



SARASIN

## Sarasin Studie

Sarasin Sustainable Investment

# **Solarenergie – ungetrübter Sonnenschein?**

## **Aktuelle und zukünftige Aussichten für Photovoltaik und Solarthermie**

November 2004

Dr. Matthias Fawer-Wasser  
+41 61 277 73 03  
matthias.fawer@sarasin.ch

Schutzgebühr: CHF 50 / EUR 35

## 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 zweiten Mal auf die hilfreiche Unterstützung und das umfangreiche Datenmaterial von Herrn Werner Koldehoff zurückgreifen.

Für die wertvollen Beiträge im Rahmen der Einschubartikel bedanken wir uns bei den folgenden Experten:

- ◆ Dr. Nikolaus Meyer, Geschäftsführer der *Sulfurcell Solartechnik GmbH*;
- ◆ Dr. John S. MacDonald, Geschäftsführer der *Day4 Energy Inc.*;
- ◆ Christian Hilgenberg, Geschäftsführer der *IEM Ingenieurbüro Energie- und Messtechnik AG*;
- ◆ Rainer Aringhoff, Generalsekretär des *European Solar Thermal Power Industry Association (ESTIA)*;
- ◆ Dr. Michael Geyer, Geschäftsführer der *IEA SolarPaces*.

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, Geschäftsführer des Verbandes *European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF)*.

# Inhalt

	<b>Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<hr/>		
	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<hr/>		
<b>1</b>	<b>Photovoltaik (PV)</b>	<b>6</b>
	1.1 Allgemeine Übersicht über den PV-Markt 2003	6
	1.2 Analyse der einzelnen Wertschöpfungsstufen	7
	1.3 Solarzellen-Technologien	9
	1.4 Die Top Ten der Solarzellenproduzenten	12
	1.5 Die wichtigsten PV-Märkte	16
	1.6 Entwicklung des PV-Marktes bis 2020	27
<hr/>		
<b>2</b>	<b>Solarkollektoren</b>	<b>29</b>
	2.1 Technologische Neuerungen	29
	2.2 Kostenentwicklung	30
	2.3 Wichtige Unternehmen	30
	2.4 Wichtigste Märkte weltweit	32
	2.5 Marktentwicklung in Europa	35
	2.6 Entwicklung des Marktes bis 2020	40
<hr/>		
<b>3</b>	<b>Solarthermische Kraftwerke</b>	<b>44</b>
	3.1 Anwendungsbereiche	44
	3.2 Bestehende Anlagen und geplante Projekte	45
	3.3 Marktperspektiven	48



## Zusammenfassung

**Photovoltaik** Der weltweite Markt für Photovoltaik hat – gemessen an der Jahresproduktion von Solarzellen und -modulen – im letzten Jahr um 34% zugelegt und auch in den ersten zehn Monaten des laufenden Jahres sein kräftiges Wachstum unbeeinträchtigt fortgesetzt. In der Tat ist es nicht verfehlt, momentan von einem eigentlichen Boom zu sprechen, der gemäss unserer Prognose noch ein, zwei Jahre anhalten wird, um sich dann gegen Ende des Jahrzehnts abzuflachen.

Ein ganz wichtiger Motor dieses PV-Booms ist Deutschland. Dank der erfolgreichen Novellierung des Erneuerbaren Energien-Gesetzes (EEG), welches Solaranlagenbetreiber noch höhere Einspeisevergütungen in Aussicht stellt, wird vor allem Deutschland in diesem Jahr ein noch nie gesehenes Wachstum hinlegen, welches auch die weltweite Solarzellenproduktion mitzureissen vermag. Wir gehen dementsprechend davon aus, dass Ende 2004 weltweit die Schallgrenze von einem Gigawatt produzierten Solarzellen erstmals überschritten wird (1'125 MW) und damit eine Wachstumsrate von 50% erreicht wird.

Das deutsche Solarwunder dürfte jedoch nicht ewig dauern. Erstens wachsen die Kapazitäten der deutschen Zell- und Modulhersteller stärker als der heimische Markt, so dass der Verkäufermarkt bald in einen Käufermarkt kippen könnte. Und zweitens bauen vor allem die japanischen Hersteller ebenfalls massiv Kapazitäten auf und weil ihr Heimatmarkt seinerseits für die aufgebauten Kapazitäten zu klein wird und die Hersteller auf Export drängen, dürfte sich dadurch mittelfristig die Konkurrenzsituation ganz empfindlich verschärfen.

Neben der härteren Konkurrenz durch Fernost orten wir auch gewisse Gefahren auf Seiten einer sich verknappenden Rohstoffversorgung. Die Kapazitäten für eine spezifische Solarsiliziumproduktion sind erst am Entstehen und die Halbleiterindustrie fragt nach ihrer Krise wieder mehr Silizium nach, so dass es bei einer weiterhin wachsender Solarzellenproduktion vorübergehend zu Engpässen und Preissteigerungen kommen könnte.

Für den japanischen Markt, welcher bisher die Rolle der weltweiten Lokomotive gespielt hat, sehen wir gewisse Unsicherheiten für die Zeit nach dem definitiven Auslaufen des überaus erfolgreichen RPVDP-Förderprogramms. In den USA ist der PV-Markt zurzeit im Umbruch. Strukturell spielt sich das grösste Wachstum momentan im Bereich der netzgekoppelten Anlagen ab und dieses Segment befindet sich in den USA erst allmählich im Aufbau.

Längerfristig ist das Potenzial für die Photovoltaik aber alles andere als ausgereizt. In 8-10 Jahren könnten Technologien zur Verfügung stehen, welche deutliche Kostensenkungen ermöglichen, die über die kontinuierliche Kostensenkung im Rahmen von Produktionsoptimierungen hinausgehen (5% Kostenreduktion gemäss EEG). Dies wird gemäss unserer Einschätzung dazu führen, dass das

weltweite Wachstum in der Photovoltaikindustrie nach einer vorübergehenden Verschnaufpause ab 2010 wieder anziehen wird und sich das Volumen der jährlich produzierten Zellen bis ins Jahr 2020 auf einen Wert von 5'800 MW erhöhen dürfte. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Wachstumsrate der jährlichen Zellenproduktion zwischen 2003 und 2020 von 13%.

**Solarkollektoren** Die Solarthermie ist eine weitgehend ausgereifte Technik. Technologische Neuerungen sind vor allem im Bereich solares Kühlen und bei Hybridanlagen zu erwarten. Die durchschnittlichen Kosten für Solarkollektoren sind in den letzten drei Jahren in Europa um rund 10% gefallen. Der weltweite Solarkollektorenmarkt ist stark fragmentiert und die Informationslage über die Unternehmen sehr dürftig. Deutlich konsolidierter präsentiert sich der deutsche Markt: Drei grosse Unternehmen beherrschen hier ein Drittel des deutschen Flachkollektorenmarktes.

Die weltweit neu installierte Kollektorfläche stieg letztes Jahr um 23% auf 12.9 Mio. m<sup>2</sup>. Entsprechend dem neu definierten Umrechnungsfaktor von 0.7 kW<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> entspricht diese Fläche einer neu installierten Leistung von 9 GW<sub>th</sub>. Drei Viertel dieser neu installierten Fläche wurden in China installiert. Hier wächst die Nachfrage parallel mit dem stark wachsenden Energiebedarf. Die enorme Nachfrage in China ist in erster Linie durch die grosse Bevölkerungszahl bedingt. Bei der installierten Fläche pro Kopf liegt nämlich China noch hinter den führenden europäischen Ländern und deutlich hinter Israel zurück, welches die höchste Pro-Kopf-Fläche aufweist. Dieser Vergleich legt nahe, dass der chinesische Markt weiter kräftig wachsen kann. Zudem treten chinesische Hersteller zunehmend als Exporteure hochwertiger Kollektoren am internationalen Markt auf.

Der gesamteuropäische Markt ist letztes Jahr um 25% gewachsen und wird weiterhin von den drei Ländern Deutschland, Griechenland und Österreich dominiert. In diesen drei Ländern wurden 80% aller Produkte abgesetzt. Für dieses Jahr erwarten wir für Europa hingegen eine deutliche Wachstumsabschwächung auf 7% und für nächstes Jahr dürfte das Wachstum – vor allem aufgrund des befürchteten Rückgangs der neu installierten Fläche in Deutschland – gar nur noch bei 2% liegen. Gerade auf dem deutschen Markt scheint sich eine gewisse Konkurrenz zwischen der immer populärereren Photovoltaik und der vermeintlich «unspektakulären» Solarwärme abzuzeichnen.

Dank dem neu definierten Umrechnungsfaktor von 0.7 kW<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> wird die Solarthermie viel einfacher mit anderen erneuerbaren Energien vergleichbar. Damit wird erstmals deutlich wie bedeutend die Solarthermie eigentlich ist. Mit einer weltweit installierten Kapazität von 60 GW<sub>th</sub> (2003, nur verglaste Kollektoren) liegt die Solarwärme noch vor der Windenergie (2003: 40 GW<sub>el</sub>) und klar vor der Photovoltaik (2003, OECD Länder: 1.8 GW<sub>el</sub>).

Gemäss unserer Langzeitprognose bewegen sich die weltweiten Wachstumsraten der Solarthermie bis 2010 zwischen 17-20%. Im zweiten Jahrzehnt werden die Wachstumsraten kontinuierlich bis auf ein Niveau von 10% zurückgehen. Das Marktvolumen wird sich, gemessen an der jährlich neu installierten Fläche, bzw. Kapazität, bis ins Jahr 2020 auf einen Wert von 160 Mio. m<sup>2</sup>, bzw. 112 GW<sub>th</sub> erhöhen.

**Solarthermische Kraftwerke**

Die solarthermischen Kraftwerke sind in letzter Zeit wieder stärker in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Technologische Neuerungen und verbesserte energiepolitische Rahmenbedingungen v.a. in den USA und in Spanien haben eine eindruckliche Projektpipeline entstehen lassen, bei deren Realisierung noch vor Ende des Jahrzehnts rund 3'000 MW Leistung in Betrieb genommen werden könnte.

Die meisten dieser Projekte befinden sich allerdings noch in einem sehr frühen Planungsstadium und ihre tatsächliche Realisierung und ihr Erfolg wird entscheidend sein für die weitere Zukunft dieser an sich sehr interessanten solartechnischen Option.

Für die solarthermischen Kraftwerke geben wir keine eigene Prognose ab, wir verweisen hier auf die Zielvorgabe einer Brancheninitiative, welche sich die Installation von 5'000 MW bis zum Jahr 2015 zum Ziel gesetzt hat. Obwohl wir an das langfristige Potenzial dieser Technologie glauben (insbesondere weil es die einzige solare Technologieoption ist, welche dereinst auch konventionelle thermische oder nukleare Kraftwerke ersetzen könnte), halten wir diese Vorgabe als ambitiös aber auch nicht als unmöglich.



## Einleitung

- Gesamte Solarenergie-nutzung wird beleuchtet. Neues Konzept hat sich bewährt** Im letzten Jahr haben wir unsere jährliche Photovoltaikstudie zum ersten Mal um ein Kapitel der solarthermischen Energienutzung ergänzt. Die Reaktionen darauf waren durchwegs positiv, weshalb wir auch dieses Jahr an diesem Prinzip festhalten und eine Gesamtschau zur Solarenergie bieten möchten. Deshalb werden neben der Photovoltaik, welche traditionell den Schwerpunkt der Sarasin-Studie bildet, insbesondere solarthermische Anwendungen – von herkömmlichen Solarkollektoren bis zu neuen Einsatzmöglichkeiten wie dem solaren Kühlen – beschrieben, aber auch aktuelle Entwicklungen im Bereich der solarthermischen Kraftwerke. Allerdings werden wir dieses Jahr den Schwerpunkt vermehrt auf Neuerungen und Aktualisierungen legen.
- Kurzfrist-Prognose für wichtigste Märkte** Um den zunehmenden Anfragen nach regionalen Prognosen gerecht zu werden, veröffentlichen wir erstmals eine Kurzfristprognose für die PV-Marktentwicklung bis 2006 in den wichtigsten drei Solarmärkten Japan, Deutschland und USA. Da unsere Studie in erster Linie im deutschsprachigen Teil Europas gelesen wird, rechtfertigt sich insbesondere eine genauere Betrachtung des deutschen Marktes.
- Langzeitprognose bis 2020** Der PV-Teil schliesst wie immer mit einer globalen Langzeitprognose der Entwicklung des jährlichen Photovoltaikmarktes. Angesichts der Tatsache, dass wir uns rasch der Hälfte des Jahrzehnts nähern, haben wir unseren Prognosezeitraum von 2010 auf 2020 ausgedehnt.
- Solarkollektoren mit News aus den wichtigsten Ländern** Bei den Solarkollektoren liegt dieses Jahr der Schwerpunkt auf der Beschreibung der wichtigsten Märkte wie China, Deutschland, Griechenland und Österreich aber auch auf neuen aufstrebenden Märkten wie Australien, Spanien und Frankreich. Zudem geben wir eine Kurzfristprognose für den europäischen Solarthermie-Markt ab. Die weltweite Langzeitprognose verlängern wir wie bei der Photovoltaik bis ins Jahr 2020.
- Neuester Projektstand der solarthermischen Kraftwerke** Die Entwicklung bei den solarthermischen Kraftwerken verläuft momentan noch etwas weniger stürmisch, weshalb es von dieser Front nicht sehr viel Neues zu berichten gibt. Wir beschränken uns auf eine Aktualisierung der Darstellung aller weltweit laufenden Projekte.
- Expertenmeinungen zu vier ausgesuchten Themen** Als zusätzliche Neuerung lassen wir in der diesjährigen Solarstudie vier ausgewählte Experten in ihrem Spezialgebiet zu Wort kommen. Sie beschreiben aus ihrer Sicht Solartechnologien und -anwendungen, welche künftig zunehmende Bedeutung erhalten dürften.

# 1 Photovoltaik (PV)

## 1.1 Allgemeine Übersicht über den PV-Markt 2003

**Allgemeiner Rückblick** Im Jahr 2003 hat die weltweite Solarzellenproduktion um 34% zugenommen. Für 2003 hatten wir ein weltweites PV-Marktvolumen von 780 MWp prognostiziert. Gemäss den veröffentlichten Zahlen des Fachmagazins *Photon* (März/April 04) wurde dieses Volumen mit knapp 750 MWp nicht ganz erreicht. Unsere Schätzung lag damit rund 4% über dem tatsächlichen Wert.

Gemäss den neuesten Zahlen der IEA PVPS nahm die weltweite Solarzellenproduktion allein in den OECD-Ländern von 520 MW im Vorjahr auf 686 MW im Jahr 2003 zu, was einem Zuwachs von 32% entspricht. Über dem Durchschnitt sind die japanischen (rund 50%) und die deutschen Hersteller (77%) gewachsen, während die Produktion in den USA sogar leicht rückläufig war.<sup>1</sup>

Zurückhaltender verlief der Aufbau der Produktionskapazitäten: diese nahmen im Jahr 2003 laut IEA-PVPS nur rund 17% zu im Vergleich zu über 60% noch im Vorjahr. Insbesondere die neuen Kapazitäten, welche die deutschen Hersteller schon auf Ende 2002 angekündigt hatten, wurden zu einem grossen Teil nicht aufgebaut. Eine Spätfolge davon ist sicher die im laufenden Jahr zu beobachtende Knappheit an Zellen und Modulen und die damit verbundenen ungewöhnlich langen Lieferfristen für Solaranlagen. Die stürmische Entwicklung im ersten Halbjahr 2004, vor allem in Deutschland, hat allerdings den Knoten gelöst und z.T. massive Investitionen ausgelöst.

**PV in Deutschland boomt** Der PV-Markt in Deutschland hat im vergangenen Jahr sein erfreuliches Wachstum mit 133 MW an neu installierter Leistung und vor allem auch im ersten Halbjahr 2004 mit deutlich mehr als 100 MW fortgesetzt. Wurde dieses Wachstum gegen Ende des letzten Jahres noch durch das auslaufende 100'000-Dächerprogramm stimuliert, so ist für das laufende Jahr in erster Linie die definitiv verabschiedete Novellierung des EEG mit seinen grosszügigeren Einspeisevergütungen für den starken Aufschwung verantwortlich. Im Januar kündigte Umweltminister Trittin zudem an, dass Deutschland beabsichtige, sein jährliches Budget für Forschung und Entwicklung im Bereich Photovoltaik auf rund EUR 100 Mio. aufzustocken. Dies entspräche einer Vervierfachung des bisherigen Budgets.

**Preise stabil, könnten temporär leicht steigen** Aufgrund der zunehmenden Knappheit und Lieferengpässe waren im letzten und im laufenden Jahr erwartungsgemäss keine weiteren Kostensenkungen mehr zu beobachten. Aber auch das Gegenteil war nicht der Fall. Viele Hersteller gaben an, die grosse Nachfrage nicht dazu genutzt zu haben, um die Preise zu erhö-

<sup>1</sup> Trends in Photovoltaic Applications; Survey Report of selected IEA countries between 1992 and 2003. IEA Photovoltaic Power Systems Programme – Task 1; September 2004. Wenn wir uns in der Folge auf Angaben des IEA-PVPS berufen, so stammen die Informationen meist ebenfalls aus dieser Publikation.

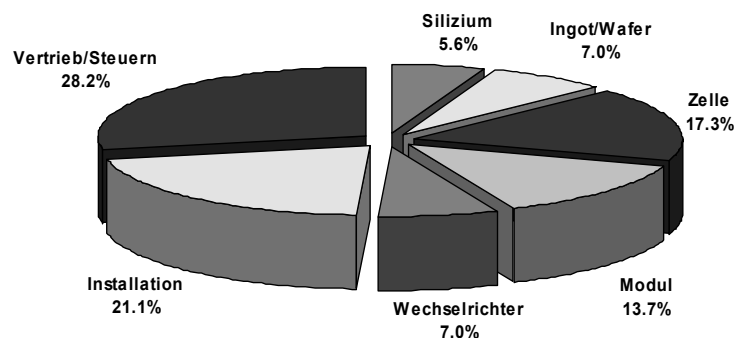
hen, allerdings wollen die meisten Hersteller einen solchen Schritt für die Zukunft nicht ausschliessen, sollte der gegenwärtige Nachfrageüberhang anhalten. Mittelfristig dürften nach Meinung von Branchenvertretern die Preise wieder im Einklang mit der jährlichen Degression der Einspeisevergütungen sinken.

## 1.2 Analyse der einzelnen Wertschöpfungsstufen

### Solare Wertschöpfungsstufen: weniger als 50% für «PV-Branche»

Die solare Wertschöpfung beginnt bei der untenstehenden Abbildung 1 beim Silizium und verläuft im Uhrzeigersinn. Die dargestellten Kostenanteile für eine durchschnittliche Photovoltaikanlage stammen aus einer neueren Studie über die Photovoltaikbranche.<sup>2</sup> Materialkosten (Rohstoff, Zelle, Modul und Wechselrichter) haben einen Anteil von rund 50% an den Gesamtnettkosten einer installierten PV-Anlage. Auf die Wafer-, Zell- und Modulhersteller, welche wie immer im Zentrum unserer Übersicht stehen, entfällt nur knapp die Hälfte der Wertschöpfung des gesamten Photovoltaikmarktes.

Abb. 1: Prozentuale Anteile an den Nettokosten einer PV-Anlage



Quelle: CLSA, Rogol, Juli 2004

### 1.2.1 Solarsilizium und Waferproduktion

#### Silizium, Rohstoffknappheit, Preise

Bis Ende der 90er Jahre konnte die noch kleine PV-Industrie ihren Siliziumbedarf problemlos mittels Abfallsilizium aus der Halbleiterindustrie decken. Die Solarzellenproduktion hat sich seither etwa verfünffacht. Im gleichen Zeitraum stieg der Bedarf an solarzellenfähigem Silizium, trotz erheblicher Effizienzgewinne beim Materialverbrauch (z.B. durch dünnere Wafer etc.) um das Dreifache. Im letzten Jahr verarbeitete die Solarindustrie bereits gegen 9'000 t kristallines Silizium. Dieser Anstieg der Nachfrage blieb ohne grössere Auswirkungen auf die Preise, weil u.a. die Halbleiterindustrie um die Jahrtausendwende einen massiven Einbruch erlitt und plötzlich deutlich weniger Silizium benötigte. Die Hersteller von Reinstsilizium waren gerne bereit, ihre Schmelzöfen durch Lieferungen an die Solarindustrie wenigstens teilweise auszulasten. Die anhaltend gute Verfügbarkeit von Solarsilizium hat aber dazu geführt, dass Bestrebungen der

<sup>2</sup> Sun screen – Investment opportunities in solar power. Solar power sector outlook. CLSA Asia-Pacific; Michael Rogol, Juli 2004. Die Kostenanteile entsprechen etwa der bekannten Bölkov-Studie von Ende der 90er Jahre. Die Anteile haben sich offenbar nur unwesentlich verändert.

Industrie, eine von der Halbleiterindustrie unabhängige Rohstoffversorgung für die Solarindustrie aufzubauen, zuwenig intensiv vorangetrieben wurden.

**Solar Grade Silicon produziert Silizium für die PV-Industrie**

Das einzige Unternehmen, welches sich bisher ausschliesslich auf die Produktion von Silizium für die PV-Industrie spezialisiert hat, ist die *Solar Grade Silicon LLC (SGS)* in den USA, ein Joint Venture zwischen der norwegischen *Renewable Energy Corporation (REC)* und der amerikanischen *ASiMI LLC*. 2003 produzierte *SGS* erstmals 2'000 t Silizium in «Photovoltaik-Qualität». Auch für die kommenden Jahre plant *SGS* 2'000-2'500 t nach dem sog. klassischen Siemensverfahren zu produzieren.

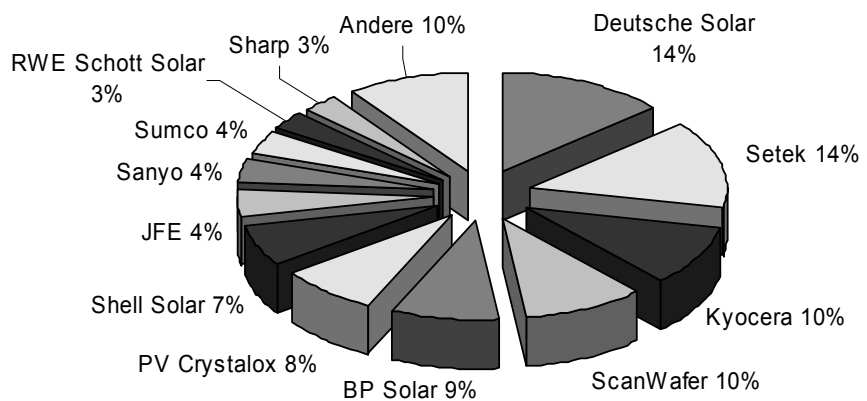
**Übrige Silizium-Hersteller**

Daneben gibt es sechs weitere Unternehmen, welche gegenwärtig Silizium in Halbleiter-Qualität für die Solarindustrie produzieren. Am aktivsten sind: *Hemlock*, USA; *Wacker*, Deutschland und *Tokuyama*, Japan. Alle drei hatten 2003 einen Grossteil ihrer Produktion an die PV-Industrie geliefert und auch bestätigt, dass sie sich in Zukunft (schon aus Diversifikationsgründen) noch mehr um diese Industrie kümmern und dafür auch neue Technologien entwickeln möchten. In den letzten Jahren wurde von diesen Unternehmen rund eine Milliarde Euro in den Ausbau der Kapazitäten von 14'000 t auf heute rund 27'000 t investiert.

**Waferhersteller**

Die Produktion von Silizium-Schmelzblöcken und Wafern wird häufig von den gleichen Firmen wahrgenommen. 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 Solarindustrie findet sich in Abbildung 2.

**Abb. 2: Marktanteile der wichtigsten Waferhersteller für 2004. Gesamtkapazität ca. 900 MW**



Quelle: Prof. Dr. Peter Woditsch, Deutsche Solar, Oktober 2004

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*, *Shell Solar* und *Photowatt*. Einige Wettbewerber

verwenden auch spezielle Technologien, welche auf die eigene Solarzellenfertigung abgestimmt ist, wie bspw. *RWE Schott Solar* mit ihrem sog. EFG-Verfahren.

**Absehbarer Rohstoffengpass eine Gefahr?**

Heute benötigt die Halbleiterindustrie etwa 20-21'000 t Reinstsilizium. Die Photovoltaikindustrie braucht mit den heutigen Zellen rund 10-12 t Silizium pro Megawatt, d.h. bereits rund 10-12'000 t für das im Jahr 2004 erwartete Gigawatt an installierter Leistung. Solarzellen begnügen sich mit einem geringeren Reinheitsgrad als die Halbleiterindustrie und Solarsilizium erzielt daher auch geringere Preise am Markt als Halbleitersilizium. Darum verkaufen Hersteller lieber an die Halbleiterindustrie, wenn sie die Wahl haben. Die Halbleiterindustrie hat mit ihrer höheren Wertschöpfung auch ‚den längeren Atem‘ und kann höhere Preise bezahlen als die PV-Industrie, sollten die beiden Industrien zunehmend um den Rohstoff Reinstsilizium streiten. Ein Nachfrageüberhang, besteht demnach genau genommen vor allem für das billigere Solarsilizium und dies dürfte wohl tatsächlich zu einer weiteren Verteuerung dieses Rohstoffes führen. Andererseits macht eine Preissteigerung Investitionen in einen Ausbau der (Solar-) Siliziumproduktion interessanter. Eine solche Kapazitätserweiterung dauert aber rund zwei bis drei Jahre. Deshalb könnte das PV-Wachstum kurzzeitig durchaus durch diesen Rohstoffengpass behindert werden, solange jedenfalls, bis sich die Kapazitäten innerhalb der solaren Produktionskette angeglichen haben.

**Alternative Techniken werden profitieren**

Nicht vergessen sollte man, dass der spezifische Rohmaterialbedarf pro Leistung weiterhin sinken dürfte. 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. Wir sind daher zuversichtlich, dass dieser temporäre Engpass der chemischen Grundstoffindustrie - schon im ureigenen (Diversifikations)interesse - bald behoben sein wird.

### 1.3 Solarzellen-Technologien

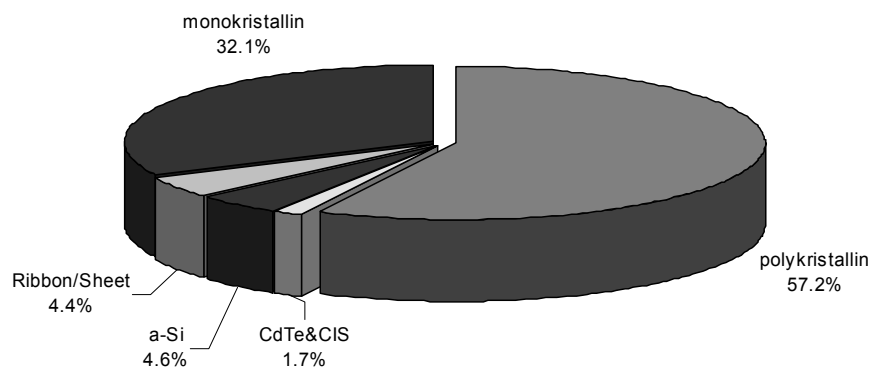
**Optimierung der industriellen Fertigung ist nach wie vor prioritär**

Durchbrüche und Meldungen über rekordhohe 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 wohl auch in den nächsten paar Jahren die Optimierung der Herstellungsverfahren zur Reduktion der Kosten nach wie vor prioritär sein. Diese Einschätzung findet auch darin ihre Bestätigung, dass auch im vergangenen Jahr weitgehend auf etablierte Solarzelltechnologien gesetzt wurde, wie gleich anschliessend ausgeführt wird (Abbildung 3).

**Nicht viel neues von der Technologiefrent**

Im Jahr 2003 zeigte sich in Sachen Zelltechnologien das gewohnte Bild. Beinahe 90% aller produzierten Solarzellen waren mono- oder polykristalline Siliziumzellen. Innerhalb der kristallinen Siliziumzellen hat sich der Schwerpunkt gegenüber dem Vorjahr noch weiter in Richtung polykristalliner Zellen verschoben. Dünnschichttechnologien (amorphes Silizium, CdTe, CIS u.a.m.) verharrten auch 2003 auf relativ bescheidenem Niveau.

**Abb. 3 Prozentualer Anteil der verschiedenen Solarzelltechnologien am gesamten weltweiten Marktvolumen 2003**



Quelle: Photon International 3/4 2004

**Optimierung ja, aber grosse Kostensprünge nur mit neuen Technologien möglich**

Allerdings ist es, wie oben im Abschnitt über die Rohstoffsituation angedeutet wurde, in Zukunft gut möglich, dass infolge der Verteuerung und Verknappung des Solarsiliziums die materialsparenderen Dünnschichttechnologien einigen Auftrieb erhalten werden.

Grundsätzlich werden in der Solarbranche zwei Strategien verfolgt, um die Kosten der Zell- und Modulproduktion zu reduzieren. In der kristallinen Siliziumtechnologie wird auf Skaleneffekte der Massenproduktion, grössere und dünnere Wafer, sowie Wirkungsgradverbesserung gesetzt. Die meisten Anbieter streben keine grundsätzlichen Änderungen in Zellaufbau und -herstellung an und erreichten mit dieser Strategie bisher auch erhebliche Fortschritte: Der Modulpreis sank in den vergangenen vier Jahren um etwa 30%. Andere Branchenvertreter bezweifeln jedoch, dass auf diesem Wege das für die Wirtschaftlichkeit der Solarenergie wesentliche Kostenniveau von schätzungsweise 1 EUR/Wp erreicht werden kann.

Als zweite Strategie werden daher innovative Materialien und Technologien erforscht und in Pilotproduktionen erprobt. Diese Vorhaben sind forschungslastig und risikobehaftet, ihr Potential besteht aber darin, langfristig Kostensprünge zu erreichen, die die Solarenergie auch dann noch auf Wachstumskurs halten kann, wenn die kristalline Siliziumtechnologie ausgereizt oder das Angebot an Wafern knapp ist.

#### **CIS-Zellen «zweiter Generation»**

Seit Ende der Neunziger Jahre werden Dünnschichttechnologien, die auf den Einsatz von Silizium verzichten, industriell erprobt. Forschungsarbeit ist notwendig, um die in den wissenschaftlichen Laboren entwickelten Technologien auf industriell relevante Formate hochzuskalieren, und eine Produktion nennenswerter Grösse konnte bis heute nicht aufgebaut werden.

Zudem stiessen einige der neuen Modultypen auf Vorbehalte am Markt, da ihr Gehalt an Schwermetallen als hoch eingeschätzt wurde. Das *Hahn-Meitner-Institut* Berlin hat auf diese Erfahrungen reagiert und eine neue Dünnschichttechnologie entwickelt: Sie wurde an produktionstechnische Belange angepasst und zeichnet sich durch eine besonders günstige Umweltbilanz aus. Die Solarzellen nutzen den Halbleiter Kupfer-Indium-Sulfid ( $\text{CuInS}_2$ , kurz «CIS») als Absorbermaterial und werden daher in Abgrenzung zu Solarzellen aus Kupfer-Indium-Selenid mitunter als CIS-Zellen «zweiter Generation» bezeichnet.

Diese neue CIS-Technologie nutzt in erster Linie Sputtertechnik für die Herstellung der dünnen Schichten – eine Technologie, die in der Glasindustrie für Flächen bis 20 m<sup>2</sup> angewendet wird und eine sehr gute Schichthomogenität und Materialqualität liefert. Im Vergleich zur Kupfer-Indium-Selenid-Technologie ist der Zellaufbau vereinfacht. Der Einsatz von Schwefel statt Selen beschleunigt die Absorberherstellung, reduziert den Energiebedarf und vereinfacht die notwendige Maschinenteknik. Diesen Produktionsvorteilen steht ein Wirkungsgrad gegenüber, der mit 10% (5 x 5 cm<sup>2</sup> Kleinmodul) im Mittelfeld liegt - Anwendbarkeit und niedrige Herstellungskosten wurden bei der Entwicklung als wichtiger bewertet als Spitzenwirkungsgrade. Erstes Ziel ist eine wirtschaftliche Modulproduktion mit Kosten unter 1.50 EUR/Wp, langfristiges Ziel ist die weitere Wirkungsgradsteigerung, sowie eine Kostensenkung auf unter 1 EUR/Wp.

Ein Konsortium aus ehemaligen Wissenschaftlern des *Hahn-Meitner-Instituts* und namhaften Investoren baut zurzeit eine Pilotproduktion für die neuen CIS-Solarmodule in Berlin auf. Zu den Partnern zählen der Energiekonzern *Vattenfall Europe* und die Tochter der *Jenoptik AG M+W Zander*. Das von dem Konsortium gegründete Unternehmen *Sulfurcell plant*, 2006 mit dem neuen Modultyp in den Markt einzutreten.

Dr. Nikolaus Meyer, Geschäftsführer der *Sulfurcell Solartechnik GmbH*

#### **Ansätze auf Basis bestehender Siliziumzellen**

Ein weiterer erfolgsversprechender Pfad besteht darin, die Schwächen der herkömmlichen Siliziumtechnologie zu identifizieren und auszumerzen. Eine bekannte Schwäche ist, dass herkömmliche Siliziumzellen unter zunehmenden Beleuchtungsintensitäten, d.h. wenn das Sonnenlicht mit Hilfe von Solarkonzentratoren gebündelt wird, an Effizienz einbüßen.

#### **Photovoltaische Konzentratoren-Zellen**

Von solaren Konzentratoren-Zellen versprechen sich Experten schon lange Kostensenkungen, welche die Produktion von photovoltaischem Strom zu Preisen ermöglichen, die mit den Tarifen der Elektrizitätsversorger direkt konkurrieren können. Die Idee ist einfach: Weil PV-Zellen die teuersten Komponenten einer Anlage sind, können deren Kosten gesenkt werden, indem durch eine günstige optische Bündelung des Lichts die Leistung pro Flächeneinheit erhöht wird.

Bis heute wurde dieses Versprechen allerdings nicht eingelöst. Konventionelle, massengefertigte Siliziumzellen können ihren Wirkungsgrad unter konzentrierter Sonneneinstrahlung nicht halten, was dazu führt, dass die Kostenvorteile mit zunehmender Beleuchtungsintensität schwinden.

Dies führte zur Entwicklung von effizienteren Zellen mit passivierten Oberflächen, komplexeren Emitterprofilen und der Verwendung von neuartigen Halbleitermaterialien. Die Herstellung dieser Zellen ist jedoch sehr aufwendig und die höheren Kosten können nur eingespielt werden, wenn die solaren Konzentrationsraten bei einem Faktor 50 bis 1000 (!) liegen. Dies ist aber nur mittels aufwendiger Optik und extrem präziser Nachführmotorik erreichbar.

Die Kombination dieser Faktoren (teurere Zellen, hohe Lichtkonzentration und komplizierte Optik) verhinderte bislang Systeme, welche tatsächlich kostengünstiger waren als konventionelle Flachpaneele. Daher erstaunt es wenig, dass nach wie vor praktisch alle mittleren bis grossen Photovoltaikanlagen auf die konventionellen Flachmodule setzen.

Ein kanadischer PV-Hersteller, *Day4 Energy Inc.*, hat nun eine neuartige Technologie entwickelt, welche das Potenzial zu haben scheint, wettbewerbsfähige solare Konzentratoren zu bauen. Die Technologie lässt sich auf die heutigen handelsüblichen Siliziumzellen anwenden und beruht auf einer signifikanten Herabsetzung des seriellen Widerstands der Zellen. Die bisherigen Prototypen behalten ihren Wirkungsgrad auch unter erhöhter Belichtung und produzieren dadurch mehr Strom pro Flächeneinheit. Die Kosten dieser Zellen bewegen sich im Rahmen von konventionellen Zellen und sie können auch mit der existierenden Fertigungsinfrastruktur produziert werden. Die tieferen Kosten ermöglichen schon unter relativ geringen solaren Konzentrationsfaktoren (<10x) einen rentablen Betrieb, was die Anforderungen an die Präzision der Optik und die Nachführautomatik reduziert und die Gesamtkosten der Anlage massiv senkt.

Dr. John MacDonald, Geschäftsführer der *Day4 Energy Inc.*

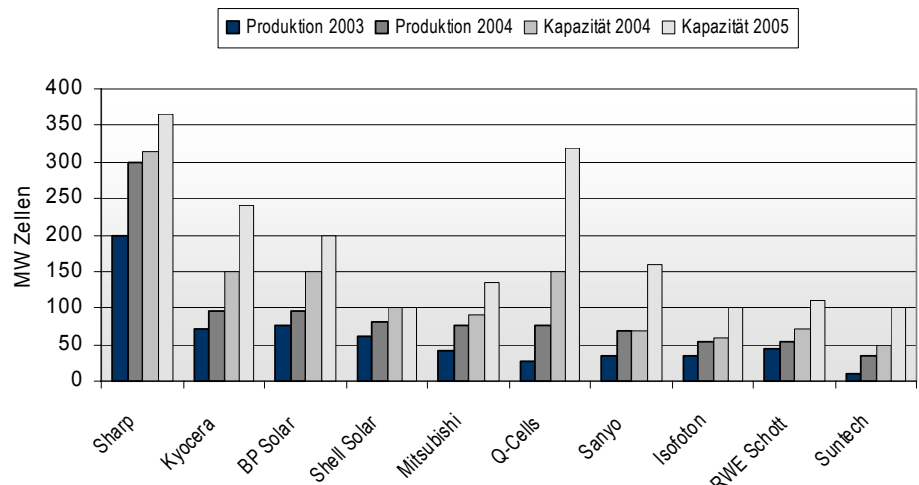
## 1.4 Die Top Ten der Solarzellenproduzenten

**Top Ten** Unsere Übersicht (Abbildung 4) zeigt die weltweit grössten Solarzellenhersteller mit ihren produzierten Mengen im letzten Jahr, voraussichtlicher Produktion im laufenden Jahr, sowie den geplanten Kapazitäten Ende 2004 und 2005.

**Sharp** Der japanische Elektronik-Konzern *Sharp* war 2003 mit 26,6% Marktanteil Weltmarktführer bei Solarzellen. Er hat letztes Jahr seine Solarzellenproduktion erneut um 60% gesteigert und dieses Jahr sollen es mit einer geplanten Produktion von über 300 MW nochmals 50% mehr sein. Diesen Sommer haben die Japaner in Grossbritannien eine weitere Fabrikationsstätte eingeweiht. Das Werk in Wrexham (Nordwales) ist die erste Modulfabrik von *Sharp* in Europa. Vor allem aus Deutschland rechnet der Konzern mit einer wachsenden Nachfrage. Die Produktionskapazität des Werks liegt zunächst bei 20 MW pro Jahr, soll aber schon im Oktober 2004 auf 40 MW erweitert werden. Die Modulfabrik in Tennessee, USA soll ihre Kapazität ebenfalls von 20 auf 40 MW verdoppeln. Das Unternehmen plant auch ein Recycling von Solarmodulen. Der Konzernumsatz lag bei JPY 2'300 Mrd. (davon Solarzellen: JPY 73 Mrd., d.h. rund 3%).

**Kyocera** *Kyocera* will nach vorübergehend bescheidenen Zuwachsraten wieder stärker wachsen. Letztes Jahr wuchsen die Produktionskapazitäten um 27% auf 76 MW. Nun beabsichtigt *Kyocera* gar, der weltgrösste vollintegrierte Photovoltaik-Konzern zu werden. Dazu hat man in Amerika und in Europa Modul-Fabriken errichtet. Im November 2003 begann die Produktion in Tianjin, China. Ende 2004 soll dort eine Kapazität von 12 MW erreicht werden. Eine neue Fabrik startete diesen Oktober in Mexiko mit einer Kapazität von 12 MW, Ende 2005 soll die Kapazität bereits bei 35 MW liegen. In der Tschechischen Republik soll die momentane Kapazität von 12 MW sogar auf 50-60 MW per Ende 2005 steigen. Damit können die vier grossen Solarmärkte Japan, Europa, USA und China aus lokalen Produktionsstätten beliefert werden. Die Kapazität für die Zellenproduktion in Japan soll bis August 2005 auf 240 MW verdoppelt werden. Insgesamt will *Kyocera* rund JPY 10 Mrd. (rund EUR 70 Mio.) investieren.

**Abb. 4 Die grössten zehn Solarzellenhersteller und ihre Ausbaupläne, geordnet nach voraussichtlicher Produktionsmenge 2004**



**BP Solar** *BP Solar* als 100%-ige Tochter des globalen Energieunternehmens *BP* beschäftigt weltweit mehr als 2'000 Mitarbeiter. Die weltweite Produktionskapazität stieg von 2002 auf 2003 um 32% auf 94 MW. *BP Solar* hat seine Fabrik in Spanien für USD 100 Mio. ausgebaut, die Flexibilität der Produktionsstätte in den USA erhöht und neue Produktionslinien in Indien, Australien und den USA eröffnet. Die Produktion soll in den nächsten 12-18 Monaten insgesamt auf ca. 200 MW erhöht werden. *BP Solar* ist in Deutschland stark mit dem Bau von grossen Freiflächenanlagen beschäftigt. In Sachsen-Anhalt wurde im September eine 4 MW Solarstromanlage eröffnet. In Bayern ist eine 1.5 MW Grossanlage auf dem Gelände einer aufgefüllten Kiesgrube geplant.

**Shell Solar** Wie angekündigt, schloss *Shell* die von *Siemens* übernommene Produktion in München (zudem in Helmond, Niederlande) und konzentriert sich in Deutschland auf die Zellenproduktion in Gelsenkirchen. Nebst der Solarzellenproduktion (80 MW in 2004) ist *Shell Solar* auch vermehrt in die Realisierung von Grosspro-

jekten eingestiegen. Zusammen mit der *BGZ (Beteiligungsgesellschaft Zukunftsenergien AG)* hat *Shell Solar* in Bayern eine PV-Anlage errichtet (1.8 MW).

- Mitsubishi Electric** Der japanische Technologiekonzern *Mitsubishi Electric*, der erst im Jahr 2000 mit der Herstellung von polykristallinen Zellen begonnen hat, will seine Produktionskapazitäten für Zellen und Module ausweiten. Dies auch als Antwort auf die weltweiten Absatzsteigerungen der anderen Japaner. 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 ein Produktionssystem mit einer Leistung von 230 MW aufbauen. Der Absatz von *Mitsubishi Electric* im Bereich PV dürfte sich im laufenden Jahr gegenüber 2003 mehr als verdoppeln.
- Q-Cells** Erstmals seit wir im Rahmen dieser Studie den globalen Solarzellenmarkt verfolgen, hat es mit *Q-Cells* ein deutscher «Pure Player» geschafft, sich in die Top Ten vorzuarbeiten. Das erst vor drei Jahren gegründete Unternehmen will seine Produktion auch in diesem Jahr um über 160% steigern. Erst im Juni hatte *Q-Cells* seine Wachstumsprognose nach oben korrigiert. Statt 60 MW wird die Produktion im laufenden Jahr auf 75 MW steigen. 2002 belief sich die Produktion noch auf 9 MW. *Q-Cells* hat damit von allen Herstellern mit Abstand die grössten prozentualen Zuwachsraten aufzuweisen. Diese Jahr will *Q-Cells* EUR 40 Mio. an Investitionen tätigen, im kommenden Jahr sollen es EUR 50 Mio. für eine Produktion von rund 200 MW sein. Mit der Eröffnung einer vierten Fertigungslinie dürfte das Unternehmen 2005 zum grössten Hersteller von Solarzellen in Europa werden.
- Sanyo** Als Reaktion auf den wachsenden PV-Markt hat auch *Sanyo Electric* angekündigt, ihre Produktionskapazitäten künftig stärker auszubauen. Die Kapazitäten für ihre HIT-Technologie werden schon bald auf 153 MW erhöht. Im August konnte die Fabrik in Shimane (Japan) mit dem Ausbau der Kapazität von 30 auf 50 MW beginnen (Abschluss März 2005). Anfang 2005 soll der Ausbau in der Fabrik in Nishikinohama von 33 auf 103 MW abgeschlossen werden. Die Modulproduktion in Mexiko lief 2004 annähernd an der Kapazitätsgrenze von 10 MW. Auch die Produktionskapazität von amorphen Solarzellen soll erhöht werden und zwar von 5 auf 7 MW.
- Isofotón** Das spanische Solarenergie-Unternehmen *Isofotón* hat in Italien zwei neue Filialen eröffnet und will dort langfristig ein landesweites Vertriebs- und Servicenetz aufbauen. *Isofotón* will nicht nur fachliche Beratung und technische Unterstützung bei Projekten leisten, sondern ganze Anlagen komplett selbst installieren und schlüsselfertig übergeben. Ausser in Spanien und Italien ist *Isofotón* als Anbieter in weiteren 48 Ländern der Welt vertreten. Im Dezember soll in Malaga eine neue Fabrik mit 25'000 m<sup>2</sup> eröffnet werden. Dort sollen nach Inbetriebnahme der neuen Linien auch die bestehenden Linien aus der alten Fabrik wieder aufgebaut werden. Damit soll bis Ende des Jahres 2006 die Zellen-Jahresproduktion von 55 MW per Ende 2004 auf 120 MW gesteigert werden.

**RWE Schott Solar** *RWE Schott Solar* will EUR 40 Mio. in den Ausbau investieren. Neben dem im Mai kommunizierten Bau von zwei neuen Zellproduktionslinien in Alzenau (DE) mit je 20 MW Kapazität, soll auch die Produktion für Solarmodule in Tschechien mit zwei Linien mit einem jährlichen Output von insgesamt über 40 MW ausgebaut werden. Die Produktion soll Mitte 2005 beginnen und bis Ende Jahr rund 15 MW betragen. Die Gesamtkapazität für die Zellproduktion wird somit in einem Rhythmus von mehr als 40 MW pro Jahr auf 110 MW (inkl. 10 MW kristalline Zellen in den USA) erweitert.

**Suntech** *Suntech Power* ist ein chinesisch-australisches Joint Venture mit Standort in Shanghai. Das Unternehmen besteht erst seit drei Jahren und produziert dieses Jahr rund 35 MW poly- und monokristalline Solarzellen. Die meisten Zellen verbaut das Unternehmen selbst in eigenen Solarmodulen. *Suntech* hat weitreichende Ausbaupläne: Bis Ende des laufenden Jahres soll die Kapazität auf 50 MW erhöht werden und sich dann bis Ende 2005 auf 100 MW verdoppeln.

**Weitere Unternehmen:** Die *Deutsche Cell*, (Tochter von *SolarWorld*) kündigte im Sommer 2004 Investitionen von EUR 150 Mio. in den Ausbau der Fertigungskapazitäten an. Am Standort Freiberg (Sachsen) soll bis zum Jahr 2007 die jährliche Waferproduktion auf 240 MW verdoppelt werden, die Solarzellenkapazität soll auf 120 MW vervierfacht und die Modulfertigung (in Freiberg und Gällivare/Schweden) auf 120 MW mehr als verdoppelt werden. Dieses Jahr wird *Deutsche Cell* 30 MW Solarzellen produzieren. *SolarWorld* hat vor kurzem ein Übernahmeangebot des US-Mischkonzerns *General Electric (GE)* abgelehnt. Anscheinend will *GE* nach der Übernahme von *Astropower* auch in der europäischen Solarindustrie Fuss fassen. Nach der Übernahme durch *GE Energy* scheint bei *Astropower* wieder einiges in Gang zu kommen. Doch Aussagen über Produktion und zukünftige Kapazitätserweiterungen sind noch keine erhältlich.

Der Erfurter Zell- und Modulhersteller *ErSol* produzierte letztes Jahr Zellen mit einer Gesamtleistung von 9 MW und wird dieses Jahr auf rund 16 MW kommen. Bis Ende 2005 soll die Kapazität auf 50 MW erhöht werden. Es bleibt allerdings abzuwarten, inwieweit *ErSol* von den finanziellen Schwierigkeiten der Muttergesellschaft *Umweltkontor Renewable Energy AG*, die diesen Sommer Insolvenz angemeldet hat, in Mitleidenschaft gezogen wird.

*Evergreen Solar* bietet sich 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.

Der Japanische Mischkonzern *Kaneka* produzierte letztes Jahr 14 MW amorphe Silizium-Dünnschichtzellen. Diese Zellen sind nur rund 0.3 µm [Mikrometer] dick, gegenüber 200 µm einer normalen kristallinen Siliziumzelle. Dieses Jahr will das Unternehmen rund 20 MW produzieren.

*Motech* produzierte letztes Jahr in Taiwan rund 17 MW kristalline Solarzellen. Für dieses Jahr werden schon 34 MW erwartet und mit einem rasanten Kapazitätsausbau sollen Ende 2005 schon 125 MW produziert werden können.

Bei der kanadischen *Automation Tooling Systems (ATS)* hat sich der Umsatz der unter dem Namen *Photowatt* bekannten Solarsparte auf USD 88.5 Mio. fast verdoppelt. Eine neue, unter dem Namen «Spheral Solar Power» (SSP) ange-laufene Solarzellentechnologie wird seit Sommer 2004 hergestellt. Die Fabrik soll eine Kapazität von jährlich 20 MW erreichen. In hochautomatisierten Ferti-gungslinien sollen biegsame Solarzellen in verschiedenen Farben hergestellt werden. SSP basiert auf kristallinem Silizium.

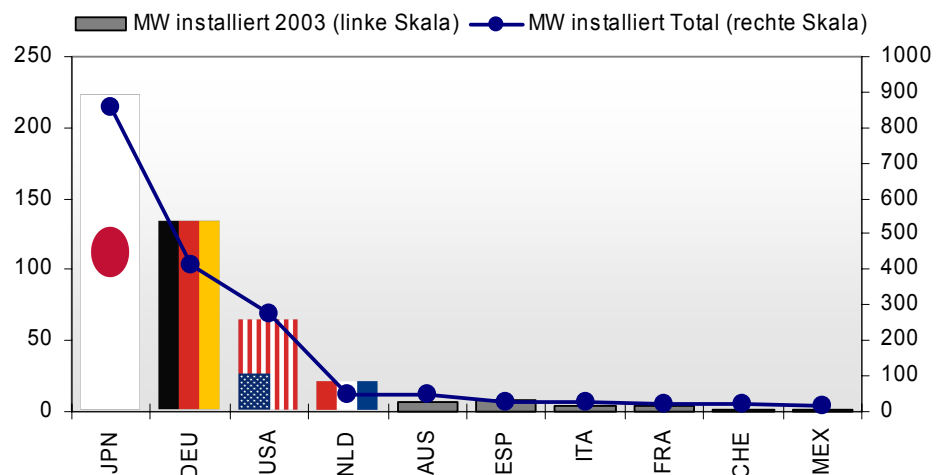
Der Konstanzer Solartechnikhersteller *Sunways AG* plant ein neues Werk in Thüringen. In der neuen Fertigung für Solarzellen in Arnstadt sollten 60 Arbeits-plätze geschaffen werden. Ziel ist der Aufbau einer modernen Produktion mit Vierschichtbetrieb rund um die Uhr an sieben Tagen. In dem neuen Werk mit ei-ner Kapazität von 30 MW, sollen mono- und multikristalline Solarzellen produ-ziert werden. Erweiterungsmöglichkeiten auf bis zu 80 MW sind vorgesehen. Die Produktion wird voraussichtlich im Sommer 2005 aufgenommen, wobei die volle Produktionskapazität Anfang 2006 erreicht sein wird.

### 1.5 Die wichtigsten PV-Märkte

**Dominanz von Japan, Deutschland und den USA ungebrochen**

Japan, Deutschland und die USA sind – in dieser Reihenfolge – noch immer die dominierenden Nationen bei der Installation von photovoltaischer Leistung. Für rund 88% der im Jahr 2003 neu installierten Leistung (In Bezug auf OECD-Länder) zeichneten sich diese drei Länder verantwortlich. Zählen wir den auf-strebenden niederländischen Markt hinzu, dann wurden gar 92% (gleiche Be-zugsbasis) aller PV-Anlagen in diesen führenden vier Ländern installiert.

**Abb. 5: Im Jahr 2003 neu installierte und kumulierte photovoltaische Lei-stung per Ende Jahr in den zehn wichtigsten OECD-Ländern**



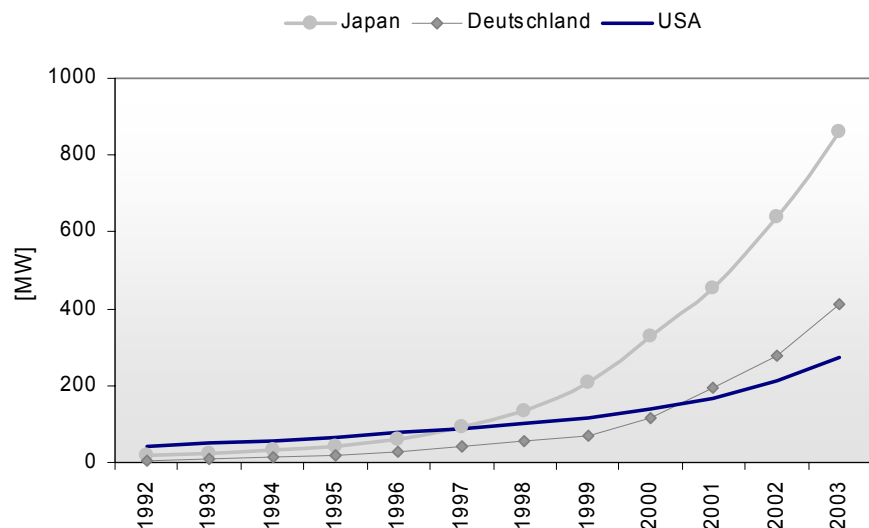
Quelle: IEA-PVPS

Die Dominanz dieser Länder hält nun schon Jahre an, was sich auch in der kumulierten installierten Leistung widerspiegelt. Auch dort führt Japan, vor Deutschland, den USA weit vor den Niederlande und Australien. Bei der kumulierten Leistung erreichen diese fünf Länder mehr als 90% der gesamthaft in OECD-Ländern installierten Kapazität. Diese starke geographische Konzentration ist in Abbildung 5 illustriert.

**USA verlieren weiter an Boden**

Traditionell und bis in die zweite Hälfte der 90er Jahre hinein lag die USA punkto installierter PV-Leistung stets an der Spitze. Dann machten sich die konsequenteren Forschungs- und Förderanstrengungen der Japaner bezahlt und im Jahr 1997 lag Japan erstmals vor den USA, die sich vier Jahre später auch von Deutschland überholen lassen mussten. Die erwarteten Zubauraten liegen auch für die nächsten Jahre sowohl in Japan, aber vor allem in Deutschland deutlich über denjenigen der USA. Dadurch wird sich die Schere zwischen den zwei Erstplatzierten und den USA vorübergehend noch weiter öffnen (Abbildung 6).

**Abb. 6: Historische Entwicklung der kumulierten installierten PV-Leistung in den drei grössten Märkten Japan, Deutschland und USA**

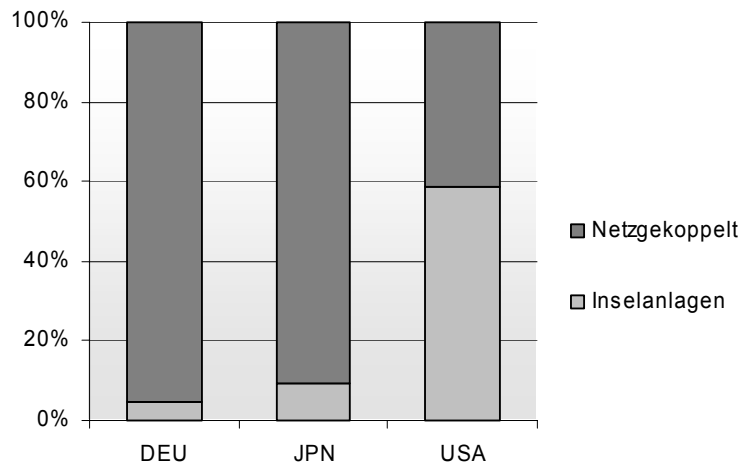


Quelle: IEA-PVPS

**Struktur des PV-Marktes in den USA als Nachteil**

Die unterschiedliche Entwicklung dieser drei Länder wird nachvollziehbar, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass das im Moment mit Abstand grösste Wachstum im Segment der netzgekoppelten Solarstromanlagen stattfindet. Sowohl Japan als auch Deutschland haben nur einen sehr kleinen Anteil Inselanlagen in Betrieb. In den USA nimmt dieser Anteil zwar allmählich ab, aber liegt immer noch bei rund 60% (Abbildung 7). Alle Förderprogramme, welche nicht nur die Installation, sondern vor allem auch den Betrieb der Anlage durch Einspeisevergütungen attraktiv machen (Paradebeispiel ist das EEG in Deutschland) zielen naturgemäss auf netzgekoppelte Anlagen ab. Aus dieser Sicht ist das tiefere Wachstum in den USA auch durch diesen «strukturellen» Nachteil bedingt.

**Abb. 7: Struktur des PV-Marktes von Japan und Deutschland einerseits und den USA andererseits per Ende 2003**



Quelle: konsolidiert nach IEA-PVPS

**Beschreibung der drei wichtigsten PV-Märkte Japan, Deutschland und USA**

In der Folge betrachten wir die dominierenden PV-Märkte Japan, Deutschland und USA etwas näher und beschreiben namentlich die Rahmenbedingungen, welche in diesen Ländern die Nachfrage nach Photovoltaik entscheidend beeinflussen, detaillierter.

**1.5.2 Japan**

**Solarenergie als Bestandteil von übergeordneten Energiezielen**

In Japan ist die Förderung der Photovoltaik klar in die nationale Energiepolitik eingebettet. Vor zwei Jahren verabschiedete das Parlament ein Energierahmengesetz, welches auf folgenden Pfeilern ruht: (1) stabile Energieversorgung, (2) Umweltverträglichkeit und (3) Marktmechanismen. Photovoltaik wird ausdrücklich als ein Mittel zur Erreichung des zweiten Ziels genannt. In Japan – ganz im Gegensatz zu den USA – spielt auch das Kyoto-Protokoll eine sehr wichtige Rolle. Die Regierung muss eine 7%-ige Reduktion bezüglich des CO<sub>2</sub>-Emissionsniveaus von 1990 erreichen. In diesem Bemühen wird die Photovoltaik ausdrücklich als eine Massnahme zur Erreichung dieser Reduktion genannt. Im Juli hat das «Ministry of Economy, Trade and Industry» (METI) ein neues Dokument zu Japans Energiezukunft 2030 publiziert. Es sieht eine 10%-ige Versorgung des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien vor, mehr als die Hälfte davon – rund 80 GW – durch Photovoltaik. Als konkreteres Zwischenziel wird für 2010 eine installierte PV-Leistung von 4.8 GW angestrebt. Zudem hat die «New Energy and Industrial Technology Development Organization» (NEDO) in ihrem neuesten Plan einen sehr ehrgeizigen Zielwert von 100 GW PV-Leistung bis ins Jahr 2030 erwähnt.

**RPVD-Programm wurde faktisch bis März 2006 verlängert, doch was kommt nachher?**

Das erfolgreiche «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 Unter-

stützung pro installierter Solaranlage (900 JPY/W im Jahr 2003; 450 JPY/W im Jahr 2004), hat Japan eine gute Balance zwischen den Kosten für den einzelnen Konsumenten und den staatlichen Aufwendungen gefunden. So ist der Markt für Anlagen bis 10 kW kontinuierlich gewachsen. Für das Fiskaljahr 2004 wird mit einer neu installierten Kapazität von 200 MW im Rahmen des RPVDP gerechnet. Dieses Programm soll noch bis Ende des Finanzjahres 2006 weitergeführt werden. Was danach kommt, ist noch nicht klar. Das Auslaufen des Programms wäre für sich genommen nicht sehr beunruhigend, doch mit der nationalen Förderung sind gleichzeitig auch mehrere lokale Programme verknüpft und deren Schicksal bleibt ebenfalls ungewiss. 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.

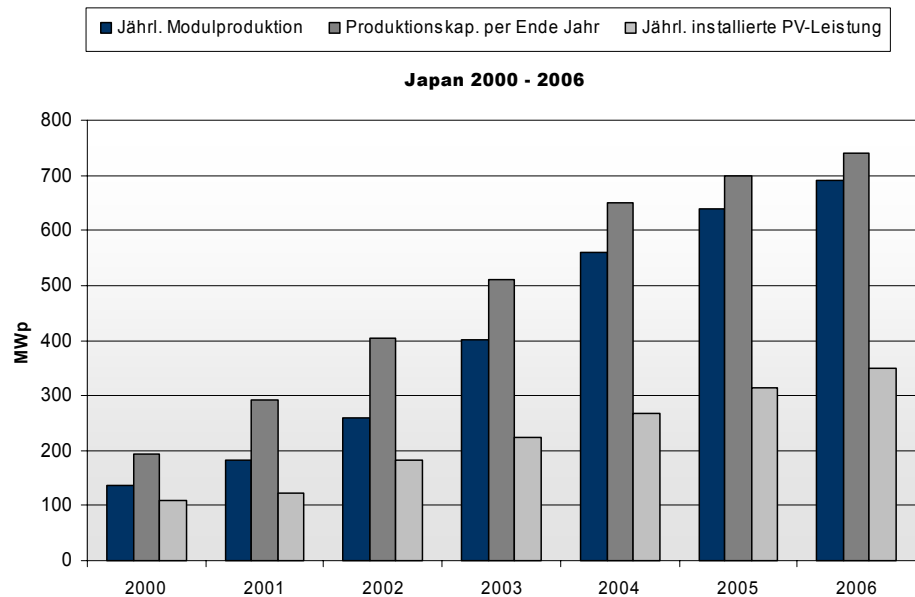
**Kann die Industrie ohne Förderungen bestehen?**

Anstelle der Förderung von PV-Systemen für den Wohnungsbau plant das METI ein Förderprogramm für Systeme von 30 - 50 kW auf öffentlichen Gebäuden, Schulen, Fabriken und Bürogebäuden. Die Details sind noch in Ausarbeitung, doch ein Vorschlag soll schon ins Budget des Finanzjahres 2005 integriert werden. Ein bestehendes Programm läuft also aus und für eine andere Kategorie Solaranlagen wird eine neue Förderung geplant. Die japanische PV-Industrie steht möglicherweise vor einer schwierigen Zukunft. Sollte die staatliche Investitionsförderung und damit auch die Einspeisevergütungen der Energieversorger für Eigenheime gestoppt werden, könnte es schlimmstenfalls zu einem Kollaps des Marktes kommen. Die offene Frage ist, ob die PV-Industrie bis Ende 2006 schon kräftig genug sein wird, um vollends auf eigenen Beinen zu stehen? (Abbildung 8). Daneben darf man das Risiko einer Zinserhöhung nicht vergessen. Höhere Kredit- und Hypothekarzinsen könnten den Entscheid vieler Hausbesitzer und Geschäftsinhaber über den Einbau einer Photovoltaikanlage negativ beeinflussen.

**Grosser Exportdruck absehbar**

Aufgrund der massiven Aufstockung der Kapazitäten in der Modulherstellung ist damit zu rechnen, dass die japanischen Hersteller in den nächsten zwei, drei Jahren den Export verstärken werden. Wenn wir von den geschätzten Produktionsmengen die im Inland voraussichtlich installierte Menge abziehen, dann verbleibt ein «Fehlbetrag» von der Grösse des gesamten weltweiten PV-Marktes im Jahr 2000, bzw. der Hälfte der im Jahr 2003 produzierten Zellen. Weil ja auch die deutschen Hersteller bald aus ihren heimischen Schuhen hinauswachsen werden (s. unten), ist es möglich, dass sich der momentane Verkäufermarkt mit stabilen Preisen zeitweise wieder in einen Käufermarkt umwandeln könnte, mit entsprechendem Margendruck und eventuell grösseren Konsolidierungen.

**Abb. 8: Kurz- und mittelfristige Marktprognose für PV-Module in Japan**



Daten bis 2003 rekonstruiert aus IEA-PVPS, ab 2004 Sarasin-Schätzungen

### 1.5.3 Deutschland

**EEG – Stimulus für die Solarindustrie in Deutschland**

Für die Solarindustrie in Deutschland hat sich – was die Rahmenbedingungen anbetrifft - seit anfangs Jahr vieles zum Guten gewendet. Am 1. Januar 2004 trat das Photovoltaik-Vorschaltgesetz in Kraft und ermöglichte so den lückenlosen Übergang zum per 1. August 2004 rechtskräftig novellierten Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG). Die neue Vergütungsregelung für Solarstrom ersetzt das 2003 ausgelaufene «Tandem» 100'000-Dächer-Programm (Investitionsbeihilfen) plus niedrigere Einspeisevergütungen. In Zukunft rechnen sich Solarstromanlagen allein schon durch die grosszügigere Einspeisevergütung. Das im ersten Halbjahr erfolgte starke Marktwachstum und die übervollen Bücher der Modulhersteller zeigen, dass die Leute sehr gerne bereit sind, in umweltfreundliche und moderne Technik zu investieren, sobald die Anreize stimmen. Eine im August durchgeführte repräsentative Umfrage des Emnid-Instituts zu Umweltfragen im Auftrag des *Greenpeace-Magazins* bestätigt genau diesen Sachverhalt: 90% der Bevölkerung sieht gemäss Umfrage die Verschwendung der Energievorräte als grösstes Umweltproblem, 59% sind der Meinung, dass die Förderung erneuerbarer Energien verstärkt werden und 26%, dass sie auf dem jetzigen Niveau gehalten werden sollte. Dies unterstreicht die nach wie vor sehr hohe Akzeptanz der Bevölkerung für erneuerbare Energien.

**Umfangreicher Kapazitätsausbau bei Modul und Zellenhersteller**

Die deutschen Hersteller haben in den vergangenen 5 Jahren insgesamt mehr als 1 Milliarde Euro in den Aufbau von neuen Zell- und Modulproduktionskapazitäten investiert. Vom Boom, der in Deutschland vor allem im laufenden

Jahr zu beobachten ist, konnten natürlich die am meisten profitieren, welche ihre Kapazitäten schon frühzeitig ausgebaut hatten und sie daher schon im laufenden Jahr voll ausschöpfen konnten. Bis Ende 2004 dürften die Herstellungskapazitäten laut Angaben der deutschen Unternehmen um mehr als 50% zunehmen. Die meisten Zell- und Modulhersteller stehen zudem vor weiteren grösseren Investitionsentscheidungen. Per Ende 2005 und darüber hinaus ist daher mit einem zusätzlichen massiven Kapazitätsausbau zu rechnen.

**Zunehmende Exportorientierung deutscher Hersteller**

Setzt man die Produktionszahlen der deutschen Modulhersteller in Relation zu der in Deutschland installierten Photovoltaik-Leistung, so zeigt sich, dass 2003 noch immer fast die Hälfte der installierten Solarmodule importiert wurde. Gründe hierfür waren Kapazitätsengpässe bei den einheimischen Herstellern und verstärkte Aktivitäten japanischer Anbieter auf dem europäischen Markt, teilweise unterstützt durch den günstigen Wechselkurs des Yen gegenüber dem Euro. Derzeit wachsen die Kapazitäten der deutschen Hersteller aber deutlich stärker als der heimische Markt, d.h. die Unternehmen haben sich offenbar vorgenommen, Marktanteile im In- und Ausland hinzu zu gewinnen. Bedeutende Export-Zielländer sind Niederlande, Spanien, aber auch Frankreich, Italien, Österreich, 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, sowie vorübergehend u.U. auch der US-Markt (siehe weiter unten). Unsere Prognosen zeigen schon für das Jahr 2006 einen deutlichen Überhang der deutschen Produktion gegenüber der im Inland installierten Leistung (siehe Abbildung 9). Deshalb sind der Aufbau von internationalen Vertriebskanälen und eine deutliche Steigerung der Exportquote für die deutsche Solarindustrie unumgänglich.

**Eine jährliche Kostenreduktion von 5% ist erreichbar**

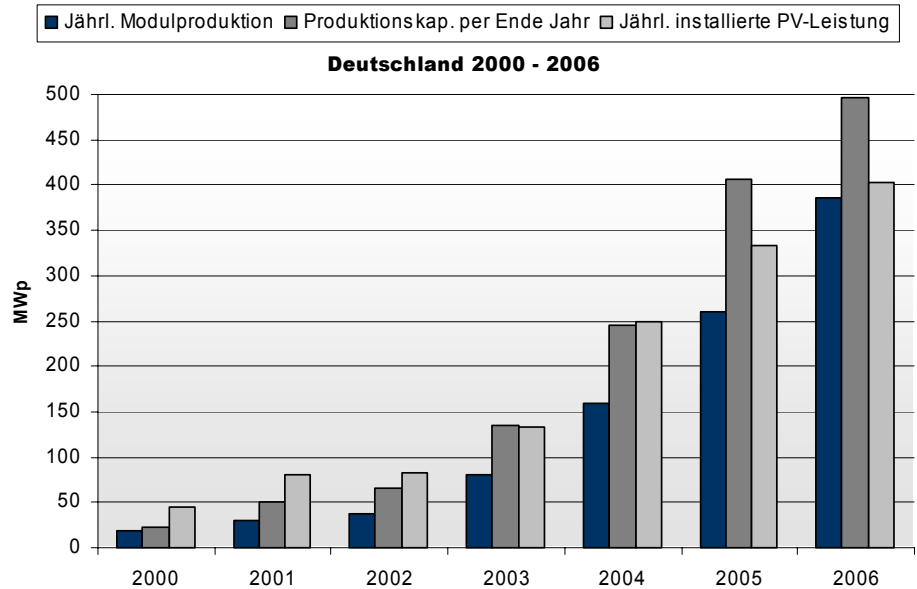
Dank der durch Kapazitätserweiterungen erreichten Optimierungen und Effizienzsteigerungen können sich die deutschen Unternehmen aus Kostensicht auf dem internationalen Parkett gut positionieren. Eine jährliche Kostensenkung von 5%, die ja vom EEG auch gefordert ist, müsste erreichbar sein. Obwohl aufgrund des Nachfrageüberhangs keine weiteren Kostensenkungen mehr vorgenommen wurden, sind nach einer Untersuchung des Internationalen Wirtschaftsforums Regenerative Energien (IWR) die Preise für PV-Anlagen bis 10 kW Leistung in Deutschland seit 1991 von rund EUR 14'000 auf unter EUR 6'000 je installiertem Kilowatt (2004) gefallen. Somit konnte über die vergangenen 13 Jahre eine durchschnittliche Kostenreduktion von 6.3% pro Jahr erreicht werden.

**Kurz- und mittelfristige Marktprognose für PV-Module in Deutschland**

Aufgrund der Ausbaupläne der deutschen Modulhersteller erwarten wir in den nächsten drei Jahren einen Anstieg der Produktionskapazitäten von 135 MW (Ende 2003), auf 245 MW (2004), auf 405 MW (2005), bzw. auf rund 500 MW (Ende 2006). Die Modulproduktion soll im gleichen Zeitraum von 80 MW (2003) auf 380 MW (2006) zulegen. Für die in Deutschland installierten Anlagen wird eine Fortsetzung des robusten Wachstumstrends prognostiziert. Die jährliche Neuinstallation dürfte von 133 MW (Ende 2003), auf 250 MW (2004), auf

330 MW (2005), bzw. auf 400 MW (2006) ansteigen. Damit wird Deutschland ab 2005 mehr neue PV-Leistung installieren als Japan.

**Abb. 9: Kurz- und mittelfristige Marktprognose für PV-Module in Deutschland**



Grundlagen: Befragung von Herstellern; BSi, IEA sowie publizierte Angaben und eigene Schätzungen

**Der Kreis der börsenkotierten Solaraktien könnte bald wachsen**

Auch Kapitalanleger dürften vom solaren Boom in Deutschland profitieren. 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 *Phoenix SonnenStrom* entsprechende Pläne bekannt gegeben hat, erwägen nun offenbar auch andere Hersteller einen solchen Schritt. So führt *Conergy* bereits Gespräche «mit verschiedenen Banken» und auch *Q-Cells* macht sich offenbar Gedanken über einen allfälligen Börsengang.

**Längerfristige Perspektiven**

Durch die verlässlichen Förderbedingungen in Deutschland und den Ausbau in anderen europäischen Ländern bestehen auch für die nächsten Jahre bis 2010 günstige Perspektiven. Trotzdem gehen wir davon aus, dass die in den nächsten Jahren effektiv zugebauten Kapazitäten tiefer liegen dürften, als von den Herstellern angekündigt. Darauf lassen die Erfahrungen der Vergangenheit schließen und dies hat auch durchaus seine Vorteile, denn ein etwas massvollerer Ausbau wird eher verhindern können, dass die Solarindustrie - einem übermütigen Ikarus gleich - der Sonne allzu nahe kommt und abstürzt. In einem so dynamischen Markt wie dem PV-Markt sind temporäre Kapazitätsüberhänge oder -unterdeckungen und damit volatile Marktbedingungen keine Seltenheit.

Längerfristig betrachtet, ist für die weitere Entwicklung der PV-Industrie die Reduktion der Stromgestehungskosten ein entscheidender Faktor. Die momentan komfortable Situation sollte dazu genutzt werden, die Abhängigkeit von öffentlichen Fördergeldern mittel- bis langfristig zu senken. Auch in Deutschland, wo

der Markt von den weltweit wohl attraktivsten Förderbedingungen profitiert, ist es nämlich nicht ausgeschlossen, dass es z.B. in Folge eines Regierungswechsels zu Änderungen am gerade verabschiedeten EEG kommen könnte. Allerdings ist eine grundsätzliche Änderung der energiepolitischen Grundrichtung, die auf eine wachsende Nutzung erneuerbarer Energien abzielt, eher nicht zu erwarten, zumal dies EU-weite Politik ist. Genau wie in Japan besteht auch in Deutschland das Risiko einer Zinserhöhung, welche die Nachfrage nach PV-Anlagen schmälern könnte.

Ob dereinst Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung, wie sie bei der Windkraft teilweise zu beobachten waren («Verspargelung der Landschaft»), auch für die Solarindustrie relevant werden könnten, kann noch nicht beurteilt werden. Es ist jedenfalls zu erwarten, dass grosse Freiflächenanlagen aufgrund der günstigeren Förderbedingungen in Deutschland zunehmen werden.

**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 von sechs auf zwölf Prozent verdoppelt werden. Die EREC (European Renewable Energy Council) hat die Entwicklung der Erneuerbaren in Europa etwas genauer betrachtet.<sup>3</sup> Das Wachstum der Photovoltaik von 1995 bis 2001 ergab ein jährliches Wachstum von über 35%. Um das Ziel von 3 GW im Jahr 2010 zu erreichen ist eine Fortsetzung des Wachstums mit über 30% pro Jahr nötig. Ein anspruchsvolles Ziel, wofür u.E. noch in vielen Ländern die entsprechenden politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen fehlen.

#### 1.5.4 USA

**Grundsätzlich andere Marktstruktur als in Europa und Japan**

Im Gegensatz zum japanischen und deutschen Markt, ist die Bedeutung der Inselanlagen in den USA viel höher (siehe Abbildung 7). Zudem gibt es keine landesweit gültige und einheitliche öffentliche Förderung. Momentan ist eine solche Lösung aus politischen Gründen auch äusserst unwahrscheinlich, wie die schleppende Erneuerung der sog. «*Production Tax Credit*» (PTC), eine Förderung, welche in den USA vor allem für die Windenergie wichtig ist, zeigte. Auf Ebene der einzelnen Bundesstaaten gibt es aber eine breite Palette von Anreizprogrammen, über Steuererleichterungen bis zu Einspeisevergütungen im Sinne von «*Net-Metering*» für erneuerbare Energien und speziell für Photovoltaik-Anlagen.<sup>4</sup>

3 Renewable Energy Target for Europe, 20% by 2020; European Renewable Energy Council (EREC), Januar 2004

4 www.dsireusa.org; Database of State Incentives for Renewable Energy (DSIRE)

**Kalifornien, der goldene Staat, aber nicht nur ...**

Kalifornien wurde mit einer neu installierten Leistung von 27 MW (netzgekoppelt) im Jahre 2003 seiner nationalen Vorreiterrolle einmal mehr gerecht. Die einzelnen Förderprogramme haben dabei in unterschiedlichem Masse zu diesem Ergebnis beigetragen:

- ◆ Das sog. PV-«buy down»-Programm führte zur Installation von 12.3 MW netzgekoppelten Anlagen auf Wohn- und Geschäftsgebäuden.
- ◆ Das Förderprogramm der öffentlichen Versorgungsbetriebe von Sacramento (SMUD) schloss die zweite Phase seines «PV Pioneer»-Programms ab und ermöglichte letztes Jahr noch Anlagen mit einer Leistung von 400 kW. Insgesamt wurden über die letzten zehn Jahre durch die SMUD 11 MW an PV-Anlagen installiert.
- ◆ Das Förderprogramm der Versorgungsbetriebe der Stadt Los Angeles (LADWP) resultierte dank hohen Beiträgen von bis zu USD 5.50/Wp in Neuinstallationen von 3.8 MW im Jahr 2003. Insgesamt gehen rund 7.5 MW auf die Initiative des LADWP zurück.
- ◆ Eine weitere Initiative der öffentlichen Versorgungsunternehmen, das sog. California Public Utilities RPS-Programm, dem *Pacific Gas & Electric*, *Southern California Edison*, *San Diego Gas & Electric* und die *Southern California Gas* angeschlossen sind, installierte 2003 rund 9.9 MW.

**Zellen und Modulproduktion war 2003 rückläufig**

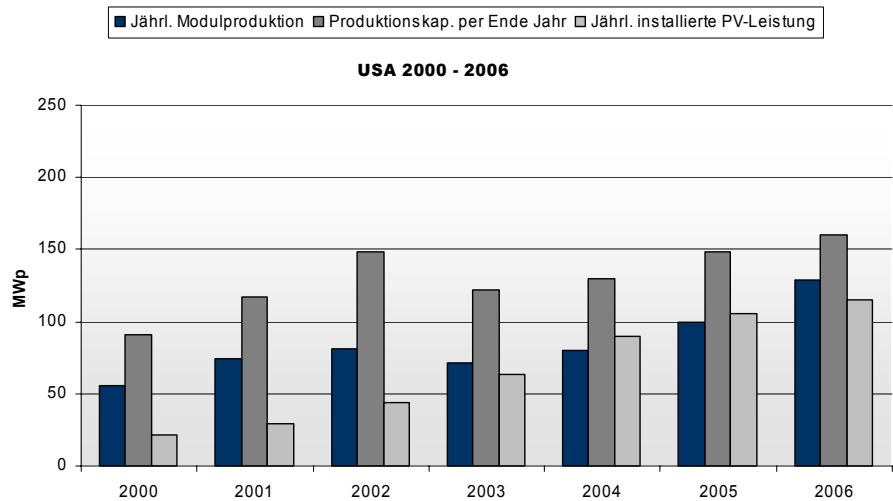
In den USA wurden letztes Jahr Zellen mit einer Leistung von 102 MW und Module mit einer Leistung von 71 MW produziert. Es war nach zwei Jahrzehnten kontinuierlichen Wachstums das erste Jahr mit einem Produktionsrückgang von 18.6% bei Zellen und 14% bei Modulen. Hierfür waren hauptsächlich zwei Ereignisse verantwortlich. Einerseits musste der zweitgrösste amerikanische Zellen- und Modulhersteller, *Astropower*, Insolvenz anmelden - inzwischen wurde das Unternehmen von *GE Energy* übernommen. Andererseits hat *Shell Solar* substantielle Mengen an Zellen für ihre eigene Modulproduktion zurückgekauft, die somit nicht in der Verkaufsstatistik auftauchen. Die US-Photovoltaikindustrie war bisher stark exportorientiert. Im Jahr 2003 wurden 18 MW eingeführt und 54 MW exportiert, woraus Nettoexporte von 36 MW resultierten. Die Hälfte der Zellen und Module ging nach Deutschland.

**Vier weitere Jahre ohne grosse nationale Förderung**

Aufgrund der grossen Eigenständigkeit der Bundesstaaten und der stark föderalistisch geprägten Förderbedingungen, spielt die nationale Politik für die Photovoltaik nur eine untergeordnete Rolle. Zwar hätte ein Wahlsieg Kerrys sicher gewisse Impulse zur Verringerung der Erdölabhängigkeit und zur Förderung von erneuerbaren Energien bringen können. Allerdings hat auch die erdölfreundliche Regierung Bush die erneuerbaren Energien stets einigermaßen wohlwollend behandelt. Es scheint, dass zumindest die Photovoltaik gut mit der gegenwärtigen Position der US-Administration kompatibel ist, nämlich die Treibhausgasproblematik in erster Linie durch fortschrittliche Technologien und nicht durch

internationale Verträge zu lösen. Eine verminderte Rohstoffabhängigkeit vom Ausland liegt durchaus auch im Interesse der Regierung Bush.

**Abb. 10: Kurz- und mittelfristige Marktprognose für PV-Module in den USA**



Daten bis 2003 rekonstruiert aus IEA-PVPS, ab 2004 Sarasin-Schätzungen

**Konsolidierung in der US PV-Industrie und Importüberhang**

Die Photovoltaikindustrie in den USA befindet sich herstellerseitig – v.a. bedingt durch die Wirren um den grössten unabhängigen PV-Hersteller *AstroPower* – in einer Krise. Wir gehen davon aus, dass in den USA, als einzigem der drei Spitzenmärkte die einheimische Produktion nicht ganz mit dem heimischen Bedarf mithalten kann. Dies könnte die USA in den nächsten zwei, drei Jahren zu einem begehrten Absatzmarkt vor allem für japanische und deutsche Modulhersteller machen. Allerdings ist die «Versorgungslücke» nicht sehr gross.

**1.5.5 Entwicklung in den Nicht-OECD Ländern**

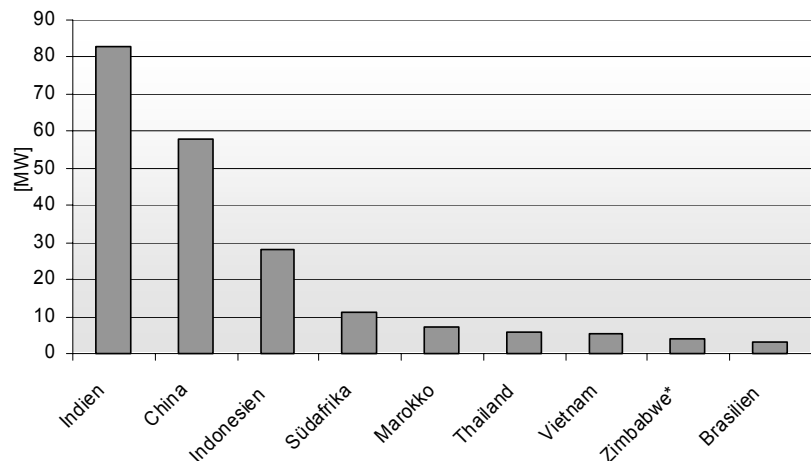
**Entwicklung in Nicht-OECD Ländern**

Gemäss den Angaben des IEA-PVPS beschränkt sich die Anwendung von Photovoltaik in den Ländern ausserhalb der OECD hauptsächlich auf kleinere Anlagen im Wohnbereich («solar home systems») sowie Anwendungen auf öffentlichen Gebäuden wie Spitälern, Schulen, Wasserversorgung und Telekommunikation. Inselanlagen bilden also – im Gegensatz zu den grössten Märkten in den industrialisierten Ländern mit Ausnahme der USA – die Hauptanwendung in Entwicklungs- und Schwellenländern (Abbildung 11). Der durch letztere repräsentierte Markt ist momentan noch relativ bescheiden, besitzt aber aufgrund der oft hohen wirtschaftlichen Wachstumsraten und den besonders günstigen solaren Einstrahlungsverhältnissen in diesen Ländern ein grosses Zukunftspotenzial. Insgesamt waren in diesen Ländern im Jahr 2003 bereits über 200 MW (kumulativ) installiert, was 11% der in der OECD installierten PV-Leistung ausmacht.

China sieht sich bspw. durch das starke Wirtschaftswachstum einem enormen Energiebedarf gegenüber, den das Land – vor allem auch angesichts von Prob-

lemen mit akuter lokaler Luftverschmutzung – auch vermehrt über den Einsatz erneuerbarer Energien decken möchte. Für 2005 strebt China eine kumulierte installierte Leistung aller Solaranlagen von über 300 MW an. Zum Vergleich: in Deutschland waren Ende 2003 rund 400 MW installiert.

**Abb. 11: Total installierte PV-Leistung (kumulativ) in Nicht-OECD-Ländern**



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

**Produktion in Nicht-OECD  
Länder wächst prozentual  
stark**

Im Jahr 2003 wurden in den Nicht-OECD-Ländern gemäss IEA-PVPS Zellen mit einer Leistung von rund 64 MW produziert, eine Zunahme von 24 MW, bzw. 60% gegenüber 2002. Die 64 MW entsprechen rund 9% der weltweiten Zellproduktion.

**Potenzial in China,  
Indien und Malaysia**

In China sind die Kapazitäten letztes Jahr auf 30 MW gestiegen und dürften dieses Jahr 60-100 MW erreichen. Das Unternehmen *Baoding Yingli* ist momentan der grösste Zellen/Modulhersteller in China (Zellproduktionskapazität 16 MW). Weitere Unternehmen haben ihren Ausstoss auf je 10 MW erhöht: *Wuxi Snitch Solar Power* (Zellen), *Kyocera* und *Xi'an Jiayang* (Module). Andere erreichen einen Ausstoss von je 12 MW: *Shandong Linuo*, *Shenzhen Clean Energy* (beide Zellen und Module). China verfügte bisher nicht nur über eine relativ bescheidene Zell- und Modulproduktion, sondern stellt auch wenig eigenes Solarsilizium her (total Ingot- und Waferproduktion rund 60 MW).

Indiens Solarmarkt ist von *TATA BP Solar* dominiert. Das Unternehmen hat eine Produktionskapazität für Module von 38 MW, das sind rund 50% der nationalen Produktion. Letztes Jahr wurden aber nur 20 MW produziert. Andere Hersteller wie *WEBEL* oder *Maharishi Solar Technology*, produzierten im Jahr 2003 Module mit einer Gesamtleistung von 4.5 MW, bzw. 3 MW.

Das malaysische Unternehmen *Mayang Kukuh* will in den nächsten fünf Jahren rund USD 100 Mio. für den Aufbau einer Dünnschichtsolarzellenproduktion auf der Basis von Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid (CIGS) investieren.

## 1.6 Entwicklung des PV-Marktes bis 2020

### **Sarasin Prognose war 2003 erstmals leicht zu hoch**

Wie eingangs erwähnt, hatte unsere letztjährige Prognose den weltweiten Photovoltaikmarkt mit 779 MW geringfügig (~4%) zu hoch geschätzt. Insbesondere die Solarzellenproduktion in den USA ist deutlich tiefer ausgefallen als von uns erwartet. Die tiefere Produktion lässt sich teilweise durch die Schwierigkeiten von *Astropower* erklären. In Deutschland hatten wir hingegen die Solarzellenproduktion eher leicht unterschätzt. Insbesondere die gemeldeten Produktionsvolumen von *Q-Cells* und *Deutsche Cell* lagen über dem, was wir erwartet hatten. Richtig lagen wir in Japan, wo die Angaben der Hersteller erfahrungsgemäss sehr präzise sind. Überschätzt haben wir die Produktion im Rest der Welt, wo wir insbesondere von China mehr erwartet hatten. Es scheint, als ob sich dort der enorme Wirtschaftsaufschwung erst mit einiger Verzögerung auf die erneuerbaren Energien wird auswirken können.

### **2004 erreicht Solarzellen- produktion 1'125 MW**

Für 2004 gehen wir davon aus, dass erstmals für mehr als ein Gigawatt Leistung neue Zellen produziert werden. Mit geschätzten 1'125 MW erreicht der Markt eine Wachstumsrate von über 50%.

### **Abflachung als vorüber- gehende Verschnaufpause**

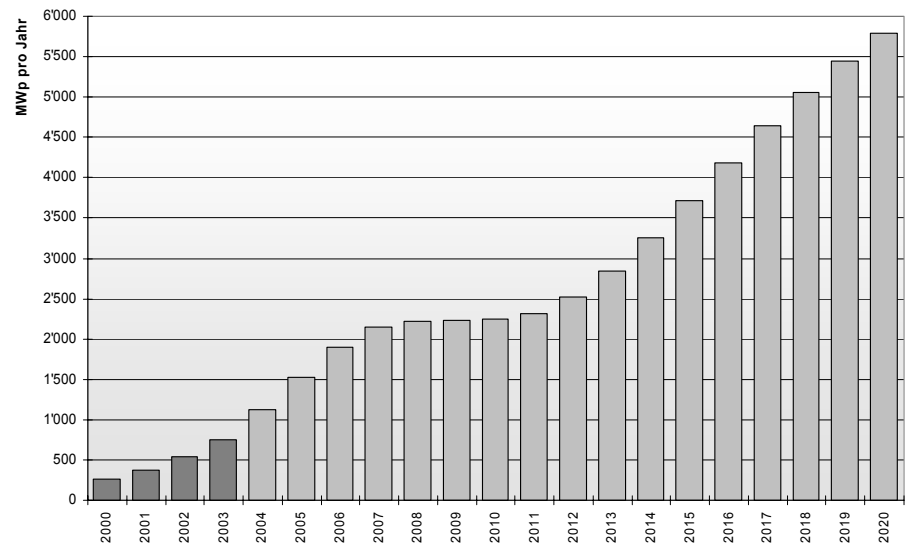
Erstmals legen wir in dieser Studie ein Langfristszenario bis ins Jahr 2020 vor. Demnach wird sich das Wachstum von 2008 - 2010 stark abflachen, danach aber wieder kräftig anziehen. Die Gründe für diese temporäre Abflachung sehen wir insbesondere bei den folgenden Entwicklungen:

- ◆ Vorübergehender Engpass beim solarem Silizium über die nächsten ein bis drei Jahre könnte weitere Kostenreduktionen gefährden und sich negativ auf die Nachfrage, die Auslastung und damit auf den weiteren Aufbau der Kapazitäten auswirken.
- ◆ Der amerikanische Markt verliert aufgrund seiner Struktur weiter an Boden gegenüber den Europäern und Japanern. Eine Trendumkehr braucht Zeit.
- ◆ Heikle Übergangsphase in Japan: Noch ist nicht klar, ob der japanische Markt weit genug entwickelt ist, um den Rückbau der Fördermassnahmen nach dem Auslaufen des PVRDP im Jahr 2006 zu verkräften.
- ◆ Kostensenkungspotenzial der bestehenden Technologien stetig aber begrenzt. Deutliche Kostensprünge durch neue Technologien erwarten wir erst längerfristig.
- ◆ Zunehmende Konkurrenz aus dem eigenen Lager durch alternative Solarenergietechnologien wie solare Kraftwerke.

Längerfristig sind die Möglichkeiten der Photovoltaik aber noch lange nicht ausgereizt. Die Abflachung sehen wir entsprechend auch eher als Sattel- denn als Wendepunkt. 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. Dies dürfte zu einer Fortsetzung des seit Ende der 1990er Jahre eingeschlagenen Wachs-

tumspfads führen. Gemäss diesem Szenario wird sich die jährlich installierte Leistung damit zwischen dem Jahr 2010 von 2.2 GW auf etwa 5.8 GW im Jahr 2020 fast verdreifachen. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Wachstumsrate der jährlichen Zellenproduktion zwischen 2003 und 2020 von 13%.

**Abb. 12: Sarasin-Prognose der weltweiten Solarzellenproduktion in MW bis ins Jahr 2020**



**Einfluss des Erdölpreises beschränkt**

Offt wird diskutiert, inwiefern die momentan hohen Erdölpreise die Entwicklung der Solarenergie beflügeln würden. Der Zusammenhang ist – zumindest für die Photovoltaik – eher psychologischer Natur, indem er die hohe Auslandabhängigkeit und die oft unterschätzten Preisrisiken der Ressource Erdöl in Erinnerung ruft und dadurch mithilft, die politische Unterstützung für die Förderung erneuerbarer Energien zu stärken. Insofern sind Preissteigerungen beim Erdöl für die Entwicklung des Photovoltaikmarktes nicht irrelevant, aber doch nicht von so entscheidender Bedeutung, wie bisweilen angenommen wird. Der einzige Bereich, wo die Erdölpreise ganz direkt die Nachfrage nach PV beeinflussen ist der Bereich der Hybridanlagen, d.h. überall dort, wo die Photovoltaik Dieselgeneratoren ersetzen oder ergänzen kann. Dieser Markt ist allerdings grösstenteils auf die USA und die Dritte Welt beschränkt und ist im Vergleich zu den momentan dominierenden netzgekoppelten Anwendungen von untergeordneter Bedeutung.

Für die thermische Solarenergienutzung sind die Kosten der fossilen Alternative (meist Heizöl) hingegen ein gewichtiger Faktor. Allerdings dürfte der ökonomische Substitutionsmechanismus erst messbare Wirkung zeigen, wenn der Erdölpreis über längere Zeit auf hohem Niveau verharrt, bzw. die Erwartung besteht, dass er das tun wird.

## 2 Solarkollektoren

**Übersicht** In diesem zweiten Teil befassen wir uns – zum zweiten Mal nach 2003 – mit der aktiven Nutzung von Solarwärme mittels Sonnenkollektoren, i.e. der Gewinnung von Wärme aus der thermischen Sonnenstrahlung. Für eine ausführliche Beschreibung der Technologien verweisen wir auf unsere Solarstudie 2003.<sup>5</sup> In dieser Ausgabe konzentrieren wir uns auf technologische Neuerungen, die Beschreibung des Marktes und die Aktualisierung unserer Prognosen.

### 2.1 Technologische Neuerungen

**Breite Anwendungen der Solartechnik** Thermische Solaranlagen werden heutzutage vorrangig für die Warmwasserbereitung und die teilsolare Raumheizung eingesetzt. Mit der Solartechnik lassen sich aber auch andere energetische Bedürfnisse decken, wie industrielle Prozesswärme oder Gebäudekühlung.

**Hybridkollektoren** Eine neuere Idee besteht im sog. Hybridkollektor, der Kombination von Photovoltaik und Solarthermie. Das Prinzip: wassergekühlte PV-Module liefern im Sommer erheblich mehr Strom und das dadurch vorgewärmte Kollektorwasser deckt den Warmwasserbedarf des Hauses. Der Vorteil ist ein kombiniertes Strom-Wärme-System, welches sich speziell für Ein- und Mehrfamilienhäuser eignen würde. An diesem Synergieeffekt wird allerdings erst geforscht und es werden noch keine kommerziellen Produkte angeboten. Technisch gesehen bestehen auch noch einige Herausforderungen.

**Ein innovative Anwendung aus den USA: Power Roof™ von Solargenix** Eine andere technische Entwicklung verfolgt das amerikanische Unternehmen *Solargenix*. Ihr «Power Roof™-System» ist ein neues Konzept, welches mit einem Hochtemperatur-Solarkollektor ausgerüstet ist. Durch die Konzentration des Sonnenlichtes sind Temperaturen von mehr als 400°C möglich. Diese Energie kann in Form von Dampf für industrielle Zwecke, Absorptionskühlung, Entsalzung, Wasserreinigung oder für Raumheizung und Heisswasser verwendet werden.

**Solares Kühlen als Zukunftsmarkt** Was an anderer Stelle schon lange gemacht wird – nämlich Wärmeenergie für Kälteerzeugung einzusetzen – ist eine auch für Solarwärme vielversprechende Option: Solarwärme dient als Antriebsenergie für Kälteanlagen. Es gibt verschiedene Arten von solaren Kühltechnologien, wobei zwischen Kälteerzeugung und Klimatisierung zu unterscheiden ist. Ein typisches Beispiel für die Klimatisierung stellt die sorptionsgestützte Klimatisierung dar.

---

<sup>5</sup> Solarenergie – heiter oder bewölkt?, Matthias Fawer/Eckhard Plinke, November 2003

### **Stromsparen dank «Kühlen mit Sonnenenergie»**

Weltweit werden heute rund 100 Millionen stationäre elektrische Kälteanlagen verkauft, dazu kommen 35 Millionen mobile Geräte. Auch wenn in Japan und USA ungleich mehr Büros und Haushalte klimatisiert sind als in europäischen Ländern, tragen die Geräte auch hier zu einem erhöhten Bedarf an elektrischer Spitzenleistung im Sommer bei. In Zukunft wird die Substitution von elektrischer Energie ein grosses Thema sein. Die Diskussionen im In- und Ausland über das Abstellen der Kernkraftwerke oder die Stromausfälle im Sommer wegen der vielen Klimaanlage, lässt den Wunsch nach Alternativen aufkommen.

Die Absorptions-Kältemaschine ist eine an sich bewährte Technologie. Neu ist die Kombination mit einer Solaranlage. Damit nutzt man den Vorteil, dass in der Zeit, in welcher der Kältebedarf am grössten ist, gleichzeitig am meisten Sonnenenergie zur Verfügung steht. Ausserdem trägt die Solaranlage dazu bei, das Brauchwarmwasser zu erwärmen. In der Übergangszeit und im Winter wird die Energie zusätzlich genutzt, um die Heizung zu unterstützen. Damit lässt sich der Jahresnutzungsgrad eines Kollektorfeldes wesentlich verbessern. Gleichzeitig ist das Überhitzungsproblem, das gerade bei grösseren Anlagen auftritt, auf elegante Art und Weise gelöst.

Grundsätzlich eignen sich diese Anlagen für alle Dienstleistungsgebäude mit einer Klimaanlage, wie z.B. Hotels, Einkaufszentren, Bürogebäude, Rechenzentren oder Spitäler. Das Kühlen mittels Sonnenenergie sollte bei allen ökologisch bewussten Firmen und Institutionen bereits jetzt zur prüfenswerten Alternative gehören. Zunehmend steigende Strompreise und die weitere Standardisierung der Anlagen werden diese zukunftsorientierten Anlagen auch für weitere Bauherrschaften interessant machen. Das Marktpotenzial ist beträchtlich, speziell in Ländern mit einer noch intensiveren Sonneneinstrahlung, d.h. mit einem grösseren Solarertrag oder in Ländern mit sehr hohen Stromkosten.

Christian Hilgenberg, Geschäftsführer der IEM Ingenieurbüro Energie- und Messtechnik AG

## **2.2 Kostenentwicklung**

### **Kostenentwicklung und Einsatzart**

Nach einer ersten Auswertung des Marktanreizprogramms sind in Deutschland die Kosten für den Nutzer einer kompletten Solarkollektor-Anlage in den letzten drei Jahren um insgesamt 10% gesunken. Die Wärmegestehungskosten reduzierten sich dabei von 22 auf rund 19 €Cents/kWh. 75% der Anlagen wurden für die Warmwasserbereitung installiert (5-7 m<sup>2</sup>) und 25% als Kombianlage für Warmwasser und Heizung (9-12 m<sup>2</sup>).

## **2.3 Wichtige Unternehmen**

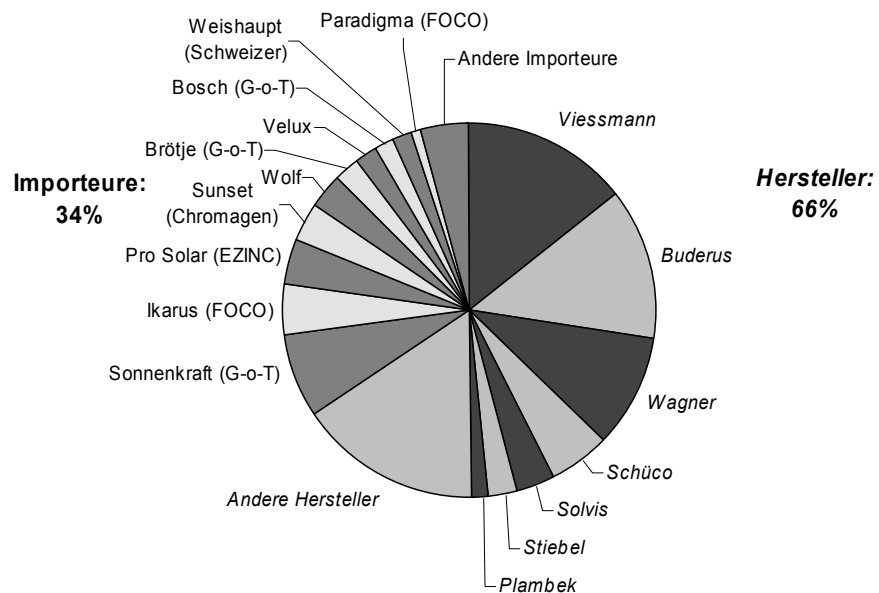
### **Weltweite Solarwärmebranche ist sehr fragmentiert**

Weltweit ist die Solarkollektorbranche sehr heterogen und geprägt durch viele kleine Akteure. Unternehmensspezifische Informationen zu weltweit tätigen Akteuren der Solarthermiebranche sind nur unter sehr grossem Aufwand zu beschaffen und eine umfassende Gesamtschau ist praktisch nicht möglich. Wir wollen hier exemplarisch den deutschen Markt mit all seinen Teilnehmern näher erläutern. 66% des deutschen Flachkollektorenmarktes wurden im Jahr 2003 durch heimische Hersteller abgedeckt und 33% durch ausländische Hersteller.

**Die Marktanteile bewegen sich stark**

Der gesamte deutsche Solarkollektorenmarkt 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*. Abbildung 13 gibt eine Übersicht über die wichtigsten Akteure auf dem deutschen Flachkollektoren-Markt im Jahr 2003.

**Abb. 13: Marktanteile der Hersteller und Anbieter von Flachkollektoren in Deutschland im Jahr 2003 (Total 655'000 m<sup>2</sup>). In Klammern Originalhersteller ( G-o-T: GreenOneTec)**



Basisdaten: W.B. Koldehoff, April 2004

**Schwierige Situation der Solarthermie**

In Deutschland scheinen die attraktiver gewordenen Rahmenbedingungen für die Photovoltaik die Solarthermie bei den Eigenheimbesitzern etwas in den Hintergrund gedrängt zu haben. Die Verstimmung bei den Unternehmen ist zunehmend spürbar, denn die Solarthermie wächst langsamer als gewünscht. Die Branche erlebte nach dem Einbruch im Jahr 2002 ein kräftiges Wachstum im vergangenen Jahr, hat aber noch immer nicht wieder das Niveau von 2001 erreicht, und die Prognosen für 2004 und das kommende Jahr sind eher wieder düster, sofern nicht bald zusätzliche Massnahmen ergriffen werden, wie ein – in Anlehnung an das bestehende EEG – gestaltetes «*Regeneratives-Wärme-Gesetz*» (RegWG), welches z.Z. in Vorbereitung ist.

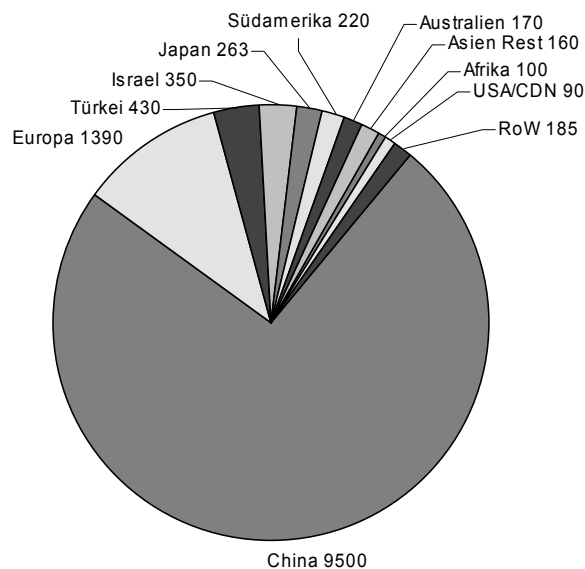
**Zahlen für 2004 sind unsicher**

Das schwierige Marktumfeld ist wohl mit ein Grund, dass sich die einzelnen Unternehmen bis Redaktionsschluss nicht auf ihre Jahresproduktion 2004 festlegen konnten oder mochten. Die Branche hatte lange Zeit die Hoffnung, dass sich der Bestellungseingang bis Ende Jahr noch steigern würde und wollte deshalb auf diesbezügliche Anfragen mehrheitlich keine Jahreszahlen voraussagen.

## 2.4 Wichtigste Märkte weltweit

Weltweit sind die Unterschiede in punkto neu installierter Fläche sehr gross. China, der mit Abstand grösste Markt, wächst auch weiterhin stark und bestimmt die weltweite Wachstumsrate. Die global neu installierte Fläche war im Jahr 2003 rund 12.9 Mio. m<sup>2</sup> und war damit rund 23% grösser als 2002. Rund 75% davon wurden in China installiert. Neben China bestehen in Deutschland, Griechenland und Österreich weitere grössere Märkte sowie in der Türkei, Israel und Japan. Gegenüber unserer letztjährigen Studie haben wir die einzelnen Länder in Abbildung 14 detaillierter ausgewiesen. Die Marktgrösse für Solarkollektoren variiert über alle Kontinente stark. Asien und Europa bilden die Schwerpunkte, obwohl aufgrund einer höheren Sonneneinstrahlung andere Gebiete vorteilhafter wären.

**Abb. 14: Im Jahr 2003 neu installierte Kollektorfläche (1000 m<sup>2</sup>) (alle Typen), aufgeteilt nach den wichtigsten Märkten. Die neu installierte Gesamtfläche war rund 12.9 Mio. m<sup>2</sup>, bzw. 23% grösser als im Vorjahr**



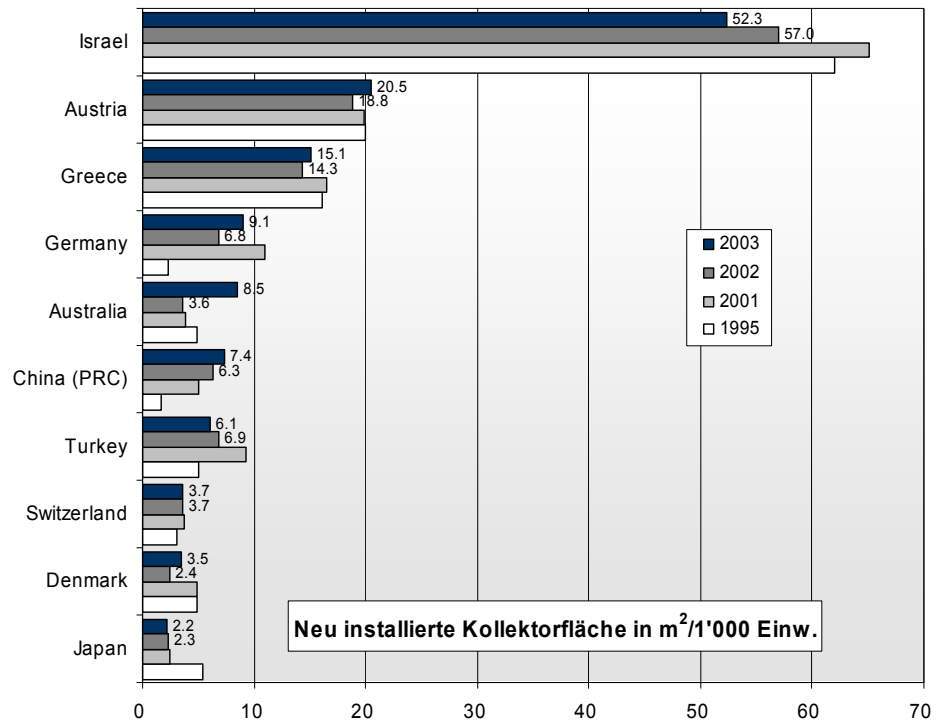
Basisdaten: W.B. Koldehoff, Oktober 2004

**TopTen der Solarkollektor-Länder: Deutschland, China und Australien überholen die Türkei**

Die Dominanz von China bei der neu installierten Fläche geht in erster Linie auf die riesige Bevölkerungszahl zurück. Vergleichen wir nämlich die pro Kopf installierte Fläche, d.h. die Kennzahl «jährlich neu installierte Kollektorfläche pro 1000 Einwohner» (Abbildung 15), dann bleibt Israel bezogen auf die installierte Fläche pro Einwohner unangefochten an der Spitze. Doch Israels neu installierte Kollektorfläche nimmt seit 2001 kontinuierlich ab. Interessanterweise werden von den rund 400'000 m<sup>2</sup> installierte Fläche 350'000 m<sup>2</sup> für den Ersatz von alten Systemen eingesetzt und nur 50'000 m<sup>2</sup> sind wirklich neu installierte Kapazität. Österreich hält seine jährliche Installationsfläche mit rund 20 m<sup>2</sup>/1000 Einwohner relativ konstant, ebenso wie Griechenland mit einem Wert von ca. 15 m<sup>2</sup>/1000 Einwohner. Deutschland hat mit einem Anstieg der neu installierten Fläche um 34%

gegenüber 2002, bezogen auf die Einwohnerzahl, die Türkei überholt. Das gleiche gilt auch für China, welches seit vier Jahren als einziges Land die installierte Fläche auch bezogen auf die Einwohnerzahl kontinuierlich erhöhen konnte. Der chinesische Markt scheint also keinerlei Sättigungserscheinungen zu zeigen.

**Abb. 15: TopTen der Länder - Marktgrösse pro Kopf der Bevölkerung: Jährlich neu installierte Kollektorfläche der vergangenen Jahre in m<sup>2</sup> pro 1000 Einwohner eines Landes**



Quelle: W.B. Koldehoff, Oktober 2004

**Australien mit wirkungsvollem Energiegesetz**

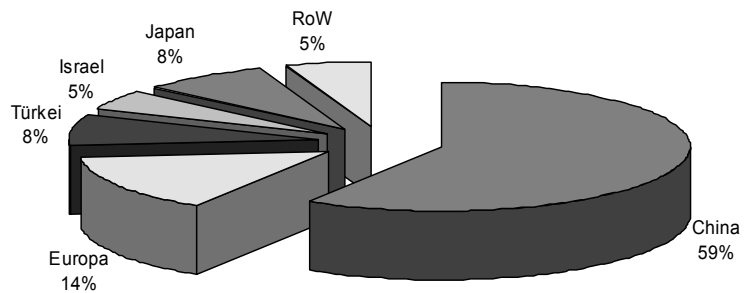
Die grössten Fortschritte hat letztes Jahr aber Australien gemacht. Die neu installierte Fläche hat sich von 70'000 m<sup>2</sup> auf 170'000 m<sup>2</sup> (3.6, bzw. 8.5 m<sup>2</sup>/1000 Einw.) mehr als verdoppelt. Dieses Wachstum ist eindeutig auf das im April 2001 eingeführte erneuerbare Energiegesetz, «*The Renewable Energy (Electricity) Act 2000*», zurückzuführen, welches dieses Jahr erstmals richtig gegriffen hat.<sup>6</sup> Laut diesem Gesetz sollen in Australien bis 2010 zusätzlich 9'500 GWh Strom aus erneuerbaren Energien produziert oder Strom aus nicht-erneuerbaren Energien ersetzt werden. Die Stromversorger erhalten für diese Substitution sog. RECs (Renewable Energy Certificates), die sie auch handeln können. Anbieter von Solarkollektoren preisen ihre Systeme darum vor allem als Ersatz für die dort weit verbreiteten und Strom fressenden Warmwasserdurchlauferhitzer an. Attraktiv für den Endkunden ist, dass Solarkollektoren-Hersteller wie *Rheem/Solahart* die Anlagen schon um den Betrag günstiger anbieten, welcher aus dem Verkauf des REC-Zertifikats erzielt werden kann.

<sup>6</sup> [www.greenhouse.gov.au/markets/mret/index.html](http://www.greenhouse.gov.au/markets/mret/index.html)

**Das technische Potenzial ist hoch**

Das Beispiel Australien (Verzweieinhalbfachung der installierten Fläche im letzten Jahr) zeigt eindrücklich, das ein sinnvolles Förderprogramm einem jungen Markt durchaus wertvolle Anschubunterstützung liefern kann. Erst damit kann das Wärmeerzeugungspotenzial durch Sonnenkollektoren richtig erschlossen werden. Als eine Haupthürde gelten heute immer noch die relativ hohen Investitionskosten (im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen). Abbildung 16 stellt die in den einzelnen Ländern und Regionen Ende 2003 in Betrieb befindliche Kollektorfläche dar. Diese Fläche ist im Vergleich zum Jahr 2002 um 14.7% gewachsen. Die Verteilung blieb relativ stabil. China ist auch bei der in Betrieb befindlichen Fläche Spitze. Sein Anteil hat sich von 56% auf 59% erhöht.

**Abb. 16: Solarthermie-Anlagen in Betrieb nach Ländern 2003 (verglaste Kollektorfläche insgesamt: ca. 85.2 Mio. m<sup>2</sup>). Die gesamte in Betrieb befindliche Fläche wuchs um 14.7%**



Quelle: W.B. Koldehoff, Oktober 2004

### 2.4.1 China

**China: der grösste Markt wächst am schnellsten**

China ist mit einem Anteil von fast 75% der im Jahr 2003 installierten Kollektorfläche der grösste Solarthermie-Markt, das entspricht einer neu installierten Fläche von 9.5 Mio. m<sup>2</sup> und einem prozentualen Zuwachs von rund 23%. Die kumulierte Kollektorfläche betrug Ende 2003 mehr als 51 Mio. m<sup>2</sup>. 75% der Systeme sind in Privathäusern für die Warmwasserbereitung installiert, 20% sind Gemeinschaftsanlagen und 5% werden in der Industrie eingesetzt. Rund 85% sind Flachkollektoren und 15% Vakuumröhrenkollektoren. Es ist eine Tendenz in Richtung höherwertigeren Flachkollektoren mit verbesserter Lebensdauer, besonders für Vorzeige-Grossprojekte, zu erkennen. Solche Qualitätskollektoren sollen vermehrt auch in den Export gehen. Dazu werden zunehmend Kooperationen mit westlichen/europäischen Instituten zum Thema Qualität und Normung unterhalten. Der Anbietermarkt besteht weiterhin aus einer unüberschaubaren Zahl von kleineren und mittleren Produzenten. Wie schon letztes Jahr erwähnt, ist das Wachstum in China umso erstaunlicher, als die Regierung die Installation von Anlagen überhaupt nicht finanziell unterstützt, sondern nur Forschung und Entwicklung fördert. Das Mengenwachstum dürfte aber für die kommenden Jahre 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 von der knappen Energieproduktion.

**China will Anteil Erneuerbare auf 10% steigern** An der im Juni in Bonn veranstalteten *Renewables2004* Konferenz kündigte China an, den Anteil erneuerbarer Energien an der installierten Gesamtenergieleistung bis 2010 auf 10% zu steigern. Sicherlich kann auch die Solarthermie davon profitieren.

## 2.4.2 Japan

**Rückläufiger Markt in Japan ...** Im letzten Jahr wurden in Japan rund 98'000 m<sup>2</sup> Kollektoren für Systeme mit Speicher und etwa 165'000 m<sup>2</sup> für Thermosiphonsysteme installiert. Dies entspricht einer weiteren Abnahme der neu installierten Fläche um 27'000 m<sup>2</sup> gegenüber dem Jahr 2002. Kumuliert waren Ende 2003 rund 7.35 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorfläche in Betrieb.

**... erhält Unterstützung** Für 2004 sieht die Entwicklung allerdings wieder positiver aus, da der Trend bei den Eigenheimanlagen eindeutig von 2 m<sup>2</sup> Kollektorfläche in Richtung 3 m<sup>2</sup> geht. Der Verbrauch an Warmwasser und die Komfortansprüche im Haushalt sind klar gestiegen. Im Oktober 2004 hat die Regierung ab dem kommenden Jahr eine neue Förderung für Solarkollektoren von bis zu 50% der Installationskosten bei öffentlichen Gebäuden sowie von bis zu 33% bei Privathäusern beschlossen. Das von der Regierung angestrebte Ziel von 35 Mio. m<sup>2</sup> kumulierter Kollektorfläche im Jahre 2010 ist allerdings nur sehr schwer erreichbar. Dazu wäre für die kommenden Jahre ein jährliches Wachstum von 25% erforderlich.

## 2.5 Marktentwicklung in Europa

Auch der europäische Solarthermie-Markt zeigte in den letzten Jahren alles andere als ein konstantes Wachstum. Dies aufgrund der Unsicherheiten bei den Förderungsbedingungen im bedeutendsten europäischen Markt Deutschland. Wegen dieser Ungewissheiten und der zunehmenden Konkurrenz durch die Photovoltaik sind exakte Kurzfrist-Voraussagen schwierig.

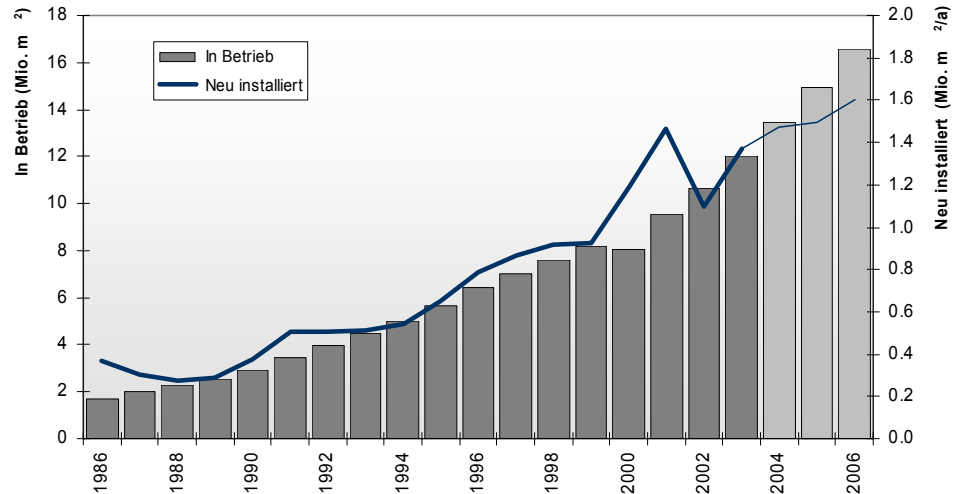
**25% Wachstum der installierten Solar-kollektorfläche in 2003** Gemäss den im Juni 2004 von ESTIF<sup>7</sup> veröffentlichten Zahlen für Europa<sup>8</sup> ist die neu installierte Solarkollektorfläche 2003 um 25% auf 1.38 Mio. m<sup>2</sup> gewachsen. Wir hatten letztes Jahr 1.33 Mio. m<sup>2</sup> vorausgesagt und lagen damit leicht zu tief. Für dieses Jahr erwarten wir eine Steigerung um 7% auf 1.47 Mio. m<sup>2</sup>. Nächstes Jahr wird das Wachstum vor allem durch den befürchteten Rückgang der neu installierten Fläche in Deutschland nur um 2% zunehmen. 2006 erwarten wir dann wieder einen leichten Anstieg auf rund 1.6 Mio. m<sup>2</sup> neu installierte Fläche. Dies entspricht in den kommenden drei Jahren einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 5%. Abbildung 17 zeigt, dass erst dieses Jahr mit einer neu

7 ESTIF: European Solar Thermal Industry Federation, [www.estif.org](http://www.estif.org)

8 EU 15 inkl. Schweiz und Norwegen ohne Luxemburg

installierten Fläche von 1.47 Mio. m<sup>2</sup> wieder das Niveau von 2001 erreicht wird. Nähere Gründe für das eher verhaltene Wachstum sind in den Kapiteln zu den wichtigsten Märkten (Deutschland, Griechenland und Österreich) ausgeführt.

**Abb. 17: Entwicklung der installierten (verglasten) Solarkollektoren-Fläche in Europa. Sarasin Schätzung für 2004 bis 2006: 1.47, 1.5, bzw. 1.6 Mio. m<sup>2</sup> neu installierte Fläche**



Quelle: ESTIF, Juni 2004; W.B. Koldehoff, Oktober 2004 und eigene Schätzungen

**80% der Produkte wurden in Deutschland, Griechenland und Österreich abgesetzt**

Der Absatz von Sonnenkollektoren in Europa konzentriert sich weiterhin auf die drei Länder Deutschland, Griechenland und Österreich. Hier wurden rund 80% aller Produkte abgesetzt. Während der Kollektorabsatz in Griechenland und Österreich in den letzten Jahren stagnierte, konnten sich die Hersteller in Deutschland nach dem Einbruch 2002 über stark steigende Umsätze freuen. Letztes Jahr wurden hier 39% mehr Kollektoren verkauft. Der Rest der neu installierten Flächen verteilt sich auf die weiteren Länder und zwar in sehr ähnlicher Grössenordnung wie 2002.

Tabelle 1 zeigt einen Überblick über den europäischen Solarkollektoren-Markt. Wegen der teils sehr instabilen Wachstumsraten der vergangenen drei Jahre erscheint es vorteilhafter in der Tabelle die Gesamtwachstumsrate der einzelnen Länder von 2000 bis 2003 darzustellen. Der Gesamtmarkt wuchs in diesem Zeitraum um 17%. Hervorzuheben sind hier die überdurchschnittlichen Wachstumsraten in Spanien und Frankreich, sowie – allerdings ausgehend von sehr tiefem Niveau – in Grossbritannien, Belgien und Irland.

**Tabelle 1: Der Markt für Solarthermie in Europa 2003: Gesamtüberblick, geordnet nach Grösse des Marktanteils**

Land	Total in Betrieb 2003 (m <sup>2</sup> ) <sup>9</sup>	Europ. Marktanteil (%)	Marktentwicklung 2000-2003			2004 Marktvorschau neu install. Fläche	2005 Marktvorschau neu install. Fläche
			Installiert 2000	Installiert 2003	00-03 Marktwachstum		
Deutschland	4'898'000	41%	620'000	750'000	21%	780'000	700'000
Griechenland	2'779'200	23%	181'000	161'000	-11%	180'000	170'000
Österreich	1'921'594	16%	152'944	165'200	8%	185'000	200'000
Spanien	341'566	3%	40'487	80'000	98%	80'000	100'000
Italien	398'785	3%	45'249	53'000	17%	55'000	80'000
Frankreich (EU)	237'400	2%	23'500	42'000	79%	52'500	70'000
Dänemark	299'890	2%	30'200	19'000	-37%	20'000	22'000
Schweiz	324'954	3%	26'500	26'800	1%	28'000	32'000
Niederlande	263'737	2%	27'660	33'000	19%	20'000	30'000
Portugal	160'640	1%	5'500	6'000	9%	7'000	9'000
Schweden	173'661	1%	19'117	18'000	-6%	25'000	30'000
Grossbritannien	149'920	1%	11'850	22'000	86%	26'000	32'000
Belgien	35'874	0.3%	3'400	11'000	224%	10'000	16'000
Finnland	10'030	0.1%	2'000	2'000	0%	2'000	3'000
Irland	4'405	0.04%	400	600	50%	800	1'500
<b>Total</b>	<b>11'999'656</b>	<b>100%</b>	<b>1'189'807</b>	<b>1'389'600</b>	<b>17%</b>	<b>1'471'300</b>	<b>1'495'500</b>

Basisdaten: ESTIF, Juni 2004; W.B. Koldehoff, Oktober 2004

### 2.5.3 Deutschland

**Deutschland weiterhin europäischer Vorreiter in der Solarthermie ...**

Deutschland hat seine Vorreiterposition als grösster Solarmarkt in Europa mit einem Marktanteil von 38% (4.2 Mio. m<sup>2</sup>) Ende 2002 auf 41% (4.9 Mio. m<sup>2</sup>) per Ende 2003 ausgebaut. Letztes Jahr kamen 750'000 m<sup>2</sup> neue Kollektorfläche hinzu. Die deutsche Förderpolitik für erneuerbare Energien nimmt eine internationale Vorbildstellung ein. Sie hat einen wichtigen Anteil am Markterfolg. Das Marktanzreizprogramm gewährt Zuschüsse von ca. 10 bis 15% der Investitionssumme. Das Fördervolumen betrug in den Jahren 2002 und 2003 rund EUR 200 Mio. Rund 70% der Beträge wurden jeweils für solarthermische Systeme verwendet. Die Förderhöhe beträgt seit Januar 2004 noch EUR 110 pro m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche (keine Rückzahlungspflicht), nicht nur für Privatpersonen und Gewerbetreibende, sondern auch für öffentliche Körperschaften. Die maximale Fördersumme je Einzelanlage beträgt EUR 25'000 (Stand Sept. 2003).<sup>10</sup> Für eine öffentliche Förderung müssen die Kollektoren einen Mindestenergieertrag von 350 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr erbringen. Eine aktuelle Übersicht zu den Förderprogrammen des Bundes und der Bundesländer gibt der BSi.<sup>11</sup>

**... doch erneuter Einbruch des Wachstums 2004?**

Noch bis Mitte Jahr durfte man aufgrund der Beobachtung der Nachfrage guter Hoffnung sein, dass die neu installierte Solarkollektorfläche erstmals über einer Million Quadratmeter liegen könnte. Die Neunmonatsfrist für die Dezember-

9 Definition des Begriffs «in Betrieb» (engl. in operation) wurde von der ESTIF-Studie «Sun in Action II» übernommen: installierte Systeme bis 1989 haben eine durchschnittliche Lebensdauer von 15 Jahren, solche nach 1990 installierte eine Lebensdauer von 20 Jahren.

10 Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführung (BaFa)

11 [www.bsi-solar.de/foerderprogramme.asp](http://www.bsi-solar.de/foerderprogramme.asp)

anträge aus dem Jahr 2003 ist mittlerweile vorüber und inzwischen gehen wir eher davon aus, dass bis Jahresende mit 780'000 m<sup>2</sup> nur etwas mehr als das Vorjahresergebnis erreicht wird. Es scheint, als ob ein wesentlicher Anteil bewilligter Anträge nicht realisiert wurde. Auch die in der ersten Jahreshälfte neu eingegangenen Anträge zeigen kein allzu positives Bild. Laut Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) lagen die Antragszahlen in den ersten neun Monaten rund 45% unter den Vorjahreszahlen. Wir gehen daher für 2005 sogar von einem Marktrückgang um mehr als 10% auf ca. 700'000 m<sup>2</sup> neu installierter Fläche aus.

Die Erklärung hierfür sehen wir vor allem in der gesamtwirtschaftlichen Lage, Schwächen bei der Kundenberatung und im Marketing sowie die attraktivere Förderung der Photovoltaik. Viele Kunden wollen grundsätzlich eine Solaranlage auf dem Dach, entscheiden sich aber momentan bei beschränktem Budget für die derzeit günstigere und attraktivere Option.

**Im Schatten der Photovoltaik**

Die Photovoltaik scheint zurzeit das bessere Image und die höhere Medienpräsenz als die Solarthermie zu haben. Unausgesprochen steht die Frage im Raum: Warum bekommt die Photovoltaik so viel mehr Geld und Aufmerksamkeit als die Solarthermie? Denn ohne jegliche Förderung ist die Solarthermie viel wirtschaftlicher als die netzgebundene Photovoltaik. Aus Sicht des Klimaschutzes hat die Solarthermie sicherlich mehr Unterstützung verdient, denn laut einschlägigen Veröffentlichungen spart ein funktionierender Solarkollektor flächenbezogen gut zweimal mehr CO<sub>2</sub> ein als eine entsprechende PV-Anlage. Zusätzlicher Fakt ist, dass in Deutschland wie auch in ganz Europa weniger Strom verbraucht wird als Energie zum Heizen und Kühlen. Doch in der öffentlichen Diskussion wird dem Stromsektor aus Sicht der Solarthermie-Hersteller viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt.

**Eine Wärme-gesetz nach Vorbild des EEG**

Die Solarthermie-Branche realisiert allmählich, dass sie in Sachen Öffentlichkeitsarbeit, Marketing und Vertrieb hätte mehr machen müssen und will dies nun in Zukunft nachholen. Zudem ist derzeit noch immer nicht klar, wie die Förderung im kommenden Jahr aussehen wird. Um die weitere Förderung der Solarthermie unabhängiger von staatlicher Unterstützung zu machen, entwerfen die Solarverbände wie schon erwähnt einen Vorschlag für ein «Regeneratives-Wärme-Gesetz» (RegWG). Ähnlich dem EEG würde eine Steuer auf konventionellen Energieträgern wie Öl und Gas erhoben, welche dann als Bonus für die Produktion von Wärme aus erneuerbaren Quellen verwendet werden könnte. Nachgedacht wird aber auch über eine Verordnung, die den Einsatz thermischer Solarsysteme beim Neubau von Ein- und Mehrfamilienhäusern vorschreibt. Doch bis solche Regelungen für neue Impulse im deutschen Solarthermie-Markt sorgen können, dürften mindestens noch ein bis zwei Jahre vergehen.

### 2.5.4 Griechenland

**Stagnation in den kommenden Jahren**

Die in Griechenland Mitte der 70er Jahre stark steigenden Strompreise waren der Auslöser für die Entwicklung eines der erfolgreichsten, aber mittlerweile wohl etwas gesättigten Solarthermie-Marktes. Anhaltspunkt für eine zunehmende Sättigung ist einerseits die kumulierte Kollektorfläche pro 1'000 Einwohner (mit 260 m<sup>2</sup>/1'000 Einw. die Zweithöchste nach Israel), sowie eine Stagnation bei der installierten Kollektorfläche über die letzten vier Jahre. 2003 wurden 161'000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche neu installiert und dieses Jahr werden es etwa 180'000 m<sup>2</sup> sein. Für 2005 erwarten wir rund 170'000 m<sup>2</sup> aufgrund von zwei gegenläufigen Trends: Einerseits will die Regierung eine gewisse Unterstützung einführen, bzw. eine (Mehrwert)-Steuererleichterung gewähren, um den Markt wieder zu dynamisieren. Momentan liegt der Mehrwertsteuersatz für Solaranlagen bei 18%, der für Strom und Gas bei 8%. Andererseits wird nach den olympischen Spielen eine Abkühlung der Bautätigkeit erwartet. Ein neuerliches Wachstum könnte höchstens durch das Vorantreiben von Anlagen für solares Kühlen erreicht werden. Als Produzent besitzt Griechenland mit FOCO einen der grossen europäischen «Player», welcher mehr als die Hälfte der Produktion nach Deutschland exportiert.

### 2.5.5 Österreich

**Österreich wird zum grossen Exporteur von Sonnenkollektoren**

Im Jahr 2003 wurden in Österreich ca. 407'000 m<sup>2</sup> Kollektoren produziert (328'000 m<sup>2</sup> im Jahre 2002).<sup>12</sup> Dies entspricht einem Produktionszuwachs von 24% im Vergleich zum Jahr davor. Von den produzierten Kollektoren wurden im Jahre 2003 bereits 59% exportiert (gegenüber 52% im Jahre 2002). Der Exportanteil nimmt also ständig zu. Die im Inland 2003 installierte Kollektorfläche betrug 165'000 m<sup>2</sup>, eine Steigerung gegenüber dem Jahr 2002 um 8%. Es wurden rund 9'300 Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Raumzusatzheizung sowie 300 Solaranlagen zur Schwimmbaderwärmung neu errichtet. Ende 2003 waren in Österreich insgesamt 1.92 Mio. m<sup>2</sup> Kollektoren in Betrieb. Die Fördergelder variieren in Österreich je nach Bundesland sehr stark. Durchschnittlich liegen die Fördermittel bei einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung (20 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, 1'500 l Speicher) bei rund EUR 4'900.

**Zukünftige Entwicklung**

Das durchschnittliche Wachstum am Solarthermie-Markt betrug in den Jahren 1990 bis 2000 rund 15% pro Jahr. Die Stimmung am österreichischen Markt war im ersten Halbjahr 2004 positiv. Dies ergab eine aktuelle Erhebung bei führenden Solarfirmen des Verbandes Austria Solar. Die neueste Prognose für das Wachstum im Gesamtjahr liegt bei plus 10%-12% (185'000 m<sup>2</sup>). Im September wurde ein 4-jähriges Solarwärmeprogramm gestartet, welches bis 2008 zu einer Steigerung der installierten Kollektorfläche auf rund 200'000 m<sup>2</sup>/Jahr führen soll. Gelingt es, entsprechende Markimpulse zu setzen, wären 2010 in Österreich

<sup>12</sup> Solarmarkt in Österreich 2003, Austria Solar, [www.austriasolar.at](http://www.austriasolar.at)

fast 4 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorgesamtfläche installiert. Bis 2010 könnten damit mehr als 3'000 zusätzliche Arbeitsplätze (gegenüber dem Jahr 2000) geschaffen werden.

### 2.5.6 Schweiz

**Solarthermie-Markt: Trendwende in Sicht?** Letztes Jahr wurde in der Schweiz insgesamt eine Kollektorfläche von 26'820 m<sup>2</sup> verkauft. Diese Zahl ergibt sich aus Eigenproduktion plus Import minus Export.<sup>13</sup> Der überwiegende Teil (98%) waren Flachkollektoren. Mit Ausnahme von 1998 lagen diese Verkaufszahlen höher als je zuvor. Ob dies schon eine Trendwende darstellt, lässt sich angesichts des geringen Zuwachses noch nicht beurteilen. Der neu lancierten Kampagne «solarbegeistert» kann nach einem Jahr noch keine eindeutige Wirkung zugesprochen werden. Sie soll langfristig wirken und ist deshalb auf drei Jahre ausgelegt. Die Erfahrung zeigt zudem, dass in den meisten Fällen von der ersten Anfrage eines Bauherrn bis zur Erstellung der Anlage deutlich mehr als ein Jahr vergeht. Die schwache Baukonjunktur ist ein weiterer Faktor, der den geringen Zuwachs schon als Erfolg erscheinen lässt.

### 2.5.7 Weitere Märkte

**Hoffnungsträger Frankreich, Italien und Spanien** Der französische Kollektormarkt entwickelte sich über die letzten drei Jahre mit einem Zuwachs von 180% sehr dynamisch, allerdings ausgehend von einem sehr niedrigen Niveau. Die beiden Hoffnungsträger Italien und Spanien kommen hingegen nicht so schnell wie erwartet in Fahrt und liegen noch deutlich hinter ihren Möglichkeiten. Für Spanien erhofft sich ESTIF allerdings für die kommenden Jahre ein noch grösseres Wachstum. Dies darum, weil einige spanische Städte und Gemeinden entsprechende Bauverordnungen erlassen haben, die beim Bau oder der Renovation einer Liegenschaft die Installation von Solarwärmesystemen vorschreiben («Barcelona-Modell»).

**Steigende Öl- und Gaspreise in den USA machen Solarkollektoren attraktiver** In den USA wurden Solarkollektoren oder vor allem 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. Durch die hohen Öl- und Gaspreise verkürzt sich die Rückzahldauer einer Solaranlage. Zusätzlich haben viele Bundesstaaten Anreizprogramme für Solarsysteme (Thermie und PV) geschaffen.

## 2.6 Entwicklung des Marktes bis 2020

**China wächst weiter** In den vergangenen fünf Jahren hat sich in China ein dynamischer und selbsttragender Markt entwickelt. 2003 wuchs die neu installierte Fläche um 16.5% gegenüber 2002. Dieses Wachstum liegt im Bereich des von der Regierung geplanten Wachstums von jährlich 17% bis ins Jahr 2015. Die Nachfrage nach

<sup>13</sup> Solar, Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie, Markterhebung 2003

Solarkollektoren wird sich auch in Zukunft aufgrund der Wirtschaftsdynamik weiter erhöhen. Unter weiterer Berücksichtigung der von der Regierung erwähnten Projekte im erneuerbaren Energiebereich gehen wir deshalb von einer Fortsetzung des positiven Trends in diesem Land aus.

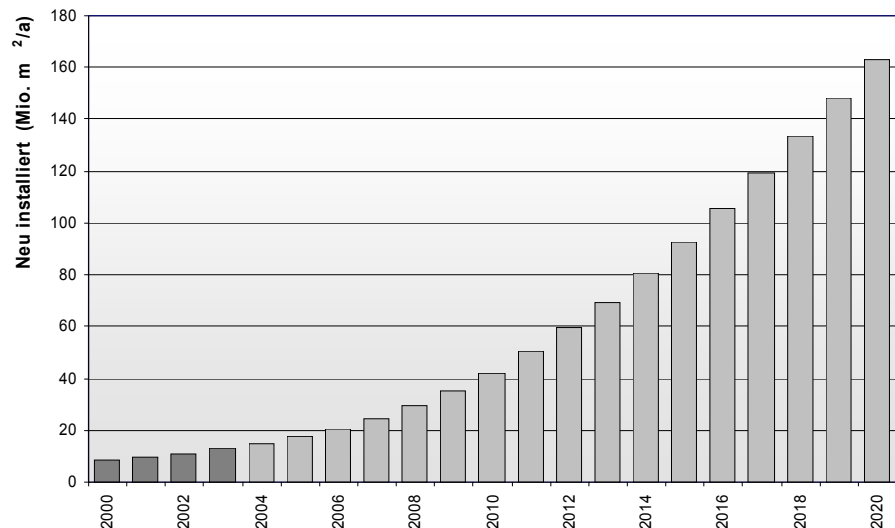
- Neue Märkte kommen langsam hinzu** Es ist zu erwarten, dass in Zukunft neue Märkte in Ländern, die bisher weniger aktiv in der Solarthermie waren, aber über günstige klimatische Voraussetzungen verfügen, hinzukommen. Zu nennen sind hier südeuropäische Länder, sowie Australien und vor allem Schwellenländer wie Indien, Indonesien und Mexiko – nicht zu vergessen ggf. die USA.
- Zur Erreichung des EU- Zieles (100 Mio. m<sup>2</sup> in 2010) ist eine aktivere Politik nötig** Die EU-Politik sieht die solarthermische Energieerzeugung als wichtigen Eckpfeiler einer zukünftigen Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien. Das Weissbuch der EU-Kommission nennt als Ziel für 2010 eine in Betrieb befindliche Kollektorfläche von 100 Mio. m<sup>2</sup>. Dies entspricht rund 260 m<sup>2</sup> pro 1000 Einwohner. Griechenland hat dieses Ziel schon erreicht, und auch Österreich wird dieses Ziel vor 2010 erreichen. Die anderen Länder sind aber noch weit davon entfernt. Die realen Wachstumsraten der vergangenen Jahre (CAGR 1994 - 2003: 9.2%) in der EU weichen sehr stark von den erforderlichen Raten ab, um das Ziel erreichen zu können. Auch wenn Wachstumsraten von mehr als 35% (vergleichbar mit dem Wachstum der Windindustrie bis vor kurzem) aufgrund verbesserter politischer Rahmenbedingungen erreicht werden können, würden diese Vorgaben wohl nicht vor 2015 erreicht.
- EREC Wachstumsziele für die EU-15** Die neuesten Zielsetzungen der Europäischen Vereinigung für Erneuerbare Energien (EREC)<sup>14</sup> prognostizieren für die Solarthermie ein jährliches Wachstum von 23% bis zum Jahr 2020. Hierbei stützt sie sich vor allem auf das noch nicht ausgeschöpfte grosse Potenzial. 2020 wären demnach mehr als 200 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorfläche in Betrieb.
- Sarasin sieht steigendes Wachstum in Europa erst ab 2006** In Europa wird die Branche nach dem Markteinbruch im Jahr 2002 (-22%) und der schnellen Erholung im Jahr 2003 dieses und nächstes Jahr eher wieder stagnieren. Bis 2006 erwarten wir nur ein schwaches jährliches Wachstum von durchschnittlich 5%. Danach ist mit Hilfe einer breiten gesetzlichen und politischen Unterstützung in verschiedenen Ländern sowie weiterhin hohen Öl- und Gaspreisen und neuen Anwendungsfeldern wieder mit steigenden Wachstumsraten der neu installierten Fläche zu rechnen (vgl. Tab. 1, Seite 37).
- Weltweites durchschnittliches jährliches Wachstum von 2003 bis 2020 von 16%** Unsere Prognose für die im Jahr 2003 weltweit neu installierte Kollektorfläche lag mit 12.5 Mio. m<sup>2</sup> 3% unter der effektiv installierten Fläche von 12.9 Mio. m<sup>2</sup>. Das entsprach einer Zunahme von 23% gegenüber 2002. Für das laufende Jahr 2004 gehen wir von einer weltweit neu installierten Fläche von rund 15 Mio. m<sup>2</sup> aus, d.h. einer Zunahme von 16%, vorwiegend aufgrund der anhaltenden Dynamik in China aber auch in anderen nicht-europäischen Ländern. Diese

<sup>14</sup> European Renewable Energy Council (EREC), Renewable Energy Target for Europe, 20% by 2020, Januar 2004

verhindern, dass das Wachstum aufgrund der zweijährigen Flaute in Europa nicht stärker einbricht. Bis 2010 dürfte die Wachstumsrate zwischen 17-20% pendeln. Ende dieses Jahrzehnts werden somit weltweit rund 250 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorfläche in Betrieb sein; Im Jahr 2010 erwarten wir einen Zuwachs von ca. 42 Mio. m<sup>2</sup> neu installierter Fläche.

Aufgrund von Marktsättigungstendenzen erwarten wir zwischen 2011 und 2020 eine stetige Abnahme der Wachstumsrate bis auf 10%. Daraus ergibt sich ein durchschnittliches jährliches Wachstum der neu installierten Fläche über die gesamte Periode 2003 bis 2020 von 16%. Damit hätte der Weltmarkt für neu installierte Solarkollektoren im Jahr 2020 ein Volumen von rund 160 Mio. m<sup>2</sup> (Abbildung 18).

**Abb. 18: Sarasin-Prognose des weltweiten Solarkollektoren-Marktes. Neu installierte Kollektorfläche in m<sup>2</sup> pro Jahr**



**Beitrag der Solarthermie unterschätzt und ...** Der weltweite Beitrag von thermischen Solaranlagen für Warmwasser und Raumheizung wurde bisher stark unterschätzt. Die weltweit in Betrieb befindlichen Solarkollektoren von rund 85 Mio. m<sup>2</sup> tragen gemäss einer Statistik der IEA «Solar Heating Worldwide 2001» mit rund 40'000 GWh zur jährlichen Wärmeversorgung für Warmwasser und Raumheizung bei. Von der Energieproduktion her übertrifft die Solarwärme damit sogar die Windkraft, die in den letzten zehn Jahren weltweit grosse Erfolge feiern konnte.

**... grosse Potenziale noch ungenutzt** Dennoch beruht erst ein geringer Teil der Energie am Wärmemarkt auf Sonnenenergie. Einer Schätzung internationaler Solarfachleute zufolge könnte die Hälfte des weltweiten Warmwasserbedarfs solar erzeugt werden, beim Heizbedarf ein Viertel. Für Prozesswärme bis 150° C, etwa zum Auto waschen oder Pasteurisieren, könnten Solaranlagen einen Viertel der Energie beisteuern. Bei der Gebäudekühlung, einer der weltweit am stärksten wachsenden Märkte, wäre Solarenergie ebenfalls in der Lage, einen beträchtlichen Teil der Energie bereitzustellen.

len. Gerade bei diesen Anwendungen im Niedertemperaturbereich ist die Substitution von Erdöl und Erdgas durch Solarwärme aus technischer und wirtschaftlicher Sicht sehr sinnvoll, speziell auch für den stetig wachsenden Energiebedarf in Südeuropa sowie den Schwellenländern. Um diese enormen Potenziale zu nutzen, sind weitere Bemühungen in Forschung und Entwicklung erforderlich. Die solare Warmwasserbereitung ist weitgehend ausgereift, bei kompakten Speichern und Raumheizungsanlagen bestehen noch Optimierungspotenziale.

Daneben braucht die Solarwärme aber wohl auch weiterhin Schützenhilfe durch öffentliche Förderprogramme oder gesetzliche Massnahmen, wie etwa die erwähnten spanischen Bauvorschriften («Barcelona-Modell») oder das geplante «Regenerative Wärme-Gesetz» in Deutschland. Solche Ansätze müssten, um eine mögliche grosse Wirkung erzielen zu können, auf breiter Front in vielen verschiedenen Ländern eingeführt werden. Ob dies tatsächlich in nützlicher Frist geschieht, wird sich erst noch weisen müssen.

**Nachtrag: Neuer Umrechnungsfaktor für die Solarthermie:  $0.7 \text{ kW}_{th}/\text{m}^2$**  Gemäss der neuesten Pressemeldung von ESTIF, vereinbarte das IEA SHC-Programm<sup>15</sup> zusammen mit den wichtigsten Solarthermie-Verbänden an ihrem letzten Treffen eine wichtige Neuerung: In Zukunft soll die Solarthermie in Form von thermischer Energie ( $\text{kW}_{th}$ ) ausgewiesen werden und nicht mehr wie bis anhin in Quadratmeter installierter Kollektorfläche. Die Experten einigten sich auf einen Umrechnungsfaktor von  $0.7 \text{ kW}_{th}/\text{m}^2$ . Eine detaillierte Beschreibung des Umrechnungsfaktors findet man auf der IEA SHC Website.<sup>16</sup>

Dank dem neu definierten Umrechnungsfaktor wird die Solarthermie viel einfacher mit anderen erneuerbaren Energien vergleichbar. Damit wird erstmals deutlich wie bedeutend die Solarthermie eigentlich ist. Basierend auf unseren Quadratmeter-Zahlen für die weltweit installierte verglaste Kollektorfläche ergibt sich für das Jahr 2003 eine kumulierte Kapazität von  $60 \text{ GW}_{th}$  ( $0.7 \times 85.2 \text{ Mio. m}^2$ ). Damit liegt die Solarwärme noch vor der Windenergie (2003:  $40 \text{ GW}_e$ ) und klar vor der Photovoltaik (2003, OECD Länder:  $1.8 \text{ GW}_e$ ).

15 International Energy Agency Solar Heating and Cooling Programme  
16 [www.iea-shc.org](http://www.iea-shc.org)

## 3 Solarthermische Kraftwerke

### 3.1 Anwendungsbereiche

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

Ein solarthermisches Kraftwerk erzeugt in der Regel 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 oft für solarthermische Kraftwerke der Begriff «*Concentrating Solar Power*» (CSP) verwendet.

**Solkraftwerke, 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).

Andererseits werden immer mehr Anlagen zusätzlich mit einem thermischen Speichersystem ausgerüstet (z.B. einer Salzschnmelze), um die Stromproduktion besser der Nachfrage anpassen zu können. Damit können dann auch Einnahmen mit dem Verkauf von teurem Spitzenlaststrom erzielt werden. Solche Systeme können Effizienz-Höchstwerte bei der Umwandlung von Sonnenstrahlung zu Netto-Netzeinspeisung von mehr als 20% erreichen und zwar nicht nur punktuell, sondern über den ganzen Tag hindurch.

**Weitere Anwendungsbereiche: dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung**

Neben der Anwendung für die zentrale Stromerzeugung können im Falle der Parabolschüssel-Technologie auch dezentrale, kleinere Kraftwerkseinheiten realisiert werden (z.B. als Ersatz von Dieselaggregaten). Auch dezentrale Anlagen zur reinen Prozesswärmeerzeugung sind mit solarthermischen Technologien möglich.

Für eine nähere Beschreibung der Technologie verweisen wir auf unsere letztjährige Studie. Im Folgenden beschränken wir uns auf den aktuellen Stand der Projekte.

### 3.2 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 Mojawewüste mit USD 1.2 Mrd. Investmentvolumen und einer totalen Kapazität von 350 MW<sub>el</sub>. Sie werden bis heute rein kommerziell betrieben und trugen bisher fast 50% zur weltweiten Solarstromerzeugung bei.

Im Zuge der Liberalisierung befand sich der Stromsektor in einem Umbruch, in dem weniger Kraftwerksneubauten als die Ausweitung der Absatzmärkte im Vordergrund standen. Zudem wurde die Belastung der Weltenergiewirtschaft durch dauerhaft hohe Ölpreise als nicht mehr sehr wahrscheinlich wahrgenommen.

Jetzt hat sich die Situation aufgrund von technologischen Fortschritten, teilweise aufgrund von günstigeren politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (u.a. Klimaschutzabkommen, erneut hohe Ölpreise, Förderprogramme für erneuerbare Energien) grundlegend geändert. In letzter Zeit war ein richtiggehender Schub an neuen Kraftwerksprojekten zu verzeichnen.

**Globale Marktinitiative für solarthermische Kraftwerke (CSP GMI)**

Die internationale Regierungskonferenz *renewables2004* in Bonn bot für den Ausbau solarthermischer Kraftwerke eine wichtige weltweite Plattform. Hier wurde die «Global Market Initiative» (CSP GMI) vorgestellt. Ziel der Initiative ist es, den Bau von solarthermischen Kraftwerken im Sonnengürtel der Erde zu fördern. Bis 2015 soll eine Gesamtkapazität von 5'000 MW installiert werden und so die Technik zur Marktreife geführt werden, um sie auch ohne zusätzliche Einspeiseanreize voll konkurrenzfähig mit fossilen Kraftwerken zu machen. Partner der Initiative sind die *European Solar Thermal Power Industry Association (ESTIA)*, die *SolarPACES* Kooperation der *IEA* in Spanien und die *U.S. Solar Energy Industries Association (SEIA)* sowie die *Global Environmental Facility (GEF)* der Weltbank, die *UNEP*, das deutsche Bundesumweltministerium und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Die Teilnahme an der Initiative steht allen Regierungen von Ländern aus dem Sonnengürtel offen, aber auch solchen Ländern, welche über besonderes industrielles Know-how im Bereich solarthermischer Kraftwerke verfügen.

Inhalt der Vereinbarung ist ein Bündel von Massnahmen. Dazu zählen:

- ◆ geeignete Gesetzgebungen und Anreizprogramme zur Förderung der Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien,
- ◆ transnationaler oder interkontinentaler Stromaustausch mit verbesserten Vergütungen für erneuerbaren Strom,
- ◆ CO<sub>2</sub>-Zertifikate und bi- und multilaterale Finanzprogramme.

### «Take-Off» bei neuen Projekten ...

Nach einer Durststrecke von über einem Jahrzehnt, in der keine neuen Projekte mehr realisiert werden konnten, stehen Ende 2004 mehrere Projekte unmittelbar vor ihrem Baubeginn. Die Anzahl dieser baureifen Projekte und ihr Finanzvolumen legen in der Tat einen jetzt wohl nachhaltigen Markteintritt in den Referenzmärkten des Sonnengürtels der Erde nahe.

Der Marktaufbruch der solarthermischen Kraftwerke ist heute auf die konsequente Energie- und Umweltpolitik einiger Industrieländer zurückzuführen, die sukzessive eine Regulierung entwickelten, in der es nun deutliche Vergütungsanreize für erneuerbaren Strom gibt! Spanien und Deutschland nehmen hier mit ihren Einspeisegesetzen eine Vorbildfunktion ein, einige Bundesstaaten der USA folgen nun mit verschärft formulierten «Renewable Portfolio Standards». Der durch die Einspeisegesetze generierte Erfolg der Windkraft – Spanien hat etwa 6 GW am Netz, Deutschland ca. 14 GW – war Anreiz, dies jetzt auch mit solarthermisch erzeugten Strom zu wiederholen, insbesondere, da dieser Solarstrom planbar erzeugt werden kann und so zu grösserer Netzstabilität beiträgt.

So sind die Schwerpunkte der Projektentwicklung und baureifer solarthermischer Kraftwerksprojekte denn auch Spanien und der sonnenreiche Südwesten der USA. Zum Ende dieses Jahres erfolgt die Bauvorbereitung für das 10 MW<sub>el</sub> Solarturm-Projekt PS 10 des andalusischen Anlagenbauers *Abengoa* sowie für das 50 MW<sub>el</sub> Parabolrinnen-Projekt AndaSol 1 der Arbeitsgemeinschaft des Projektentwicklers und Technologiegebers *Solar Millennium AG* und des madrilienischen Baukonzerns *ACS/Cobra*. Die Gesamtinvestition beider Projekte betragen über EUR 300 Mio.

Wichtiger aber ist, dass mit der attraktiven spanischen Stromvergütung für solarthermische Kraftwerke (18 €cent/kWh – zusätzlich zum Poolpreis der spanischen Strombörse) eine Reihe von Folgeprojekten bereits auf dem Weg und zum Teil schon genehmigt sind. Iberdrola bereitet 5 Parabolrinnen-Projekte à 50 MW<sub>el</sub> vor, *Solar Millennium/ACS/Cobra* haben weitere 3 Projekte à 50 MW<sub>el</sub> in der Pipeline. Es ist davon auszugehen, dass jeweils je eines dieser Projekte pro Jahr realisiert wird, d.h. jedes Jahr kommen 100 MW<sub>el</sub> solarthermischer Kapazität hinzu. Damit stehen in den kommenden 5 Jahren jeweils etwa EUR 0.5 Mrd. zur Projektfinanzierung an.

In den USA erlebt das 50 MW<sub>el</sub> Eldorado-Projekt von *Solargenix* (Parabolrinne) - in Kürze seine Grundsteinlegung; in New Mexiko wird die Ausschreibung eines 50 - 100 MW<sub>el</sub> Parabolrinnen-Projekts für Anfang 2005 vorbereitet. In Kalifornien wird im Laufe des kommenden Jahres mit der Ausschreibung mehrerer 100 MW<sub>el</sub> gerechnet.

Zählt man die drei sich in der Ausschreibung befindenden, von der *Global Environment Facility (GEF)* mitfinanzierten solarthermischen ISCC-Hybridprojekte in Ägypten, Indien und Marokko hinzu, so ist jährlich mit Investmentvolumina von über EUR 1 Mrd. weltweit zu rechnen.

Rainer Aringhoff, General Manager *Solar Millennium AG* & Generalsekretär,  
*European Solar Thermal Power Industry Association (ESTIA)*

Dr. Michael Geyer, Geschäftsführer *IEA SolarPACES*

**Tabelle 2: Übersicht über Projekte im Bereich solarthermische Kraftwerke**

Standort	Finanzierung	Solartechnologie	Engineering, Lieferant	Hybridbetrieb	Solar-kapazität (MWel)	Gesamt-kapazität (MWel)	Projekt-status <sup>a)</sup>	geplante Inbetrieb-nahme
1) Algerien	Algerisches EEG / Kreditvergabe nach Ausschreibung	Parabolrinne	Bid Selection	Ja GuD-Kraftwerk	25	150	3	2007
2) Australien	z.T. aus australischer Green-house 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	3	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 Satzschmelze)	ENEA (staatl. Forschungszentrum), Industrie und Enel als Nutzer	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	Griechisches 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	2	1. Anlage: 2006
13) Spanien, PS10	Spanisches EEG + Projektfinanzierung	Turm	Inabensa/Solucar	Ja; Mit ca. 90% Solaranteil	10	10	2	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	5 x 50	5 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	Ja, mit 25% fossiler Zuleuerung	50	50	2	2006

a) Projektstatus: 1 = in Bau; 2 = Projekte in Planungsphase; 3 = Projekte in Vorplanung (Machbarkeitsprüfung erfolgt); 4 = beabsichtigte Projekte

### 3.3 Marktperspektiven

- An der Schwelle zur Kommerzialisierung** Die in Tabelle 2 aufgelisteten Projekte zeigen, dass die solarthermische Kraftwerkstechnologie vor einem Entwicklungssprung Richtung kommerzieller Anwendung steht. Insgesamt beurteilen wir die Chancen dieser Solartechnologie längerfristig als sehr gut. Gleichzeitig bestehen aber auch erhebliche Risiken, die die Nutzung dieser Technologie behindern oder verzögern könnten.
- 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, Naher und Mittlerer Osten, Indien, Australien. Es ergibt 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 die Photovoltaik handelt es sich um eine Grosskraftwerkstechnologie, die einen Einsatz für die zentrale Stromversorgung «in grossem Stil» ermöglicht (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 gewisse 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 solarthermische Kollektoren von der kostenseitigen Konkurrenzfähigkeit ab. Es kommt daher darauf an, dass die projektierten Kosteneinsparungen durch die Anlagen neuerer Generation effektiv realisiert werden können.
- Fazit: Die Chancen sind intakt** Die weitere Entwicklung der solarthermischen Kraftwerkstechnologie hängt stark vom Erfolg der jetzt in Planung befindlichen Projekte ab. Erfüllen sie die Erwartungen an Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit, 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 CSP GMI will wie erwähnt bis 2015 rund 5'000 MW neue solarthermische Kapazitäten schaffen. Nach derzeitigem Stand der Projektlage

erscheint die Zielvorgabe von 5'000 MW in 2015 als ambitiös, aber auch nicht unmöglich. Gemäss Tabelle 2 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.

## Kontakte

	<b>Andreas Knörzer</b> Leiter Sarasin Sustainable Investment	Tel.-Nr. +41 61 277 7477 andreas.knoerzer@sarasin.ch
<b>Portfolio Management</b>	<b>Gabriele Grewe</b> Leiterin Portfolio Management Anleihen und gemischte Portfolios	Tel.-Nr. +41 61 277 7073 gabriele.grewe@sarasin.ch
	<b>Catrina Vaterlaus-Rieder</b> Aktien-Portfolios	Tel.-Nr. +41 61 277 7805 catrina.vaterlaus@sarasin.ch
	<b>Arthur Hoffmann</b> Aktien-Portfolios	Tel.-Nr. +41 61 277 7322 arthur.hoffmann@sarasin.ch
	<b>Johannes Weisser</b> Anleihen und gemischte Portfolios	Tel.-Nr. +41 61 277 7195 johannes.weisser@sarasin.ch
	<b>Romeo Burri</b> Portfoliomanagement Support	Tel.-Nr. +41 61 277 7267 romeo.burri@sarasin.ch
<b>Sustainability Research</b>	<b>Dr. Eckhard Plinke</b> Leiter Research Maschinenbau, Elektrotechnik & Elektronik	Tel.-Nr. +41 61 277 7574 eckhard.plinke@sarasin.ch
	<b>Makiko Ashida</b> Versicherungen, Konsumgüter	Tel.-Nr. +41 61 277 7470 makiko.ashida@sarasin.ch
	<b>Dr. Michaela Collins</b> Handel, Tourismus, Länder, Institutionen	Tel.-Nr. +41 61 277 7768 michaela.collins@sarasin.ch
	<b>Dr. Matthias Fawer</b> Energie, Nahrungsmittel, Wasserversorgung	Tel.-Nr. +41 61 277 7303 matthias.fawer@sarasin.ch
	<b>Andreas Holzer</b> Chemie, Gesundheitswesen, Papier, Bergbau	Tel.-Nr. +41 61 277 7038 andreas.holzer@sarasin.ch
	<b>Klaus Kämpf</b> Banken, Dienstleistungen, Software, Entsorgung	Tel.-Nr. +41 61 277 7780 klaus.kaempf@sarasin.ch
	<b>Dr. Gabriella Ries</b> Medien, Telekommunikation, Baustoffe, Transport	Tel.-Nr. +41 61 277 7166 gabriella.ries@sarasin.ch
<b>Marketing/Support</b>	<b>Erol Bilecen</b> Marketing Support	Tel.-Nr. +41 61 277 7562 erol.bilecen@sarasin.ch
	<b>Dr. Mirjam Würth</b> Marketing Support	Tel.-Nr. +41 61 277 7342 mirjam.wuerth@sarasin.ch
	<b>Gabriela Pace</b> Assistenz/Sekretariat	Tel.-Nr. +41 61 277 7331 gabriela.pace@sarasin.ch
	<b>Balazs Magyar</b> Research-Assistenz	
<b>Kontakt</b>	Bank Sarasin & Cie AG Gabriela Pace Elisabethenstrasse 62 CH – 4002 Basel	Tel.-Nr. +41 61 277 7331 gabriela.pace@sarasin.ch
<b>Website</b>	www.sarasin.ch/nachhaltigkeit	

## Publikationen

<b>China</b>	Ist dieses Label nachhaltig? Makiko Ashida/Eckhard Plinke, September 2004
<b>Medien</b>	Inhalt verpflichtet - Nachhaltigkeitsthemen der Medienbranche. Gabriella Ries, Juni 2004
<b>Biotechnologie</b>	Nachhaltige Perspektiven der medizinischen Biotechnologie. Potenziale für nachhaltig orientierte Kapitalanleger. Andrew DeBoo, März 2004
<b>Staatsanleihen</b>	Nachhaltigkeit bei Staatsanleihen? Ansatz und Ergebnisse der Sarasin Länderbewertung. Michaela Collins/Astrid Frey, Januar 2004
<b>Photovoltaik</b>	Solarenergie - heiter oder bewölkt? Matthias Fawer/Eckhard Plinke, November 2003
<b>Soziale Nachhaltigkeit</b>	Soziale Nachhaltigkeit von Unternehmen messen - Kriterien der Bank Sarasin für nachhaltige Kapitalanlagen. Eckhard Plinke, September 2003
<b>Telekommunikation</b>	Auf nachhaltigen Pfaden - wo steht die Telekommunikationsbranche? Themen, Trends und Leader. Gabriella Ries/Christoph Ladner, Juli 2003
<b>Wasser</b>	Wege aus der Wasserkrise - Kann der nachhaltig orientierte Kapitalanleger einen Beitrag leisten? Andreas Knörzer/Eckhard Plinke, März 2003
<b>Performance</b>	Aktienperformance und Nachhaltigkeit - Hat die Umwelt- und Sozialperformance einen Einfluss auf die Aktienperformance? Eckhard Plinke u.a., September 2002
<b>Nahrungsmittel</b>	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
<b>Forstwirtschaft</b>	Wie nachhaltig sind die Erfinder der Nachhaltigkeit? - Eine Übersicht über die Forst- und Papierindustrie. Christoph Butz/Catrina Vaterlaus-Rieder, Juli 2000
<b>Bestelladresse</b>	Bank Sarasin & Cie AG Gabriela Pace Elisabethenstrasse 62 CH – 4002 Basel  gabriela.pace@sarasin.ch

### Wichtige Informationen

Diese Publikation der Bank Sarasin & Cie AG («BSC») 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 diese Publikation Fehler enthält oder unvollständig ist. Weder die Bank, noch die Aktionäre der Bank oder die Mitarbeiter sind dafür verantwortlich, dass die hier abgegebenen Meinungen, Einschätzungen und Schlussfolgerungen zutreffend 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 ebendieser Wertpapiere bzw. einer mit einem Emittenten wirtschaftlich oder finanziell eng verbundenen Unternehmen Beraterdienste oder andere 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.

© Copyright Bank Sarasin & Cie AG. Alle Rechte vorbehalten.



SARASIN