwartete positive Marktentwicklung begrenzen können:

- ◆ **Anhaltende Siliziumknappheit.** Der Ausbau der Fertigungskapazitäten bis 2008 und danach wird nur teilweise oder verzögert in Angriff genommen. Dadurch würde sich die Knappheitssituation verlängern.
- ◆ **Verzögerungen, bzw. Änderungen bei wichtigen Förderprogrammen.** Die Abhängigkeit von einigen wenigen Einzelmärkten, in denen die Photovoltaik durch Förderprogramme unterstützt wird, ist immer noch gross.
 - Der Regierungswechsel in Deutschland birgt ein gewisses Risiko in sich. Grössere Anpassung beim EEG erwarten wir jedoch bestenfalls mit der geplanten Novellierung 2007.
 - Eine weitere Verzögerung des «Eine-Million-Dächer Programms» in Kalifornien verschiebt den erwarteten Boom des amerikanischen Marktes.
 - Entscheidende Übergangsphase in Japan: Noch ist nicht klar, ob der japanische Markt weit genug entwickelt ist, um die Beendigung des Privathäuser-Programms im Jahr 2006 zu verkraften.

- ◆ **Steigende Zinsen.** Aufgrund des hohen Kapitalkostenanteils von PV-Anlagen schlagen steigende Finanzierungskosten aufgrund steigender Zinsen voll auf die Gesamtkosten durch, was die Nachfrage bremsen könnte. Dies gilt insbesondere für kommerzielle Anlagenbetreiber.
- ◆ **Zunehmende Konkurrenz** aus dem eigenen Lager durch alternative Solarenergietechnologien wie solare Kraftwerke (siehe drittes Kapitel der Studie).

Abb. 14: Sarasin-Langfristprognose für den weltweiten PV-Markt



Quelle: Sarasin, 2005

«Upside Potential» durch drohende Energiekrise

Die befürchtete Verknappungstendenz und die laufend steigenden Preise am Ölmarkt eröffnen der Solarenergie jedoch zusätzliche Potenziale. Die Bereitschaft zur Förderung von erneuerbaren Energien ist bei den Regierungen klar gestiegen (z.B. durch Einspeisevergütungen oder Steuererleichterungen). Zusätzlich verteuert sich die konventionelle Energieproduktion im Allgemeinen und verkleinert so die Differenz zum Solarstrom. Im Bereich der Hybridanlagen, kann die Photovoltaik Dieselgeneratoren ersetzen oder ergänzen. Dort beeinflusst der Erdölpreis ganz direkt die Nachfrage nach PV-Anlagen. Dieser Markt ist grösstenteils auf die USA und die Dritte Welt beschränkt und ist im Vergleich zu den momentan dominierenden netzgekoppelten Anwendungen noch klein.

Für die thermische Solarenergienutzung sind die Kosten der fossilen Alternative (meist Heizöl) ein noch wichtigerer Faktor als bei der Photovoltaik. Dieser ökonomische Substitutionsmechanismus zeigt erste messbare Ergebnisse, da der Erdölpreis schon länger auf hohem Niveau ist, bzw. die Leute auch glauben, dass der Preis länger so hoch bleibt.

Fazit: Längerfristig weiteres, stetiges Wachstum

Längerfristig sind die Möglichkeiten der Photovoltaik noch nicht ausgereizt. Die Abflachung der Wachstumsraten durch die Rohstoffknappheit verhindert eher eine Überhitzung des Marktes und erlaubt so ein langfristiges und gesundes Wachstum. Es ist zu erwarten, dass durch Fortschritte in der Fertigungstechnik (grössere Einheiten, Automatisierung) und durch einige neue Technologien, die Marktreife erlangen, deutliche Kostensenkungen erreicht werden können. Dies dürfte zu einer Fortsetzung des Wachstumspfades führen. Gemäss diesem Szenario wird sich die jährlich installierte Leistung zwischen dem Jahr 2010 von 3.0 GW auf etwa 15.5 GW im Jahr 2020 mehr als vervierfachen. Dies entspricht einer jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate von 18%.

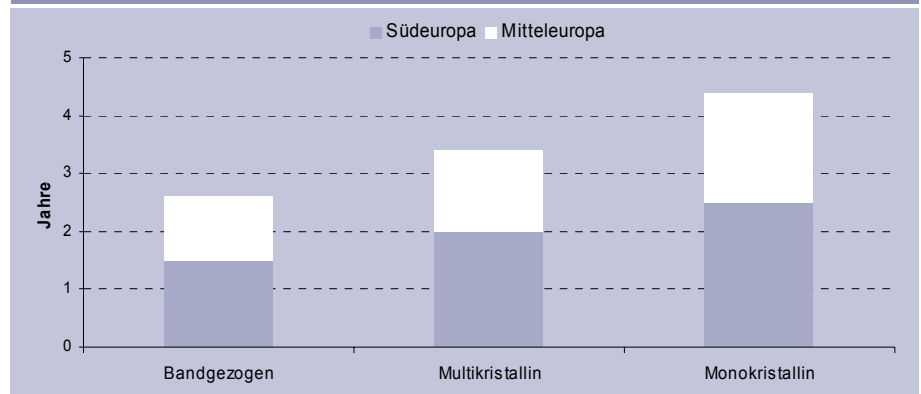
Beurteilung der Nachhaltigkeit von PV-Systemen

Häufig wird angenommen, dass erneuerbare Energien a priori nachhaltig sind. Die Herstellung insbesondere von Solarzellen ist aber ein energie- und chemikalienintensiver Prozess und es lohnt sich daher, diese Thematik genauer unter die Lupe zu nehmen.

EU-Projekt «Crystal Clear» belegt kurze Energierücklaufzeiten von PV-Anlagen

In einem diesbezüglichen EU-Projekt «Crystal Clear»⁷, das noch bis 2008 läuft, wird derzeit die gesamte Produktion vom Silizium bis zum Solarmodul untersucht. Ziel ist die Reduzierung der Herstellungskosten für Solarmodule um rund 60%. Daneben soll eine Verringerung der Energierücklaufzeit von momentan drei bis fünf Jahren auf zwei Jahre angestrebt werden. Dafür war zunächst eine aktuelle Datenerhebung nötig. Denn bis jetzt basierten alle Studien zum Thema Energierücklaufzeiten kristalliner Solaranlagen auf einer 1992 veröffentlichten Studie der Münchner Forschungsstelle für Energiewirtschaft. Diese basierte auf deutschen Produktionslinien der 80er Jahre.

Abb. 15: Energierücklaufzeit heutiger Solarsysteme (vorläufige Ergebnisse)



Quelle: EU-Crystal Clear Projekt, 2005

Die vorläufigen «Crystal Clear»-Resultate, welche im Juni an der 20. Europäischen Photovoltaik Konferenz in Barcelona vorgestellt wurden, zeigen eine Verbesserung der Energierücklaufzeit um etwa 25% im Vergleich zu vor fünf Jahren. Dies wird vor allem auf die Fortschritte bei der Ausnutzung des Rohmaterials Silizium zurückgeführt. Weitere Verbesserungen durch eine Verringerung der Waferdicke auf 150 µm sind absehbar. Untersucht wurden Solarmodule mit multi- und monokristallinen Solarzellen sowie Module mit bandgezogenen Zellen. Bei Letzteren entfällt das Sägen der Wafer und damit das sehr energieintensive Silizium besonders sparsam verwendet. Die Energierücklaufdauer beträgt für PV-Anlagen in Mitteleuropa (750 kWh/kW) 2.6 bis 4.4 Jahre, für Südeuropa (1'275 kWh/kW) 1.5 bis 2.5 Jahre.

Neben der Energierücklaufdauer wird die Umweltbilanz der Photovoltaik auch durch die Entsorgungs- und Recyclingproblematik bestimmt. Von den entsprechenden neuen europäischen Umweltdirektiven WEEE und RoHS⁸ ist die PV-Industrie nicht direkt betroffen. Und trotzdem kann nur eine vorläufige Entwarnung gegeben werden.

⁷ Resultate des Projektes unter: www.chem.uu.nl/nws/www/publica/E2005-32.pdf

⁸ www.bmu.de/elektrogesetz

WEEE-Direktive

Die WEEE-Direktive (waste of electric and electronic equipment) definiert eine Rücknahmeverpflichtung gebrauchter Elektronikprodukte. Momentan sind Solarmodule explizit ausgenommen. Bereits fallen allerdings Solarrechner, bzw. -uhren darunter. Es ist aber gut möglich, dass sich die Rechtslage ändert, wenn die Photovoltaik vom Nischen- zum Massenprodukt wird.

Es bestehen bereits erste Ansätze für ein Recycling von Solarmodulen. Die *Deutsche Solar* hat eine Recyclinganlage aufgebaut und speist das wieder gewonnene Silizium erneut in ihren Produktionsprozess ein. Die Prozedur zur Wiedergewinnung von Wafern ist zwar aufwändig, angesichts der Herstellungskosten und der allgemeinen Materialknappheit aber nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll. Zell-Bruchstücke können nicht direkt zu Wafern verarbeitet werden. Sie müssen eingeschmolzen und zu Ingots verarbeitet werden. Damit entsteht ein erheblicher Energieaufwand und Materialverlust. Dafür können die Recyclingwafer in neuen grösseren Abmessungen erzeugt werden.

Auch *First Solar* nimmt ihre CIS-Zellen zurück. Dieses Unternehmen setzt aber das gesundheitsschädliche Cadmium ein und ist deswegen auch in der öffentlichen Wahrnehmung stärker exponiert.

Es stünde einer «grünen Branche» wie der Photovoltaik in der Tat gut an, wenn sie diese Thematik pro-aktiv angehe. Denn nur wenn die Industrie von sich aus die Rücknahme und Verwertung ihrer Produkte organisiert, kann sie auch bei zukünftig steigenden Materialmengen einer Ausweitung des Elektroggesetzes auf PV-Komponenten vermeiden.

RoHS-Direktive

Von der RoHS-Direktive der EU (restriction of the use of certain hazardous substances), die den Gebrauch bestimmter Risikostoffe einschränkt, sind Solarstromkomponenten momentan nicht betroffen. Ab dem 1. Juli 2006 dürfen aufgrund dieser Direktive bei der Herstellung elektrischer und elektronischer Geräte Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom u.a. Stoffe grundsätzlich nicht mehr verwendet werden. Für die Solarindustrie stellt vor allem das vorgesehene Verbot von Blei eine Herausforderung dar. Zur Verlötung der einzelnen Solarzellen wurde bislang fast immer bleihaltiges Lötzin verwendet. Es sind aber bereits bleifrei Produkte im Angebot. *Schott Solar* verwendet Lötzin aus rund 96.5% Zinn und 3.5% Silber, der Bleianteil ist nur noch minimal und genügt den RoHS-Anforderungen. Kristalline Module von *Mitsubishi Electric* sind nach Herstellerangaben bereit seit 2003 bleifrei. Eine spezielle Herausforderung liefert die RoHS-Direktive für die Hersteller von Dünnschichtmodulen auf der Basis von Cadmium-Tellurid (CdTe). Sie müssten per Sonderregelung von den RoHS-Bestimmungen ausgenommen werden.

Nachhaltigkeit auch ein Thema in der IEA-PVPS

Im Rahmen der 20. Europäischen Photovoltaik Konferenz in Barcelona wurde von der IEA-PVPS⁹ ein Workshop zum Thema Nachhaltigkeit organisiert. Experten aus den Bereichen Ökobilanz, Recycling, Rücknahmesysteme und Gesetzgebung diskutierten über den Status Quo. Resultate des Workshops beinhalten ein gemeinsames Verständnis für die Themen und das Bedürfnis nach weiterer Forschung auf diesem Gebiet, sowie bessere technische Rahmenbedingungen.

⁹ www.iea-pvps.org

Solarkollektoren

Übersicht

In diesem zweiten Teil geht es zum dritten Mal nach 2003 und 2004 um die aktive Nutzung von Solarwärme mittels Sonnenkollektoren, d.h. der Gewinnung von Wärme aus der thermischen Sonnenstrahlung. Für eine ausführliche Beschreibung der Technologien verweisen wir auf unsere Solarstudie 2003. In dieser Ausgabe beschränken wir uns auf die Beschreibung europäischer Unternehmen, des Marktes und die Aktualisierung unserer Prognosen.

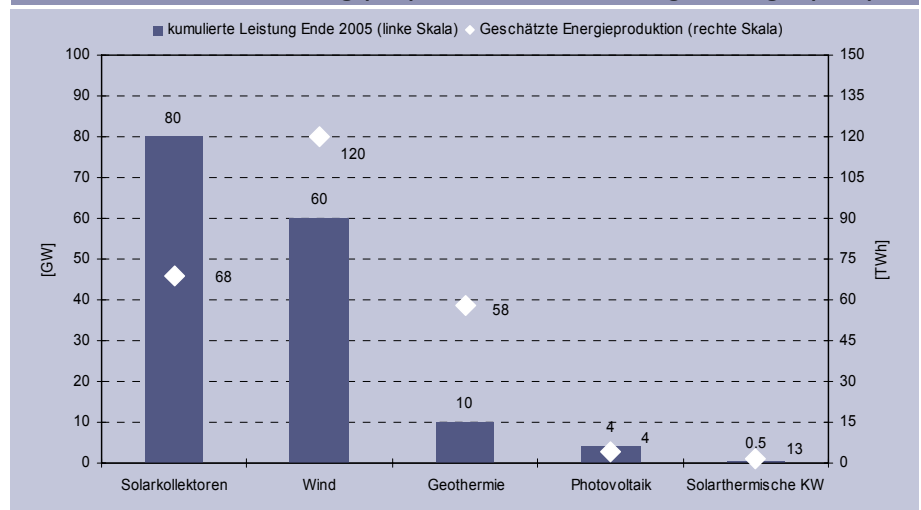
Rückenwind durch hohe Energiepreise

Stärker als die Photovoltaik wird die Nachfrage nach Solarwärmeanlagen durch die hohen Öl- und Gaspreise angetrieben. Hingegen fehlt in vielen Ländern eine ausreichende politische Unterstützung. Während Einspeisegesetze bei der Photovoltaik für die nötige Investitionssicherheit sorgen, fehlt eine vergleichbare Regelung im solaren Wärmebereich.

Beitrag der Solarthermie unterschätzt

Im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energien zeigt sich, dass der Beitrag der Solarthermie zur Deckung des Energiebedarfs weltweit hinter Wind am Zweitgrössten ist. Deutlich grösser als derjenige der Photovoltaik. Dies wird häufig unterschätzt. Mit dem neu definierten Umrechnungsfaktor von $0.7 \text{ kW}_{\text{th}}$ pro m^2 Kollektorfläche können die in Betrieb befindlichen Kapazitäten von verschiedenen erneuerbaren Energien einfach miteinander verglichen werden. Abb. 16 zeigt die voraussichtlich Ende 2005 kumulierte Leistung ($\text{GW}_{\text{e/th}}$) von Wind, Geothermie, Photovoltaik, Solarthermie und solarthermischen Kraftwerken sowie die in einem Jahr produzierte Energie ($\text{TWh}_{\text{e/th}}$). Das UNDP der UNO zeigte in ihrem «World Energy Assessment» basierend auf 98er Zahlen eine ähnliche Tabelle.¹⁰

Abb. 16: Kumulierte Leistung (GW) Ende 2005 und erzeugte Energie (TWh)



Quelle: Sarasin Schätzungen, 2005

Wichtige Unternehmen in der Solarthermie

Konzentration an der Spitze

Weltweit ist die Solarkollektorbranche sehr stark fragmentiert und geprägt durch viele kleinere Akteure. Was die europäischen Unternehmen anbetrifft, so kristallisieren sich allerdings langsam gewisse grössere «Player» heraus. Mit der

¹⁰ World Energy Assessment, Energy and the challenge of sustainability, UNDP, 2000, New York



österreichischen *GreenOneTec* übernimmt der grösste Flachkollektorenhersteller Europas die Nummer Zwei, *Foco* aus Griechenland. Hinter dieser Fusion steckt allerdings noch ein dritter wesentlicher Akteur, die dänische *VKR Holding*, welche an beiden Unternehmen beteiligt ist. Weitere wichtige Unternehmen, die gewillt sind, in der ersten Liga mitzuspielen sind *Schüco*, *Viessmann* und *BBT*. Alle drei haben weitere Ausbaupläne ihrer Solarsparte angekündigt, bzw. bereits vollzogen. Abb. 17 liefert einen Überblick über die wichtigsten Akteure der Solarthermiebranche, welche in Europa tätig sind.

Abb. 17: Wichtigste in Europa tätige Solarkollektoren-Produzenten

Unternehmen	Produktion 2004 (Tsd. m2 Kollektorfläche)		Umsatz 2004 (Mio. EUR)		Mitarbeiter 2004	
			total	Solarthermie	total	Solarthermie
Alanod-Sunselect (DE)	900	(C)	255	<7%	950	14
Bosch Buderus (DE)	135	(FK/RK)	2'500	<3%	13'000	150
Chromagen (IL)	160	(FK/TS)	28	100%	190	190
Foco (GR)	75	(TS/FK)	-*	100%	90	90
Giordano (F)	70	(A/TS/FK)	30	85%	230	213
GreenOneTec (AT)	310	(FK/A/RK)	28	100%	150	150
Huemer Gruppe (AT)	75	(A/FK/RK)	12	100%	53	53
KBB (DE)	150	(A/FK)	7	100%	28	28
Paradigma/Ritter (DE)	35	(RK/FK)	42	ca. 50%	275	50
Pro Solar (DE)	25	(FK/RK)	11	100%	45	45
Rheem/Solahart (AU)	320	(TS/FK/RK)	400	ca. 15%	430	190
Schott-Rohrglas (DE)	10	(RK)	180	k.A.	1'300	80
Schüco (DE)	60	(FK)	1'300	<4%	4'500	100
Thermomax (UK)	38	(RK)	16	100%	120	120
TiNOX (DE)	320	(C)	5	100%	12	12
Viessmann (DE)	150	(FK/RK)	1'250	<6%	7'000	110
Wagner Solar (DE)	80	(FK/A)	82	ca. 40%	160	100

*Finanzjahr endete 10/04; ST: Solarthermie; FK: Flachkollektoren; RK: Röhrenkollektoren; TS: Thermosiphon; A: Absorber; C: Absorber Coating
Quelle: W.B. Koldehoff, Oktober 2005.

Alanod-Sunselect

Interpane Solar wurde Anfang des Jahres durch *Alanod* übernommen und heissen jetzt *Alanod-Sunselect*. Letztes Jahr waren sie deutlicher Marktführer für Absorberbeschichtungen in der EU. Das Unternehmen fährt zwei Herstellungsprozesse, wovon einer auf Kupfer- und der andere auf Aluminium-Basis ist.

BoschBuderus (BBT)

Die vollständige Fusion von *Bosch* und *Buderus* ist vollzogen und die Solarthermieaktivitäten laufen fortan unter der Sparte *Bosch Buderus Thermotechnik (BBT)*. Hierzu gehört auch *Junkers*. *Bosch* wird ab 2006 seine Kollektoren ebenfalls aus der Gruppe (*Solar Diamant*) beziehen (vorher *GreenOneTec*). *BBT* konzentriert sich vermehrt auf die Systemintegration, bspw. mit einer Kombi-Solar-Einheit «Crea-Smart». *BBT* vergrössert seine Fertigungstiefe bei seinem Zulieferer *Innovar* in der Schweiz. Dort werden in Zukunft die Absorber-Bleche galvanisch beschichtet werden.

Chromagen

Chromagen ist einer der grössten Solarthermie-Hersteller in Israel und produziert vor allem Thermosiphon-Anlagen. Das Unternehmen konzentriert sich zunehmend auf eine höhere Qualität und eine längere Lebensdauer. Der Exportanteil ist leicht gestiegen, vor allem nach Deutschland aber auch nach ganz Europa, Mittlerer Osten und Afrika.

Foco

Wie bereits erwähnt, wurden die Fertigungskapazitäten von *Foco* vollständig von *GreenOneTec* übernommen und die wesentlichen Maschinen für die Absorber-

fertigung von Griechenland nach Kärnten verlagert. Damit verschmilzt der grösste Flachkollektorenhersteller Europas mit der Nummer zwei. Die Kollektorfertigung wird auf einen Standort bei *Solarcap* (siehe *VKR Holding*) in Dänemark fokussiert. Damit will man Synergien und Skaleneffekte nutzen.

- Giordano Industries** Das Unternehmen *Jacques Giordano Industries* produziert seit mehr als 20 Jahren Solarwärmeanlagen. Neben verglasten Kollektoren bietet *Giordano* eine Solardusche und Kunststoffabsorber für Schwimmbäder an. Zudem ist das Unternehmen insbesondere in den nicht europäischen Gebieten Frankreichs aktiv.
- GreenOneTec** *GreenOneTec* ist einer der technisch führenden und mit Abstand der grösste Produzent von Kollektoren in Europa. Für 2006 ist nach der Integration der *Foco*-Anlagen eine Produktion von rund 500'000 m² geplant. Laut Aussagen des Geschäftsführers Robert Kanduth steht schon eine zweite Kapazitätserweiterung auf 1 Mio. m² in Aussicht.
- Huemer Gruppe** Die *Huemer Gruppe* besteht aus den Firmen *Böhm* (Absorberfertigung), *Sunmaster* (Kollektorenproduktion) und *Xolar* (regionaler Handel und Montage). Dieses aufstrebende Unternehmen fokussiert sich auf OEM-Produktion, entwickelt aber auch neue Verbindungstechniken für Absorber.
- KBB** Das junge Unternehmen *KBB* hat seine Anlagen und seine Erfahrungen auf dem Bereich Löttechnik und Laserschweissen von Absorbern an *Viessmann* verkauft, dem bislang grössten Abnehmer der *KBB*-Produkte. Zukünftig will sich das Unternehmen *KBB*, neben der Absorberproduktion verstärkt auf die Produktion von Flachkollektoren (OEM) konzentrieren.
- Paradigma/Ritter Solar** Mittlerweile ist *Paradigma/Ritter Solar* der führende Anbieter von Vakuum-Röhren-Kollektoren (VRK) in Deutschland. Das Joint Venture mit dem chinesischen Unternehmen *Linuo* läuft erfolgreich. Neu bietet *Ritter Solar* einen VRK mit dem «Aqua-System» an. Dabei durchströmt das Heizungswasser direkt den VRK und bestehende Speicher werden eingebunden.
- Rheem/Solahart** *Rheem/Solahart* (Australien) ist mit einer produzierten Kollektorfläche von 320 Tm² ein weltweit tätiges und in Bezug auf Warmwasser-Systeme (Gas, Elektrizität und Solar) führendes Unternehmen. Der Markt-Fokus liegt in der südlichen Hemisphäre, überwiegend mit Thermosiphon-Systemen. Flachkollektoren und neuerdings auch Röhrenkollektoren werden ebenfalls angeboten. Durch die Übernahme von *Edwards*, der australischen Nummer Zwei im Bereich Heisswassersysteme, hat *Rheem/Solahart* seine Position deutlich stärken können.
- Schott Rohrglas** Das Unternehmen *Schott Rohrglas* ist vor allem durch seine Kollektorrohre mit Hochvakuumisolierung bekannt. Zudem produziert *Schott Rohrglas* Parabolrinnen-Receiverrohre, eine entscheidende Komponente bei solarthermischen Kraftwerken. Die Receiverrohre ist 4 m lang. Damit ist der *Schott* Konzern technologisch eines der weltweit führenden Unternehmen der Solarindustrie und bietet als einziges Unternehmen Komponenten für nahezu alle Anwendungsgebiete der Photovoltaik und Solarthermie an.
- Schüco** *Schüco* arbeitet insbesondere in Deutschland mit grossem Aufwand an der Expansion seines Solarthermie-Geschäftes. Mitte August gab das Unternehmen die «theoretische Fertigungskapazität» seines Bielefelder Kollektorwerks für die

Zukunft von 1.5 Mio. m² bekannt. *Schüco* verfolgt eine erfolgreiche Vertriebspolitik und bietet ganzheitliche Lösungen an (Solarthermie & Photovoltaik als Gebäude-/Fassaden-Integration).

Thermomax Das englische Unternehmen *Thermomax* ist mit 38 Tm² Kollektorfläche der grösste Hersteller von Vakuum-Röhren-Kollektoren (VRK) in der EU. Das Unternehmen tätigt überdurchschnittlich hohe Investitionen in Qualitätssicherung und Prozessoptimierung. Es entwickelt vermehrt Anwendungen im Bereich des «solar assisted cooling» (SAC). Der Exportanteil in Nicht-EU Länder nimmt zu.

TiNOX Der ehemalige Pionier der blauen Absorberbänder *TiNOX* wurde Mitte 2003 durch die *MAGE Industrie Holding* übernommen und ist nun hinter *Alanod-Sunselect* die Nummer Zwei. Die *MAGE-Gruppe* umfasst mehrere mittelständische Industrieunternehmen des Baunebengewerbes, die in den Bereichen Dachtechnik, Fassadentechnik und Befestigungstechnik weltweit tätig sind. Innerhalb der Gruppe stellt die *TiNOX* den Hauptbestand des Geschäftsbereiches erneuerbare Energien dar.

Viessmann Mit einer Zunahme seiner produzierten Kollektorfläche um 30% ist *Viessmann* zusammen mit *BBT* Marktführer bei Solarsystemen in Deutschland. *Viessmann* vergrössert aber auch sein Werk im französischen Faulquemont. Nach der Beschichtungsanlage sollen im nächsten Jahr auch eine Löt- und eine Laserschweissanlage aufgestellt werden. Damit hätte man die gesamte Produktionskette abgedeckt. Das Unternehmen bietet ebenfalls PV-Systeme auf Basis der Flachkollektor-Abmessungen an.

Wagner Solar *Die deutsche Wagner Solar* wuchs vom Pionier zum beachtenswerten mittelständischen Unternehmen (KMU) mit innovativer Ausrichtung heran (u.a. entspiegeltes Solarglas und Flachkollektoren mit dem zurzeit höchsten Energieertrag). Das Unternehmen bietet Europas leistungsstärksten Flachkollektor an (mit Iso-AR-Glas). *Wagner Solar* verkauft ebenfalls sehr erfolgreich PV-Module und neu auch Holzpellet-Heizanlagen. 2005 sollen erstmals mehr als 100'000 m² an Kollektorfläche und ein Umsatz von über 100 Mio EUR erreicht werden. *Wagner Solar* expandiert auch in weitere EU-Länder und hat dafür mehrere Niederlassungen gegründet.

VKR Holding Hinter der oben erwähnten Fusion von *GreenOneTec* und *Foco* steckt u.a. auch die *VKR Holding*. Die dänische Beteiligungsgesellschaft, zu der auch der marktführende Dachfensterbauer *Velux* gehört, hielt über die ebenfalls dänische *Solarcap* die Mehrheit der Anteile an *Foco* und ist ausserdem massgeblich an *GreenOneTec* beteiligt. Die beiden OEM-Hersteller haben im vergangenen Jahr zusammen rund 400'000 m² Kollektorfläche (280 MW_{th}) produziert. Damit erreichen sie in Europa einen Marktanteil von fast 25%.

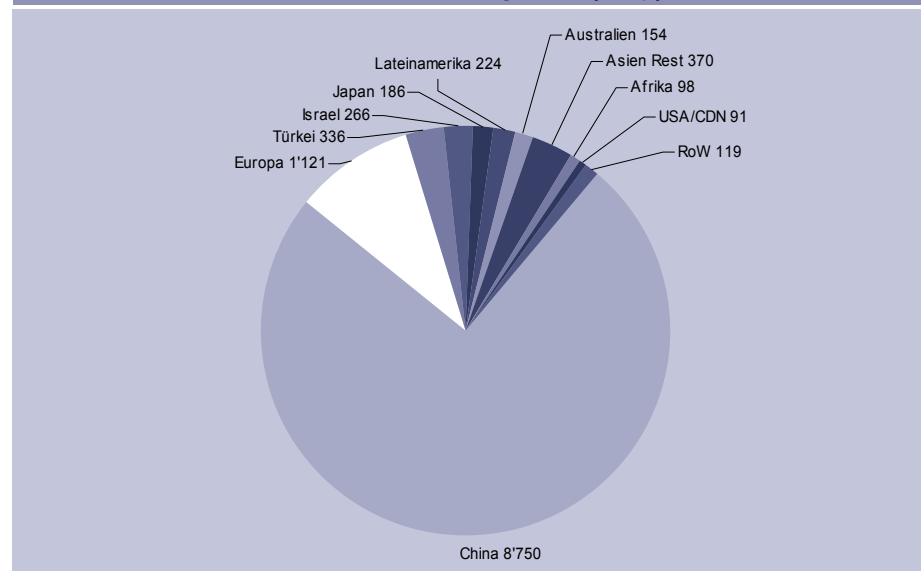
Wichtigste Märkte weltweit

Weltweites Wachstum von 30% in 2004

Weltweit sind die Unterschiede in punkto neu installierter Fläche weiterhin sehr gross. China, der mit Abstand grösste Markt, wächst auch weiterhin stark und bestimmt die weltweite Wachstumsrate. Die global neu installierte Kapazität lag

2004 bei 11'700 MW_{th}¹¹ (16.72 Mio. m²) und wuchs damit rund 30% gegenüber 2003 (Abb. 18). Rund 75% davon wurden in China installiert. Neben China bestehen weitere grössere Märkte in Deutschland, Griechenland und Österreich sowie in der Türkei, Israel und Japan. Die grössten Märkte für Solarkollektoren liegen also in Asien und Europa, obwohl andere Gebiete aufgrund einer höheren Sonneneinstrahlung vorteilhafter wären.

Abb. 18: 2004 neu installierte Kollektorkapazität (MW_{th})



Basisdaten: W.B. Koldehoff, Oktober 2005

TopTen der Solarkollektor-Länder: China und Australien überholen Deutschland

Die Dominanz von China bei der neu installierten Fläche geht in erster Linie auf die riesige Bevölkerungszahl zurück. Aber auch in der «Pro-Kopf» Darstellung nimmt China mittlerweile mit 6.7 kW_{th}/1000 Einw. den fünften Rang ein und hat damit im letzten Jahr das stagnierende Deutschland (6.4 kW_{th}/1000 Einw) überholt. Seit dem Jahr 2000 hat Chinas Pro-Kopf-Installation um jährlich 20% zugenommen und zeigt noch immer keine Abschwächungstendenz (Abb. 18). Bezogen auf die Kennzahl «neu installierte Kapazität pro 1000 Einwohner», bleibt Israel unangefochten an der Spitze. Das Land konnte letztes Jahr erstmals den seit 2001 anhaltenden Abwärtstrend durchbrechen und die Kennzahl ist erneut um 7% gestiegen. Auch die Plätze zwei und drei – Österreich und Griechenland – konnten 2004 wieder zulegen (+10%, bzw. +28%). Die Türkei, die Schweiz und Dänemark konnten ein leichtes Wachstum verzeichnen. Spanien ist neu in die TopTen aufgestiegen und hat damit Japan knapp verdrängt.

Australien wächst, hatte aber ein schwieriges Jahr

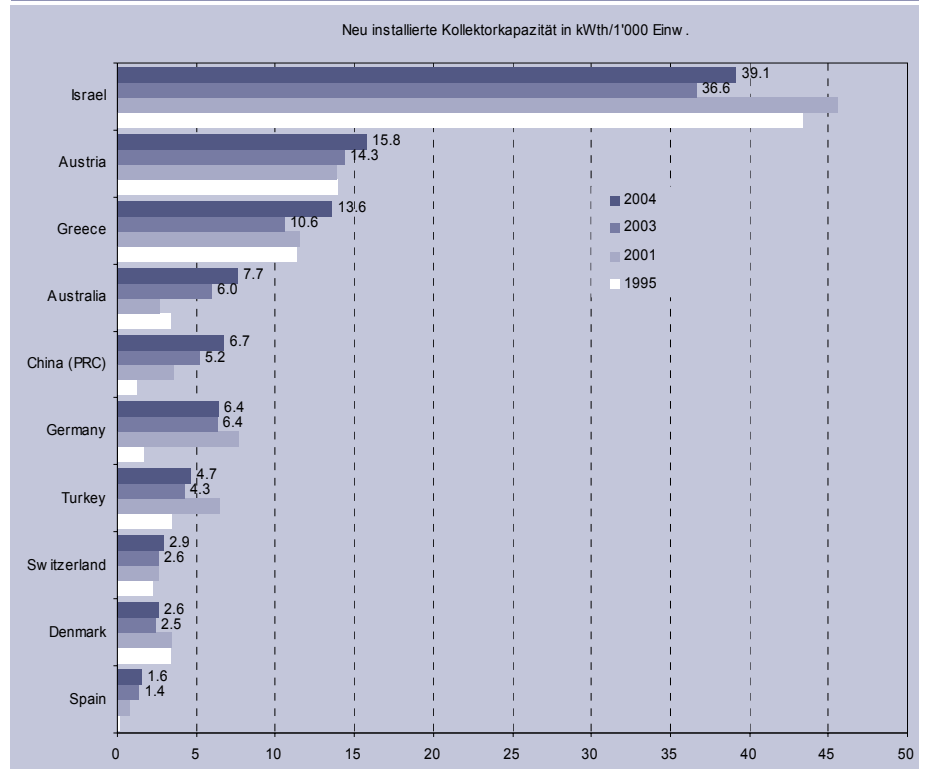
Australien konnte sein grosses Wachstum von +136% aus dem Jahr 2003 nicht wiederholen, legte aber trotzdem um gute 30% zu. Es war – relativ gesehen – ein schwieriges Jahr in Australien. Der Boom 2003 war eindeutig durch das im April 2001 eingeführte erneuerbare Energiegesetz, der «*Renewable Energy (Electricity) Act 2000*», ausgelöst worden.¹² Inzwischen wurde der Rabatt für den Einbau eines solaren Heisswassersystems von rund 1'100 auf 700 AUD ge-

¹¹ In dieser Studie werden die installierten Sonnenkollektoren nicht mehr in Quadratmeter, sondern konsequent entsprechend dem neuen Umrechnungsfaktor von 0.7 kW_{th}/m² in Kilowatt thermische Energie ausgewiesen. Eine detaillierte Beschreibung findet man unter www.iea-shc.org

¹² www.greenhouse.gov.au/markets/mret/index.html

senkt. Wir sehen daher auch für das laufende Jahr kein allzu grosses Wachstum. Nächstes Jahr werden vor allem neue Aufträge aus dem Bundesstaat Victoria erwartet, welcher eine neue Gebäudeverordnung per 1. Juli 2005 verabschiedet hat. Diese schreibt eine 60%-ige solare Deckung der Warmwassererzeugung vor. Damit wurde auf einen Schlag ein potenzieller Markt von 30'000 Systemen geschaffen.

Abb. 19: TopTen der Länder – Marktgrösse pro Kopf der Bevölkerung: Jährlich neu installierte Kollektorkapazität in kW_{th} pro 1000 Einwohner



Basisdaten: W.B. Koldehoff, Oktober 2005

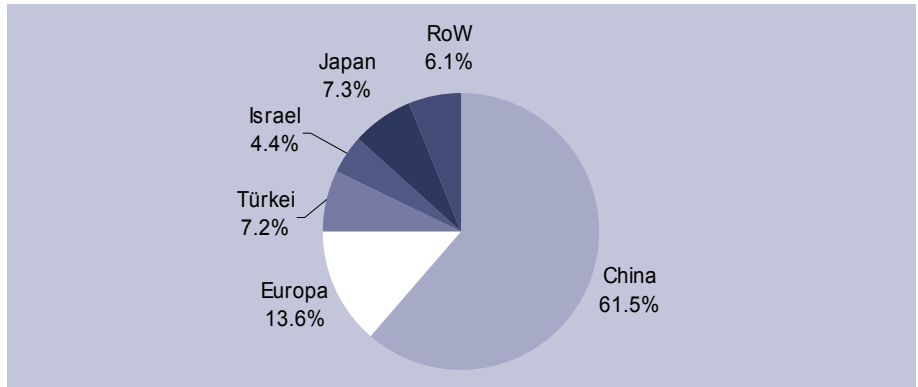
Das Potenzial für Solarwärme ist hoch

Das Beispiel Australien zeigt, wie sensibel ein junger Markt auf Veränderungen oder Unsicherheiten bei Förderprogrammen reagieren kann. Wärmeerzeugung durch Sonnenkollektoren ist bei der Anschaffung teurer als ein konventionelles Heizsystem. Eine sinnvolle Förderung, gekoppelt mit steigenden oder hohen Energiepreisen kann hier ein riesiges Potenzial eröffnen. Solarthermie ersetzt – im Gegensatz zur Photovoltaik – direkt wertvolles Gas, Öl oder Strom, welches für Heiz- oder Kühlzwecke eingesetzt wird. Damit könnten zum Beispiel in Europa rund 30% der Ölimporte aus dem Mittleren Osten ersetzt werden.

Weltweit kumulierte Kollektorleistung stieg um 19%

Abb. 20 stellt die in den einzelnen Ländern und Regionen bis Ende 2004 kumuliert in Betrieb befindliche Kollektorleistung dar. Diese Kapazität ist im Vergleich zum Jahr 2003 um 19% auf insgesamt 73 GW_{th} gewachsen. Die Verteilung blieb relativ stabil. China ist auch bei der in Betrieb befindlichen Solarkollektorkapazität die Nummer eins, mit einem Anteil von 62% gegenüber 59% im Vorjahr.

Abb. 20: Weltweit bis 2004 gesamthaft in Betrieb befindliche Solarthermie-Anlagen. Gesamtkapazität liegt bei 73 GW_{th}



Basisdaten: W.B. Koldehoff, Oktober 2005

China: ungebrochenes Wachstum des grössten Marktes

China

China ist mit einem Anteil von fast 75% der im Jahr 2004 installierten Kollektorkapazität der grösste Solarthermie-Markt weltweit. Dies entspricht einer neu installierten Kapazität von 8'750 MW_{th} und einem prozentualen Zuwachs von rund 31.5%. Die kumulierte Kapazität betrug Ende 2004 rund 44'900 MW_{th}. 90% der Systeme sind in Privathäusern für die Warmwasserbereitung installiert, 10% in Spitälern, Schulen, Hotels, etc. Rund 85% sind Flachkollektoren mit Thermosiphonanlagen und 15% Vakuumröhrenkollektoren. Die Tendenz in Richtung höherwertigere Flachkollektoren mit verbesserter Lebensdauer, besonders für Vorzeige-Grossprojekte, hält weiter an. Solche Qualitätskollektoren sollen vermehrt auch in den Export gehen. Zunehmend werden Kooperationen mit westlichen/europäischen Instituten im Bereich Qualität und Normung eingegangen. Schon einige europäische Anbieter von Vakuumröhrenkollektoren lassen ihre Glasröhren in China fertigen. Das Wachstum in China erfolgte ohne staatliche Förderprogramme für die Installation der Anlage. Nur Forschung und Entwicklung wurden gefördert. Das Wachstum dürfte in den kommenden Jahren weiterhin hoch bleiben, weil in ländlichen Bereichen und in Stadtrandbezirken eine steigende Energieverknappung für die Bevölkerung absehbar ist, denn die explodierende Industrie beansprucht immer mehr der knappen Energie für sich. Die Regierung plant in 2010 eine kumulierte Kollektorleistung von 100 MW_{th}, bzw. 190 MW_{th} in 2020.

Japanischer Markt steckt in der Krise

Japan

Im letzten Jahr wurden in Japan rund 186 MW_{th} neue Kollektorkapazität installiert. Dies entspricht einer Zunahme der neu installierten Kapazität von nur 1% gegenüber dem Jahr 2003. Kumuliert waren Ende 2004 rund 5'330 MW_{th} an Kollektorkapazität in Betrieb. Der japanische Markt entwickelt sich nun schon seit 1998 mehr oder weniger seitwärts. Bis Ende dieses Jahres unterstützt die Regierung eine Kollektoranlage mit geschlossenem System (nicht Thermosiphon) mit rund 100-140 EUR/m². Dies sind rund 10% der Investitionskosten. Ab nächstem Jahr gibt es keine Subvention mehr, da die Regierung glaubt, dass der Kollektormarkt genügend gross und stabil ist, um selber zu bestehen. Dies birgt aber die grosse Gefahr, dass der japanische Markt in eine Krise sinkt. Zudem sind die Produkte technologisch nicht auf dem neuesten Stand und werden zum Teil als unästhetisch angesehen. Die Konsumenten sehen die Solarkollektoren



als etwas Veraltetes an. Das von der Regierung angestrebte Ziel von 25 GW_{th} kumulierter Kollektorkapazität im Jahre 2010 dürfte ohne weitere Massnahmen nicht erreichbar sein. Dazu wäre für die kommenden Jahre ein jährliches Wachstum von über 25% erforderlich. Unsere Prognosen für den japanischen Markt liegen für 2005 und 2006 bei 192, bzw. 198 MW_{th} an neu installierter Leistung.

Türkei

Der geschlossene türkische Markt öffnet sich

Der türkische Solarmarkt hat letztes Jahr um 336 MW_{th}, bzw. 3% zugelegt. Die Pro-Kopf Installation lag 2004 bei 4.7 kW_{th} pro 1'000 Einw., damit steht die Türkei auf Rang Sieben. Die Leute können sich Solarkollektoren ohne Unterstützung der Regierung leisten. Es ist ganz einfach die günstigste Art, um Warmwasser herzustellen. Dank dem grossen Heimmarkt hat sich eine starke türkische Solarindustrie entwickelt. Die Qualität der Systeme hat sich über die Jahre deutlich verbessert, insbesondere um den Export nach Westeuropa zu steigern. Ähnlich wie Israel war die Türkei lange Zeit ein relativ geschlossener Markt mit eigenen Produktstandards und eigener Philosophie. Neu gibt es Kooperationen zwischen EU-Unternehmen und türkischen Unternehmen, um den Verkauf hoch effizienter Solarkollektoren im obersten Preissegment zu verstärken.¹³ Diese Produkte sind vor allem für die türkische Tourismusindustrie von Interesse.

USA

Steigende Öl- und Gaspreise sowie «energy bill»

In den USA wurden Solarkollektoren bzw. v.a. unverglaste schwarze Schlauchsysteme ausschliesslich zur Schwimmbaderwärmung verwendet. Mit den steigenden Öl- und Gaspreisen ist nun auch ein zunehmendes Interesse an kombinierten solaren Warmwasser- und Heizungsanlagen festzustellen. Dadurch verkürzt sich deren Amortisation erheblich. Zusätzlich haben viele Bundesstaaten Anreizprogramme für Solarsysteme (Thermie und PV) geschaffen. Das neu verabschiedete nationale Energieprogramm spricht von Steuerermässigungen für den Bau von Solaranlagen und schliesst ausdrücklich auch Solarwärmeanlagen mit ein. Für den amerikanischen Markt liegen unsere Prognosen für 2005 und 2006 bei 120, bzw. 157 MW_{th} an neu installierter Leistung.

Marktentwicklung in Europa

Spitzenjahr 2001 wurde übertroffen

Der europäische Solarthermie-Markt hat 2004 den Markteinbruch der letzten zwei Jahre mehr als wettgemacht und hat mit 1'130 MW_{th} mehr Solarkollektoren installiert als im Spitzenjahr 2001 (1'030 MW_{th}). Dies trotz Unsicherheiten bei den Förderbedingungen im wichtigsten Markt Deutschland und trotz der zunehmenden Konkurrenz durch die Photovoltaik bei der Anwendung in Privathäusern.

13% Wachstum der installierten Solarwärme-kapazität in 2004

Gemäss den im Juni 2005 von ESTIF¹⁴ veröffentlichten Zahlen für Europa¹⁵ ist die neu installierte Solarkollektorkapazität 2004 um 13% auf 1'120 MW_{th} (1.60 Mio. m²) gewachsen. Für dieses Jahr erwarten wir eine Steigerung um 17% auf 1'311 MW_{th}. Für die kommenden zwei Jahre erwarten wir ein Wachstum von je 13% (Abb. 21).

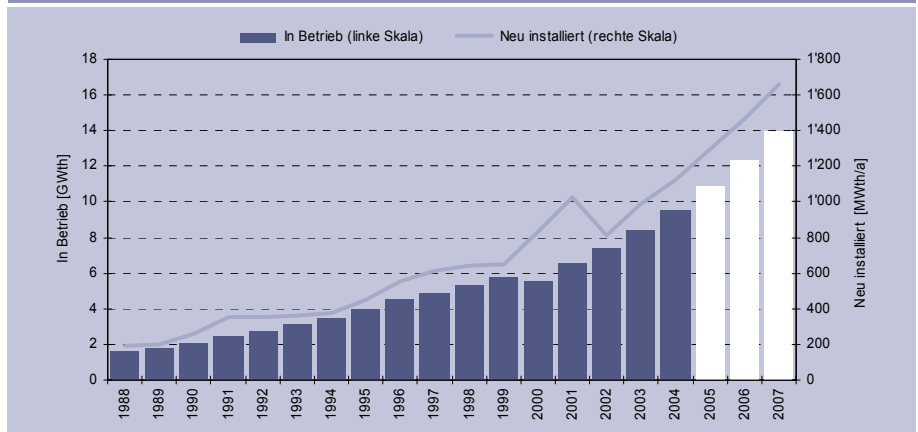
¹³ Turkey Special, Seite 42 – 50, Sun & Wind Energy 2/2005

¹⁴ ESTIF: European Solar Thermal Industry Federation, www.estif.org; Trends and Market Statistics 2004, June 2005

¹⁵ EU 25 inkl. Schweiz und Norwegen ohne Luxemburg



Abb. 21: Entwicklung der Solarkollektoren in Europa (EU 25, CH und NO). Sarasin Schätzung für 2005 bis 2007: 1'311, 1'488 bzw. 1'687 MW_{th}



Quelle: ESTIF, Juni 2005; W.B. Koldehoff, Oktober 2005 und eigene Schätzungen

75% der Kollektoren wurden in Deutschland, Griechenland und Österreich installiert

Der Absatz von Sonnenkollektoren in Europa konzentriert sich weiterhin auf die drei Länder Deutschland, Griechenland und Österreich (Abb. 22). Hier wurden 75% der neuen Kapazitäten installiert. Unter den übrigen Ländern wurden überdurchschnittliche Wachstumsraten in Italien, Spanien und Frankreich (EU), sowie – allerdings ausgehend von sehr tiefem Niveau – in Grossbritannien, Belgien und Irland erreicht. Die 10 neuen EU-Länder haben zusammen einen Anteil von 6% an den in Betrieb befindlichen Solarkollektoren. Sie sind dieses Jahr noch nicht separat ausgewiesen, da die Datenlage noch uneinheitlich ist.

Abb. 22: Markt für Solarthermie in Europa 2004: Gesamtüberblick, geordnet nach Marktanteil, neu in MW_{th}

Land	2004 in Betrieb (MW _{th})	Europ. - Marktanteil (%)	Marktentwicklung 2003-2004			2005 Markt-vorschau total	2006 Markt-vorschau total
			Installiert 2003	Installiert 2004	Markt-wachstum		
Deutschland	3'923	40%	504	525	4.2%	637	700
Griechenland	1'979	20%	113	151	34%	119	126
Österreich	1'460	15%	116	128	11%	140	151
Italien	311	3%	35	43	22%	52	56
Spanien	294	3%	49	65	33%	98	140
Schweiz	247	3%	19	22	16%	27	28
Dänemark	221	2%	13	14	5%	17	18
Niederlande	198	2%	19	20	1%	21	23
Frankreich (EU)	192	2%	27	39	41%	67	84
Schweden	130	1%	13	14	11%	18	20
Grossbritannien	118	1%	15	20	32%	25	28
Portugal	101	1%	4	6	50%	8	9
Belgien	34	0.3%	8	10	34%	13	15
Norwegen	13	0.1%	2.1	2.1	0%	3	3
Finnland	8	0.1%	1.4	1.4	0%	1	1
Irland	5	0.1%	0.4	1.4	233%	2	2
Neue EU-10	542	6%	52	60	15%	64	83
Total	9'776	100%	991	1'121	13%	1'311	1'488

Basisdaten: ESTIF, Juni 2005; W.B. Koldehoff, Oktober 2005 und eigene Schätzungen

Deutschland

Deutscher Markt wuchs 2003/2004 um 4%

Gegenüber dem schwachen Jahr 2002 konnte der Absatz von Kollektoren im Jahr 2003 um 33% bedeutend gesteigert werden. Für 2004 befürchtete man erneut einen Einbruch, es wurden aber immerhin 4% erreicht. Deutschland ist in Europa mit rund 4'000 MW_{th} kumuliert in Betrieb befindlichen Solarkollektoren der grösste Markt (40%).

**Marktanreizprogramm
bildet wichtige Stütze**

Solarwärmeanlagen werden in Deutschland wesentlich im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) gefördert. Das MAP¹⁶ gewährt seit 1. Juli 2005 differenziertere Zuschüsse für Solarkollektoranlagen. Die Förderhöhe beträgt für Anlagen zur Brauchwassererwärmung 105 EUR/m² Bruttokollektorfläche und für Kombianlagen (Heisswasser und Heizungsunterstützung) sogar 135 EUR/m². Für eine öffentliche Förderung müssen die Kollektoren neu einen Mindestertrag von 525 kWh/m² (750 kWh/kW) erbringen sowie die Kriterien des Umweltzeichens RAL UZ 73 – Blauer Engel – Stand 2004 erfüllen¹⁷. Eine aktuelle Übersicht zu den Förderprogrammen des Bundes und einzelner Bundesländer gibt der BSi.¹⁸

**Wachstum von 21%
für 2005 erwartet**

In den ersten acht Monaten des laufenden Jahres sind 75% mehr Anträge im Rahmen des MAP gestellt worden als im Vorjahreszeitraum. Der Antragseingang ist weiterhin hoch, dank dem sonnigen Herbst und den anhaltend hohen Energiepreisen. Die Änderung der Förderrichtlinie zum 1. Juli mit einer Absenkung der Zuschüsse für Kleinanlagen, aber einer Erhöhung der Zuschüsse für Raumheizungsanlagen, hat den Markt zusätzlich gestützt. Wir rechnen über's Gesamtjahr mit einem Wachstum der neu installierten Anlagen von 21%. Unsere Prognose für den deutschen Markt liegt für 2005 und 2006 bei 637, bzw. 700 MW_{th} neu installierter Leistung. Das von der Bundesregierung gesetzte Ziel von kumuliert 7 GW_{th} Solarkollektoren bis 2006 kann sehr wahrscheinlich nicht erreicht werden. Wir rechnen mit rund 5.26 GW_{th}.

Der gesamte deutsche Solarkollektormarkt war über die letzten Jahre grossen Schwankungen unterworfen. Auch die Marktanteile der einzelnen Akteure zeigten starke Bewegungen. Relativ konstant und unbestritten sind die beiden Spitzenplätze von *Buderus* und *Viessmann*. *Wagner* konnte 2003 den dritten Platz erobern. Zu den Gewinnern der letzten Jahre gehören u.a. *Sonnenkraft*, *Wolf* und *Schüco* (Abb. 23).

Über die letzten Jahre konnten auch Kostenreduktionen beobachtet werden, die auf eine stärkere Industrialisierung der Herstellung und Grössenvorteile im Vertrieb zurückzuführen sind. Eine zunehmende Konzentration in der Produktion ist auch erkennbar, gleichzeitig weitet sich der Vertrieb stärker auf traditionelle Heizkesselanbieter aus.

**Schwierige Situation
der Solarthermie**

Die Solarthermie scheint in Deutschland durch die attraktiven Einspeisevergütungen für die Photovoltaik bei den Eigenheimbesitzern etwas in den Hintergrund gedrängt worden zu sein. Doch die hohen Öl- und Gaspreise haben hier für eine Wende gesorgt. Laut einer Umfrage des Europressedienstes bei 1'700 deutschen Sanitär- und Heizungsinstallateuren geben ein Grossteil der Kunden bei der Anschaffung einer Solarwärmeanlage das Motiv Kostenersparnis an.¹⁹ Zusätzliche Unterstützung würde das von der Industrie erhoffte «*Regeneratives-Wärme-Gesetz*» (RegWG) bringen, welches über Abgaben auf der Nutzung von konventionellen Energieträgern wie Öl und Gas einen finanziellen Anreiz für die

¹⁶ Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BaFa), www.bafa.de

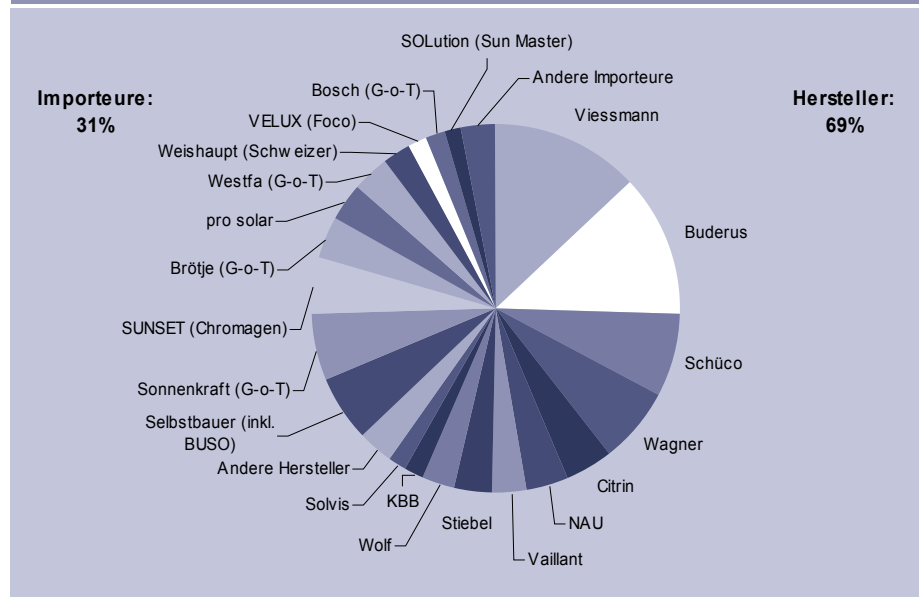
¹⁷ www.blauer-engel.de

¹⁸ www.bsi-solar.de/foerderprogramme.asp

¹⁹ Perspektiven der Solarthermie in Deutschland 2005/06, Europressedienst EuPD, Bonn, Juli 2005

Produktion von Wärme aus erneuerbaren Quellen schafft. Nachgedacht wird aber auch über eine Verordnung, die den Einsatz thermischer Solarsysteme beim Neubau von Ein- und Mehrfamilienhäusern vorschreibt oder eine Nutzungspflicht. Doch bis solche Regelungen für neue Impulse im deutschen Solarthermie-Markt sorgen, dürften mindestens noch ein bis zwei Jahre vergehen. Aus Sicht des Klimaschutzes hat die Solarthermie sicherlich mehr Unterstützung verdient, denn laut einschlägigen Veröffentlichungen spart ein funktionierender Solarkollektor flächenbezogen gut zweimal mehr CO₂ ein als eine entsprechende PV-Anlage!

Abb. 23: Marktanteile der Hersteller und Anbieter von Flachkollektoren in Deutschland im Jahr 2004 (Total 480 MW_{th}, d.h. 91% des gesamten Marktes)



Basisdaten: W.B. Koldehoff, Oktober 2005. In Klammern: OEM-Hersteller (G-o-T: GreenOneTec)

Griechenland

Sättigung erreicht?

Letztes Jahr wurden in Griechenland ausnehmend viele Solarthermie-Anlagen ersetzt und damit 151 MW_{th} neue Leistung installiert. Dies entspricht einer Zunahme von 34% gegenüber dem Vorjahr. Damit wurde Österreich vom zweiten Platz bei den Neuinstallationen verdrängt. Die kumulierte Kapazität pro 1'000 Einwohner ist mit 180 kW_{th} bereits die Zweithöchste nach Israel und eine gewisse Sättigung ist damit wohl absehbar. Ein zusätzliches Wachstum könnte durch das Vorantreiben von Anlagen für solares Kühlen erreicht werden. Unsere Prognosen für den griechischen Markt für 2005 und 2006 liegen bei 119, bzw. 126 MW_{th} an neu installierter Leistung.

Österreich

Österreich wird zum grössten Exporteur von Sonnenkollektoren

Die in Österreich seit 2000 anhaltende positive Marktentwicklung konnte auch 2004 fortgesetzt werden. Letztes Jahr wurden in Österreich verglaste Kollektoren mit einer Kapazität von rund 350 MW_{th} produziert (2003 waren es noch 285 MW_{th}). Von den produzierten Kollektoren wurden im Jahre 2004 rund 65% exportiert gegenüber 59% im Vorjahr.²⁰ Mit *GreenOneTec* kommt der grösste

²⁰ Solarmarkt in Österreich 2004, Austria Solar, www.austriasolar.at

**Marktprognose für Österreich bis 2010**

europäische Produzent von Flachkollektoren aus Österreich. Das Unternehmen betreibt rund zwei Drittel der gesamten Produktionskapazitäten des Landes! Das Inlandsmarktvolumen für verglaste Kollektoren lag mit 128 MW_{th} (117 MW_{th} im Jahre 2003) um 9.4% über den Vorjahreszahlen. Bis Ende 2004 ist eine kumulierte Kapazität von 1'460 MW_{th} in Betrieb. Die Fördergelder variieren je nach Bundesland stark. Durchschnittlich liegen sie für eine Solaranlage zur Heizungsunterstützung (20 m² Kollektorfläche, 1'500 l Speicher) bei rund 4'900 EUR.

Das mittlere Wachstum des Solarthermie-Marktes in Österreich betrug zwischen 1990 bis 2000 15% pro Jahr. Wenn es gelänge, entsprechende Marktimpulse zu setzen, um dieses Wachstum bis 2010 zu steigern, wären im Kyoto Zieljahr 2010 in Österreich fast 2'800 MW_{th} Kollektorkapazität installiert. Der Gesamtumsatz der Solarwärmebranche würde auf 318 Mio. EUR pro Jahr steigen (2004: 178 Mio. EUR). Die jährlich erreichbare CO₂-Reduktion betrüge damit fast 1 Mio. t pro Jahr. Unsere Prognosen für 2005 und 2006 liegen bei 140, bzw. 151 MW_{th} an neu installierter Leistung.

Solarthermie-Markt: Trendwende bestätigt**Schweiz**

Letztes Jahr wurde in der Schweiz insgesamt eine Kapazität von 21.8 MW_{th} neu installiert.²¹ Dies entspricht einer Zunahme von 16% gegenüber dem Vorjahr. Damit ist die Zubaurate nun das zweite Jahr in Folge gestiegen. Der überwiegende Teil (96%) waren Flachkollektoren. Nur 1998 lagen die Verkaufszahlen mit 22.2 MW_{th} noch höher. Die hohen Energiepreise und die vor zwei Jahren lancierte Kampagne «solarbegeistert» scheinen Wirkung zu zeigen und die letztes Jahr beobachtete Trendwende zu bestätigen. Unsere Prognosen für den Schweizer Markt für 2005 und 2006 liegen bei 27, bzw. 28 MW_{th} an neu installierter Leistung.

Hoffnungsträger Frankreich ...**Weitere Märkte**

Der französische Kollektormarkt entwickelte sich über die letzten vier Jahre mit Wachstumsraten von mehr als 40% äusserst dynamisch. Das staatliche Förderprogramm «Plan Soleil» hat wichtige Impulse gegeben und mitgeholfen, 2004 rund 36 MW_{th} neu zu installieren. Seit Januar 2005 können bis 40% der Anschaffungskosten für Solarthermieanlagen von der Einkommenssteuer abgezogen werden. Ab 2006 werden es sogar 50% sein. Das Potenzial ist weiterhin gross, denn die Kollektorfläche pro Kopf ist in Frankreich noch immer sehr gering. Unsere Prognosen für den französischen Markt liegen für 2005 und 2006 bei 67, bzw. 84 MW_{th} an neu installierter Leistung.

... und Spanien

Ein weiterer (ewiger) Hoffnungsträger – der spanische Solarmarkt – hat nun endlich sein Versprechen eingelöst und ist letztes Jahr um 33% auf 65 MW_{th} gewachsen. Die Erwartungen sind weiterhin hoch, haben doch mittlerweile fast 40 Städte und Gemeinden Bauverordnungen erlassen, welche beim Bau oder der Renovation einer Liegenschaft die Installation von Solarwärmesystemen vorschreiben («Barcelona-Modell»). Eine solche solare Verpflichtung soll auch landesweit eingeführt werden. Unsere Prognosen für den spanischen Markt liegen für 2005 und 2006 bei 98, bzw. 140 MW_{th} an neu installierter Leistung.

²¹ Solar - Schweiz. Fachverband für Sonnenenergie, Markterhebung 2004; www.solarpro.ch

Entwicklung des weltweiten Marktes bis 2020

China wächst stetig

Seit mehreren Jahren zeigt sich China als dynamischer und selbsttragender Markt mit jährlichen Wachstumsraten von über 20%. Die Nachfrage nach Solar Kollektoren wird sich auch in Zukunft aufgrund des Wirtschaftswachstums weiter erhöhen. Unter Berücksichtigung der von der Regierung erwähnten Projekte im erneuerbaren Energiebereich und den steigenden Energiepreisen gehen wir deshalb von einer Fortsetzung des bisherigen Trends aus.

Neue Märkte entwickeln sich

Es ist zu erwarten, dass in Zukunft weitere Märkte in Ländern hinzukommen, welche über eine hohe Sonneneinstrahlung verfügen. Zu nennen sind hier süd-europäische Länder, die USA und Australien sowie Schwellenländer wie Indien, Indonesien, Mexiko und Brasilien.

EU – weit entfernt von ihren Zielen

Für die EU-Länder nennt die EU-Kommission in ihrem Weissbuch für 2010 ein Ziel von 70 GW_{th} an in Betrieb stehenden Solarkollektoren. Trotz des respektablen Wachstums von 13% in der Periode 2003/04 waren aber Ende letzten Jahres erst 9.8 GW_{th} in Betrieb. Das EU-Ziel wird nach unserer Einschätzung und bei den gegenwärtigen Wachstumsraten frühestens 2020 erreicht werden können.

Wachstum in Europa von mindestens 13% bis 2010

In Europa hat sich die Branche nach dem Markteinbruch im Jahr 2002 (-22%) schnell erholt und 2003/04 schon wieder ein Wachstum von 13% erreicht. Diese Wachstumsrate sollte auch konservativ betrachtet bis 2010 aufrecht erhalten werden können. Sollten jedoch in den kommenden Jahren zusätzliche gesetzliche und politische Unterstützungsmassnahmen in verschiedenen Ländern hinzukommen sowie die Öl- und Gaspreise hoch bleiben, so sind auch deutlich höhere Wachstumsraten möglich.

Heizen und kühlen mit Erneuerbaren Energien

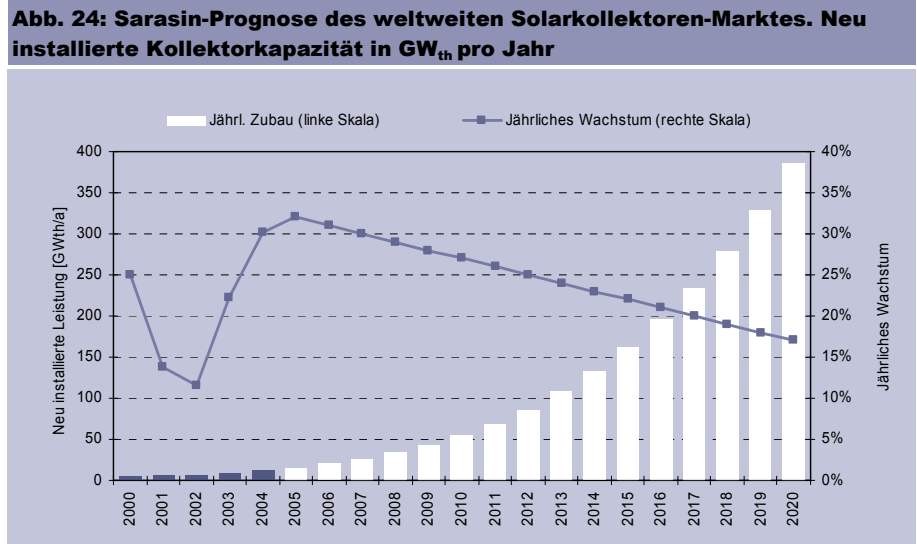
Die Heizenergie macht rund 50% des gesamten Endenergieverbrauchs in der EU aus. Leider steht diese Grösse in völligem Missverhältnis zu der öffentlichen und politischen Aufmerksamkeit, die der Heizenergie zuteil wird. Um die Solarwärme in diesem gewichtigen Energiesegment «Heizen & Kühlen» stärker zu unterstützen, wären wirksamere öffentliche Förderprogramme oder gesetzliche Massnahmen erforderlich, wie etwa die erwähnten spanischen Bauvorschriften «Barcelona-Modell» oder das geplante «Regenerative Wärme-Gesetz» in Deutschland. Der europäische Branchenverband ESTIF hat zusammen mit der Europäischen Vereinigung für Erneuerbare Energien (EREC)²² und weiteren Organisationen eine Deklaration veröffentlicht, die eine EU-Direktive fordert, um im Jahr 2020 rund 20% der Heiz- und Kühlenergie durch erneuerbare Energien (Solarthermie, Biomasse und Geothermie) abzudecken.

Weltweites Wachstum von 25-30% bis 2010

Die im Jahr 2004 weltweit neu installierte Kollektorkapazität lag mit 11.7 GW_{th} rund 30% höher als 2003. Für das laufende Jahr 2005 gehen wir von einer weltweit neu installierten Fläche von rund 15.5 GW_{th} aus, d.h. einer Zunahme von 32%. Dieses Wachstum wird vorwiegend von der anhaltenden Dynamik in China aber auch in anderen nicht-europäischen Ländern getrieben. Bis 2010 dürfte die globale Wachstumsrate zwischen 25 und 30% liegen. Im Jahr 2010

²² Joint Declaration for a European Directive to promote renewable heating and cooling; European Renewable Energy Council (EREC), Brüssel, April 2005; www.erec-renewables.org

erwarten wir demzufolge ein Marktvolumen (neu installierte Kapazität) von 55 GW_{th}, womit bis Ende dieses Jahrzehnts weltweit rund 250 GW_{th} an Kollektorkapazität in Betrieb sein dürfte. Aufgrund zunehmender Marktsättigung erwarten wir dann zwischen 2011 und 2020 eine Abnahme der durchschnittlichen Wachstumsrate der neu installierten Kapazität auf 20%. Der Weltmarkt für neu installierte Solarkollektoren hätte demnach im Jahr 2020 ein Volumen von rund 390 GW_{th} (Abb. 24).



Quelle: Sarasin, 2005

Konventionelle Klimaanlageanlagen können zu Stromunterbrüchen führen

Solare Kühlung

Solarunterstützte Kühlung (solar assisted cooling, SAC) gewinnt nicht zuletzt wegen der globalen Erwärmung weltweit an Bedeutung. Auch steigende Komfortansprüche lassen den Bedarf für Klimatisierung weltweit stetig wachsen. In Städten wie Houston, Sydney, Madrid und Rom sind beispielsweise bereits heute nahezu sämtliche Gebäude vollklimatisiert. Auch in Deutschland wird bereits die Hälfte der grösseren Büro Neubauten mit Klimaanlageanlagen ausgerüstet, Tendenz stark steigend. In einigen Ländern führt dieser Anstieg immer häufiger zur Überlastung und letztlich zum Zusammenbruch des Stromnetzes an heißen Sommertagen. Solare Kühlung hat daher weltweit ein grosses Potenzial zur Stromersparung. Auch wirtschaftlich gesehen ist Raumluftkühlung ein Riesenmarkt. Rund 50 Mrd. USD Umsatz erzielte die gesamte Branche 2003, davon rund 10% in Europa. Die bisher eingesetzten Kompressionskältemaschinen haben einen hohen Strombedarf, der vornehmlich zu Spitzenlastzeiten abgerufen wird.²³

Solares Kühlen als Zukunftsmarkt

Was an anderer Stelle schon lange gemacht wird – nämlich Wärmeenergie für Kälteerzeugung einzusetzen – ist auch für Solarwärme eine viel versprechende Option. Herkömmliche Klimaanlageanlagen und Kühlgeräte nutzen elektrische Kompressoren, deren Energiebedarf bei wärmerer Umgebungsluft überdurchschnittlich steigt. Die innovative Idee der solaren Kühlung besteht darin, den Verursacher der hohen Temperaturen – nämlich die Sonne selbst – als Antrieb für Kältemaschinen zu nutzen. Der Kühlbedarf steigt und fällt nahezu zeitgleich mit dem Angebot an Sonnenenergie. Gegenüber herkömmlichen Klimaanlageanlagen

²³ Klimatisieren mit Sonne und Wärme; Dr. Hans-Martin Henning. BINE, themen-infos 1/04; www.bine.info



reduzieren effiziente solarthermische Systeme die Stromkosten für die Gebäudeklimatisierung um mindestens 40 bis 70%. Zusätzlich kann die Solarwärme ganzjährig zur Warmwasserzubereitung und an kalten Tagen zur Heizungsunterstützung genutzt werden.

Derzeit sind in Europa rund 40 Anlagen (in Deutschland: 25) zur solaren Gebäudeklimatisierung mit einer Gesamtkollektorfläche von ca. 17'000 m² und einer Gesamtkälteleistung von 4.4 MW_{th} in Betrieb. SAC ist eine viel versprechende Anwendung der Solarthermie in Gebäuden und das Interesse von privaten Kunden, Hotelbesitzern und der Industrie wächst. Der Markt braucht nun Unternehmen, welche Gesamtlösungen für den Wärme- und Kältebedarf eines Gebäudes, bzw. eines Betriebes anbieten können.



Solarthermische Kraftwerke

Anwendungsbereiche

Konzentration der Sonnenwärme; «Concentrating Solar Power» (CSP)

Ein solarthermisches Kraftwerk erzeugt Strom, welcher mittels Dampfturbinen generiert wird. Dabei wird der Dampf mit Sonnenenergie erzeugt. Der «konventionelle» Kraftwerksteil (Dampfkreislauf, Dampfturbine und Generator) unterscheidet sich wenig von traditionellen Dampfkraftwerken, die mit Kohle, Öl oder Gas arbeiten. Das Grundprinzip der solaren Dampferzeugung besteht in der Konzentration der Sonnenwärme mit Spiegelsystemen. Im angelsächsischen wird deshalb auch der Begriff «*Concentrating Solar Power*» (CSP) verwendet.

Solarkraftwerke, kombiniert mit GuD-Kraftwerken oder einem Speichersystem

Solarthermische Kraftwerke sind meistens auf die zentrale Stromerzeugung ausgelegt und deshalb überwiegend Grossanlagen mit einer Leistung von 30 - 200 MW, welche im Hochtemperaturbereich arbeiten (400 - 800°C). Momentan sind solche Anlagen die einzige Solartechnologie, die fossil und nuklear betriebene Kraftwerke von ihrer Leistungsklasse her ersetzen könnten. Neben reinen Solaranlagen sind auch so genannte Hybridanlagen geplant, die in konventionelle Dampfkraftwerke (z.B. GuD-Kraftwerke) integriert sind und dort einen Teil der Dampferzeugung während des Tages übernehmen (und somit fossilen Brennstoff einsparen). Zudem besteht die Möglichkeit, solche Anlagen zusätzlich mit einem thermischen Speichersystem auszurüsten (z.B. einer Salzschnmelze), um die Stromproduktion besser der Nachfrage anpassen zu können. Damit kann auch teurer Spitzenlaststrom erzeugt werden. Solche Systeme können Effizienzhöchstwerte bei der Umwandlung von Sonnenstrahlung zu Netto-Netzeinspeisung von mehr als 20% erreichen und zwar über den ganzen Tag hindurch.

Dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung

Neben der Anwendung für die zentrale Stromerzeugung können im Falle der Parabol-Schüssel-Technologie auch dezentrale, kleinere Kraftwerkseinheiten zur Strom- und/oder Prozesswärmeerzeugung realisiert werden (z.B. als Ersatz von Dieselaggregaten). Für eine nähere Beschreibung der Technologie verweisen wir auf unsere Studie vom November 2003. Im Folgenden beschränken wir uns auf den aktuellen Stand der Projekte.

Bestehende Anlagen und geplante Projekte

Erste kommerzielle CSP-Anlagen in den 80er Jahren in Kalifornien und Spanien

Seit Anfang der 1980er Jahre wurden vor allem in den USA und Spanien verschiedene Versuchs- und Demonstrationsanlagen gebaut und betrieben. Dies erfolgte im Rahmen von Forschungsprogrammen des US-Energieministeriums (Forschungseinrichtung *SunLab*) und dem Deutsch-Spanischen Gemeinschaftstestzentrums, der *Plataforma Solar de Almeria*. Rein privat finanziert und gebaut wurden zwischen 1984 - 1991 die neun sog. SEGS-Kraftwerke des Parabolrinnen-Typs in der kalifornischen Mojavewüste mit 1.2 Mrd. USD Investmentvolumen und einer totalen Kapazität von 350 MW_{el}. Sie werden bis heute noch rein kommerziell betrieben.

Neue Kraftwerksprojekte kommen langsam voran

Erst in den letzten zwei, drei Jahren haben sich die Planungen für neue Kraftwerksprojekte aufgrund von technologischen Fortschritten wie auch von günstigeren politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (u.a. Klimaschutzabkommen, erneut hohe Ölpreise, Förderprogramme für erneuerbare Energien,



attraktive Einspeisevergütungen) deutlich intensiviert. Solche Grossprojekte benötigen langwierige Bewilligungsverfahren und Finanzierungslösungen. Gegenüber dem Stand im Vorjahr ergeben sich daher nur wenige Neuigkeiten, was die Projektrealisierung betrifft.

**Solar Millennium
an der Börse**

Am 27. Juli 2005 begann der Handel der Aktien des deutschen Projektentwicklers *Solar Millennium AG*. Das Unternehmen ist zuversichtlich, dass in den nächsten Monaten eine Reihe von Projekten zusammen mit verschiedenen Partnern erfolgreich vorangetrieben werden kann, allen voran die Parabolrinnenprojekte Andasol 1-3 (Abb. 25, Projekt Nr. 12) in Südspanien. Das Solar kraftwerk wird für den Strom entsprechend dem spanischen Anreizprogramm 0.18 EUR zusätzlich zum normalen Strompreis als Einspeisevergütung erhalten.

**Spanischer «Solarturm»
im Bau**

In der Nähe der spanischen Stadt Sevilla soll ein 100 Meter hoher «Solarturm» entstehen. Ein Tochterunternehmen des börsennotierten spanischen Umwelttechnik Konzerns *Abengoa*, die *Solucar Energia*, will die 11 MW starke Anlage mit der Projektbezeichnung «PS10» errichten (Projekt Nr. 13). Damit wird in Spanien eine Technologie aus dem Bereich Solarenergie kommerzialisiert, von der man sich in den USA eher abgewendet hat. Für das Kraftwerk werden auf computergesteuerten Sockeln 624 grosse Spiegel auf 75'000 m² angebracht und das Sonnenlicht auf die Spitze des Turms konzentriert und Dampf erzeugt, welcher eine Turbine zur Stromerzeugung antreibt. Die börsennotierte *Telvent GIT* mit Sitz in Madrid liefert das Kontrollsystem für die Nachführung der Spiegel, bzw. Heliostaten.

**Iberdrola mit neun
Solarkraftwerken in Planung**

Der spanische Energiekonzern *Iberdrola* plant den Bau von neun solarthermischen Kraftwerken im Süden und Südwesten des Landes (Projekt Nr. 16). Die Parabolrinnenkraftwerke sollen über eine Leistung von je 50 MW verfügen. *Iberdrola* ist bereits Europas grösster Windstromerzeuger mit einer Anlagenkapazität von 3'000 MW. Die Spanier besitzen aber auch konventionelle Kraftwerke auf der Basis von Gas, Kohle und Kernkraft. Die Ankündigung von *Iberdrola* erfolgt vor dem Hintergrund neuer Ausbauziele für erneuerbare Energien in Spanien, die Ende August verabschiedet wurden. Demnach soll in Spanien bis 2010 eine solarthermische Kraftwerksleistung von 500 MW aufgebaut werden.

**Aufschwung für
Solarthermieprojekte
in den USA?**

Nicht zuletzt durch das neue Energiegesetz haben sich in den USA die Bedingungen für grosse Solarthermieprojekte verbessert. In Kalifornien soll eine der grössten solarthermischen Anlagen weltweit entstehen (Projekt Nr. 19). *Stirling Energy Systems* aus Arizona will nahe San Diego ein Solarthermiekraftwerk erstellen und betreiben, das den Versorger *San Diego Gas & Electric (SDG&E)* zunächst mit 300 MW Strom versorgen soll. Es ist geplant, die Leistung bis 2015 auf 900 MW zu steigern. *SDG&E* hat sich verpflichtet, den Anteil regenerativ erzeugten Stroms bis 2010 auf 20% aufzustocken. Der so genannte «Renewable Portfolio Standard» verpflichtet Stromversorger in den USA, einen bestimmten, ansteigenden Anteil der Elektrizität aus erneuerbaren Energien zu erzeugen und anzubieten.



Abb. 25: Übersicht über Projekte im Bereich solarthermische Kraftwerke

Standort	Finanzierung	Solar-technologie	Engineering, Lieferant	Hybrid-betrieb	Solar-kapazität (MWel)	Gesamt-kapazität (MWel)	Projekt-status ^{a)}	geplante Inbetrieb-nahme
1 Algerien	Algerisches EEG / Kreditvergabe nach Ausschreibung	Parabolrinne	Bid Selection	Ja, GuD-Kraftwerk	25	150	2	2007
2 Australien	z.T. aus austral. Greenhouse Gas Zusatzvergütung	Aufwind	SBP/EnviroMission	Nein	200	200	2	n/a
3 Ägypten	GEF/Weltbank	Parabolrinne	Auswahl erfolgt nach Präqualifikation, RfP & Bid Selection	Ja, GuD-Kraftwerk	30	135	2	2007
4 Indien	MNES, GEF, KfW	Parabolrinne	Fichtner Solar (Consultant des indischen EVU und KfW)	Ja, GuD-Kraftwerk	35	120-160	2	2007
5 Iran	Je nach Projektstruktur noch zu entscheiden / IPDO	Parabolrinne	Fichtner Solar und Flabeg Solar (Consultants der IPDO)	Ja, GuD-Kraftwerk	70	300-400	3	n/a
6 Israel	Israelisches Technologieprogramm + Banken	Parabolrinne	Solel als Promotor / Auswahlverfahren noch nicht festgelegt	Ja, aber hoher Solaranteil	100	100	3	n/a
7 Italien	Italienisches Forschungsprogramm	Parabolrinne (mit Salzschmelze)	ENEA (staatl. Forschungszentrum), Industrie und Enel	Ja, GuD-Kraftwerk	40	500	2	2006
8 Jordanien	Je nach Projektstruktur noch zu entscheiden	Parabolrinne	Voruntersuchung durch Solar Millennium; RfP & Bid Selection	Ja; Dampf- oder GuD-Kraftwerk	30-130	130	3	n/a
9 Kreta	Griech. EEG & erneuerbare Energiefinanzprogramme	Parabolrinne	THESEUS A.E. (Solar Millennium, OADYK, Fichtner)	Nein	50	50	2-3	2007
10 Marokko	GEF/WB/O.N.E.	Parabolrinne	F/S durch Pilkington Solar & INITEC; RfP & Bid Selection	Ja, GuD-Kraftwerk	30	220	2	2007
11 Mexiko	GEF/WB/CFE	Parabolrinne	F/S durch Spencer Management; Bid läuft seit 2002	Ja, GuD-Kraftwerk	30	300	2	2007+
12 Spanien, AndaSol 1-3	Spanisches EEG + Projektfinanzierung	Parabolrinne	Solar Millennium + ACS Cobra	Ja; mit ca. 90% Solaranteil	3 x 50	3 x 50	1	1. Anlage: 2006
13 Spanien, PS10	Spanisches EEG + Projektfinanzierung	Turm	Inabensa/Solucar/Abengoa	Ja; mit ca. 90% Solaranteil	11	11	1	2005/6
14 Spanien, Solar Tres	Spanisches EEG + Projektfinanzierung	Turm	SENER / Solar Tres	Ja; mit ca. 90% Solaranteil	15	15	3	n/a
15 Spanien, Euro SEGS	Spanisches EEG + Projektfinanzierung	Parabolrinne	EHN / Solargenix	Ja; mit ca. 90% Solaranteil	15	15	3	n/a
16 Spanien	Spanisches EEG + Projektfinanzierung	Parabolrinne	Iberdrola	Ja; mit ca. 90% Solaranteil	9 x 50	9 x 50	3-4	n/a
17 Südafrika	Nicht bekannt	Turm	ESKOM	Nein	100	100	3	n/a
18 USA, Nevada	PPA mit Nevada Power / Projektfinanzierung	Parabolrinne	Solargenix/Schott Solar	Ja, mit 25% fossiler Zufeuerung	64	64	1	2007
19 USA, San Diego	PPA mit San Diego Gas & Electric	Parabolrinne	Stirling Energy Systems	Nein	300	300	2	2007

a) Projektstatus: 1 = in Bau; 2 = Projekte in Planungsphase; 3 = Projekte in Vorplanung (Machbarkeitsprüfung erfolgt); 4 = beabsichtigte Projekte
 Quelle: SolarPaces, September 2005 und Sarasin

**Zweites US-Projekt mit deutscher Technologie**

Ein weiteres Parabolrinnen-Projekt entsteht in Boulder City im US-Bundesstaat Nevada (Projekt Nr. 18). Die deutsche *Schott Solar GmbH* liefert dafür die Solar-Receiver. Diese zählen zu den Schlüsselkomponenten von Parabolrinnenkraftwerken. Das 64 MW Kraftwerk soll im Juni 2007 ans Netz gehen und dann Strom für 40'000 Haushalte liefern. Projektpartner ist das US-Unternehmen *Solargenix*. Das neue Kraftwerk ist seit 15 Jahren wieder das erste kommerziell betriebene solarthermische Kraftwerk in den USA. Die Realisierung des Kraftwerks in Nevada gilt sozusagen als Initialzündung für den Ausbau dieser Technologie.

Hohe Entwicklungskosten verhindern den Boom

Einem Boom für Solarthermiekraftwerke stehen vor allem die hohen Entwicklungskosten entgegen. So hat etwa Solar Millenium rund 20 Mio. EUR benötigt, um die Technologie für zwei Anlagen in Spanien zur Marktreife zu bringen und die Projekte zu entwickeln. Das gesamte Investitionsvolumen für die Umsetzung von drei solarthermischen Kraftwerken mit jeweils 50 MW Leistung in Andalusien beläuft sich auf etwa 500 Mio. EUR.

Kommerzialisierung – 2006 als ‚Jahr der Wahrheit‘

Abb. 25 zeigt den Stand der weltweiten Projekte im Überblick. 2006 könnte tatsächlich für einige Projekte zum Jahr der Wahrheit, bzw. der kommerziellen Anwendung werden. Insgesamt beurteilen wir die Chancen dieser Solartechnologie als sehr gut. Gleichzeitig bestehen aber immer noch erhebliche Risiken, die die Nutzung dieser Technologie behindern oder verzögern könnten.

Marktperspektiven**Chancen**

Ein grosses Marktpotenzial der solarthermischen Kraftwerkstechnologien besteht aufgrund der Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung v.a. in Ländern des ‚Sonnengürtels‘, d.h. bspw. den Südstaaten der USA, Mexiko, Südeuropa, Afrika, Naher und Mittlerer Osten, Indien, Australien. Folgende Chancen ergeben sich aus dem erreichten technischen Stand und den verbesserten Rahmenbedingungen:

- ◆ Die Wirtschaftlichkeit dieser Technologien, d.h. vergleichbare Kosten wie die konventionelle Kraftwerkstechnologie, scheint in absehbarer Zeit in den Bereich des Möglichen zu rücken.
- ◆ Anders als bei der Photovoltaik handelt es sich hier um eine Grosskraftwerkstechnologie, die einen Einsatz für die zentrale Stromversorgung «in grossem Stil» ermöglichen und langfristig gar einen Ersatz für fossile und nukleare Kraftwerke darstellen könnte.
- ◆ Die genannten Förderprogramme und Initiativen, vor allem in Spanien und den USA, sind Ausdruck einer stärkeren energiepolitischen Förderung erneuerbarer Technologien insgesamt. In diesem Zusammenhang wurde nun auch die zentrale Solarthermie «wieder entdeckt».

Risiken

Den Chancen für die weitere Entwicklung solarthermischer Kraftwerkstechnologien stehen auch Risiken gegenüber:

- ◆ Verlässlichkeit der Finanzierungsbedingungen, bzw. Förderprogramme
- ◆ Länderrisiken (Standorte der Projekte befinden sich vielfach in Ländern mit unsicheren Rahmenbedingungen)

- ◆ Die Zukunft der solarthermischen Kraftwerkstechnologien hängt weitaus stärker als die der Photovoltaik und der Solarkollektoren von der kostenseitigen Konkurrenzfähigkeit ab. Es kommt daher darauf an, dass die projektierten Kosteneinsparungen durch die Anlagen neuerer Generation effektiv realisiert werden können.

**Die Technik steht bereit,
sagt der Branchenverband**

Laut einer Studie von Greenpeace²⁴ und dem europäischen Solarthermie-Industrieverband ESTIA könnte mit solarthermischen Kraftwerken im Jahr 2040 weltweit mehr Strom erzeugt werden als heute mit Atomkraft oder Wasserkraft. Bis 2040 könnten fünf Prozent der weltweit verbrauchten Elektrizität aus Solarwärme-Kraftwerken stammen – trotz einer bis dahin erwarteten Verdoppelung des Stromverbrauchs. Die Studie zeigt praktische Wege auf, wie die Weichen zur Durchsetzung dieser Technologie gestellt werden müssen. Der Mittlere Osten und Nordafrika könnten die Vorreiterrolle übernehmen. Bis zu 100 Millionen Menschen könnten in den sonnigsten Gebieten der Erde Gebrauch von der sauberen Energiequelle machen.

**Fazit: Die Chancen
sind intakt**

Die weitere Entwicklung der solarthermischen Kraftwerkstechnologie hängt, wie schon letztes Jahr erwähnt, stark vom Erfolg der jetzt in Planung befindlichen Projekte ab. Die Fortschritte waren nicht so rasch wie erwartet. Momentan liegt die gesamte installierte Kapazität immer noch bei «nur» 354 MW, welche allesamt aus den ‚Boomjahren‘ anfangs der 90er stammen. Im laufenden Jahr wird kein neues Kraftwerk mehr ans Netz gehen. 2006 könnten es aber bereits rund 150 MW sein. Erfüllen diese Anlagen die Erwartungen an Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit, so sind die Voraussetzungen für die Realisierung der grossen Marktpotenziale gegeben und es ist ein Wachstumsschub zu erwarten. Eine quantitative Prognose ist weiterhin sehr schwierig zu machen. Die globale Marktinitiative für solarthermische Kraftwerke (CSP GMI)²⁵ will bis 2015 rund 5'000 MW neue solarthermische Kapazitäten schaffen. Nach derzeitiger Projektlage erscheint diese Zielvorgabe als ambitiös, aber nicht als unmöglich. Gemäss Abb. 25 wären bei 100%-iger Projektrealisierung bis 2008 schon rund 3'000 MW erreicht. Momentan ist der Grossteil der Projekte noch in der Phase der Machbarkeitsüberprüfung, d.h. die Ausfallquote bis zu einer endgültigen Realisierung dürfte relativ hoch sein. Wir rechnen daher realistischerweise mit rund 1'500 MW bis 2008.

²⁴ Concentrated Solar Thermal Power – Now! Greenpeace, ESTIA, Solarpaces, Brüssel, September 2005

²⁵ GMI Broschüre, www.solarpaces.org

Kontakte

	Andreas Knörzer Leiter Sarasin Sustainable Investment	Tel. +41 61 277 74 77 andreas.knoerzer@sarasin.ch
Portfolio Management	Gabriele Grewe Leiterin Portfolio Management Anleihen und gemischte Portfolios	Tel. +41 61 277 70 73 gabriele.grewe@sarasin.ch
	Catrina Vaterlaus-Rieder Stv. Leiterin Portfolio Management Aktien-Portfolios	Tel. +41 61 277 78 05 catrina.vaterlaus@sarasin.ch
	Arthur Hoffmann Aktien-Portfolios	Tel. +41 61 277 73 22 arthur.hoffmann@sarasin.ch
	Johannes Weisser Anleihen und gemischte Portfolios	Tel. +41 61 277 72 67 johannes.weisser@sarasin.ch
	Romeo Burri Support	Tel. +41 61 277 73 60 romeo.burri@sarasin.ch
Sustainability Research	Dr. Eckhard Plinke Leiter Research Maschinenbau, Elektrotechnik und Elektronik	Tel. +41 61 277 75 74 eckhard.plinke@sarasin.ch
	Makiko Ashida Versicherungen, Konsumgüter	Tel. +41 61 277 74 70 makiko.ashida@sarasin.ch
	Dr. Michaela Collins Handel, Tourismus, Länder, Institutionen	Tel. +41 61 277 77 68 michaela.collins@sarasin.ch
	Dr. Matthias Fawer Energie, Nahrungsmittel, Wasserversorgung	Tel. +41 61 277 73 03 matthias.fawer@sarasin.ch
	Andreas Holzer Chemie, Gesundheitswesen, Papier, Bergbau	Tel. +41 61 277 70 38 andreas.holzer@sarasin.ch
	Klaus Kämpf Banken, Dienstleistungen, Software, Entsorgung	Tel. +41 61 277 77 80 klaus.kaempf@sarasin.ch
	Dr. Gabriella Ries Medien, Telekommunikation, Baustoffe, Transport	Tel. +41 61 277 71 66 gabriella.ries@sarasin.ch
	Balasz Magyar Research-Assistent	Tel. +41 61 277 73 66 balasz.magyar@sarasin.ch
Marketing/Support	Erol Bilecen Marketing Support	Tel. +41 61 277 75 62 erol.bilecen@sarasin.ch
	Dr. Mirjam Würth Marketing Support	Tel. +41 61 277 73 42 mirjam.wuerth@sarasin.ch
	Gabriela Pace Assistenz/Sekretariat	Tel. +41 61 277 73 31 gabriela.pace@sarasin.ch
Kontakt	Bank Sarasin & Cie AG Gabriela Pace Elisabethenstrasse 62 CH – 4002 Basel	gabriela.pace@sarasin.ch
Website	www.sarasin.ch/nachhaltigkeit	

Publikationen

Pharma	Packungsbeilage für Investoren. Eine Analyse der Sozial- und Umweltaspekte der pharmazeutischen Industrie. Andreas Holzer, Oktober 2005
Pfandbriefe	Nachhaltigkeit von Pfandbriefen. Klaus Kämpf, Juli 2005
Schwellenländer	Staatsanleihen aus Schwellenländern: Eine nachhaltige Geldanlage? Michaela Collins, Juni 2005
Öffentliche Finanzinstitutionen	Nachhaltigkeit öffentlicher Finanzinstitutionen. Klaus Kämpf, März 2005
Solarenergie 2004	Solarenergie – ungetrübter Sonnenschein? Aktuelle und zukünftige Aussichten für Photovoltaik und Solarthermie. Matthias Fawer, November 2004
China	«Made in China» - Ist dieses Label nachhaltig? – Chancen und Risiken des China-Booms aus Sicht des Nachhaltigen Investments. Makiko Ashida/Eckhard Plinke, September 2004 (Kurzfassung der englischen Studie)
Medien	Inhalt verpflichtet – Nachhaltigkeitsthemen der Medienbranche. Gabriella Ries, Juni 2004
Biotechnologie	Nachhaltige Perspektiven der medizinischen Biotechnologie – Potenziale für nachhaltig orientierte Kapitalanleger. Andrew DeBoo, März 2004 (Kurzfassung der englischen Studie)
Staatsanleihen	Nachhaltigkeit bei Staatsanleihen – Ansatz und Ergebnisse der Sarasin Länderbewertung. Michaela Collins/Astrid Frey, Januar 2004
Solarenergie 2003	Solarenergie – heiter oder bewölkt? Matthias Fawer/Eckhard Plinke, November 2003
Soziale Nachhaltigkeit	Soziale Nachhaltigkeit von Unternehmen messen – Kriterien der Bank Sarasin für nachhaltige Kapitalanlagen. Eckhard Plinke, September 2003
Telekommunikation	Auf nachhaltigen Pfaden – wo steht die Telekommunikationsbranche? Themen, Trends und Leader. Gabriella Ries/Christoph Ladner, Juli 2003
Wasser	Wege aus der Wasserkrise – Kann der nachhaltig orientierte Kapitalanleger einen Beitrag leisten? Andreas Knörzner/Eckhard Plinke, März 2003
Performance	Aktienperformance und Nachhaltigkeit – Hat die Umwelt- und Sozialperformance einen Einfluss auf die Aktienperformance? Eckhard Plinke u.a., September 2002
Nahrungsmittel	Wie nachhaltig ist die Nahrungsmittelindustrie? – Eine Untersuchung über die Umwelt- und Sozialverträglichkeit der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie. Matthias Fawer/Christoph Butz/ Catrina Vaterlaus-Rieder, August 2001
Forstwirtschaft	Wie nachhaltig sind die Erfinder der Nachhaltigkeit? – Eine Übersicht über die Forst- und Papierindustrie. Christoph Butz/Catrina Vaterlaus-Rieder, Juli 2000



SARASIN

Wichtige Informationen

Diese Publikation der Bank Sarasin & Cie AG («BSC») wurde nicht vom Finanzresearch unseres Instituts erstellt und ist nicht das Ergebnis einer Finanzanalyse. Die «Richtlinien zur Sicherstellung der Unabhängigkeit der Finanzanalyse» der Schweizerischen Bankiervereinigung finden folglich darauf keine Anwendung. Dieses Dokument wurde aus öffentlich zugänglichen Informationen und Daten («Informationen») erstellt, welche als zuverlässig erachtet werden. Trotzdem kann BSC weder eine vertragliche noch eine stillschweigende Haftung dafür übernehmen, dass diese Informationen korrekt und vollständig sind. Mögliche Fehler dieser Informationen bilden keine Grundlage für eine direkte oder indirekte Haftung der BSC. Insbesondere ist BSC nicht dafür verantwortlich, dass die hier geäußerten Meinungen, Pläne oder Details über Unternehmen, die Strategien derselben, das volkswirtschaftliche Umfeld, das Markt-, Konkurrenz- oder regulatorische Umfeld etc. unverändert bleiben. Obwohl BSC sich nach besten Kräften bemüht hat, eine zuverlässige Publikation zu erstellen, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die hier abgegebenen Meinungen, Einschätzungen und Schlussfolgerungen unzutreffend sind. Selbst wenn diese Publikation im Zusammenhang mit einem bestehenden Vertragsverhältnis abgegeben wurde, ist die Haftung der BSC auf grobe Fahrlässigkeit oder Absicht beschränkt. Darüber hinaus lehnt BSC die Haftung für geringfügige Unkorrektheiten ab. In jedem Falle ist die Haftung der BSC auf denjenigen Betrag beschränkt, wie er üblicherweise zu erwarten wäre. Die Haftung für indirekte Schäden wird ausdrücklich abgelehnt. Diese Publikation stellt kein Angebot, keine Offerte oder Aufforderung zur Offertstellung zum Kauf oder Verkauf von anlage- oder anderen spezifischen Produkten dar. Die BSC kann jederzeit für die in dieser Publikation erwähnten Wertpapiere eine Kaufs- bzw. Verkaufsposition einnehmen oder als Auftraggeber bzw. Mandatsträger auftreten oder dem Emittenten Dienstleistungen zukommen lassen. Es ist auch möglich, dass Mitarbeiter der BSC in einer Organstellung einer hierin untersuchten Unternehmung sein können. Wenngleich bei der BSC Massnahmen getroffen wurden, damit Interessenkonflikte vermieden oder offen gelegt werden, so kann BSC dies nicht zusichern. Folglich kann BSC keine Haftung aus solchen Interessenkonflikten übernehmen. Hierin geäußerte Meinungen und Preise können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden.

Dieses Dokument darf weder direkt noch indirekt in den USA, Kanada oder Japan verteilt werden. Personen mit Domizil in anderen Staaten beachten bitte die geltenden Verkaufsbeschränkungen für die entsprechenden Produkte.

© Copyright Bank Sarasin & Cie AG. Alle Rechte vorbehalten



SARASIN