

Die Solarindustrie in Deutschland – Entwicklung der Produktions- technologien für Solarkomponenten und Systeme

Gerhard Stryi-Hipp
Bundesverband
Solarwirtschaft
(BSW-Solar)
stryi-hipp@bsw-solar.de

Es besteht weitgehend Konsens darüber, dass die Solartechnik langfristig zu einem wichtigen Baustein der Energieversorgung werden wird. Unterschiedliche Meinungen gibt es darüber, auf welchem Weg dies erreicht werden soll. Eine wichtige Frage ist dabei, wie die Produktionstechnologien dazu beitragen können, die Nutzung der Solarenergie kostengünstiger zu machen. Dies ist insbesondere der Fall in der Photovoltaik, die derzeit noch die höchsten Stromgestehungskosten aufweist.

Bis Ende der 90er Jahre herrschte in der Politik die Meinung vor, dass die PV-Kosten zuerst durch Forschung und Entwicklung reduziert werden sollten, bevor mit der Markteinführung begonnen werden sollte. Seit 1999/2000 hat sich die Überzeugung durchgesetzt, dass die notwendige Kostenreduktion nur durch einen massiven Ausbau der Produktion in Verbindung mit Forschung und Entwicklung erschlossen werden kann. Seither wird eine konsequente Markteinführungspolitik betrieben.

Basis der Erkenntnis, dass die Solarstromkosten durch die Steigerung der Produktionsmengen deutlich gesenkt werden können, ist die Lernkurventheorie, die besagt, dass die Kosten bei Verdopplung der gesamt installierten Leistung sich jeweils um denselben Faktor reduzieren. Für die Photovoltaik (PV) lag der Lernfaktor in der Vergangenheit bei etwa 20 %, d. h., bei Verdopplung der gesamt installierten PV-Leistung sanken die Kosten um 20 %. Im Rahmen des 100.000 Dächer-Programms sind die Kosten für PV-Anlagen von 1999 bis 2003 um 25 % gesunken und haben die Theorie bestätigt.

Seit Januar 2004 ist das EEG das einzige PV-Förderinstrument in Deutschland. Der damit stimulierte starke Nachfrageschub hat zu einigen Sondereffekten am PV-Markt geführt, die die Preise vorübergehend steigen ließen:

- Die Verknappung an Silizium verursachte einen Nachfrageüberhang und als Konsequenz eine deutliche Preiserhöhung für Silizium.
- Die PV-Hersteller haben umfangreiche Investitionen in neue, große Produktionsanlagen getätigt.
- Der Aufbau von Marktstrukturen sowie die Erhöhung der Margen als Voraussetzung für die Beschaffung des nötigen Kapitals am Kapitalmarkt.

Seit Mitte 2006 ist nun wieder eine Preisreduktion zu verzeichnen und es ist davon auszugehen, dass diese in den nächsten Jahren mit dem steigenden Angebot an Silizium anhalten wird.

Kostensenkende Effekte

Die Lernkurventheorie berücksichtigt alle Effekte, die zur Kostenreduktion führen. Denn mit der Ausweitung der Produktion und des Marktes sind nicht nur Skaleneffekte in der Produktion, sondern auch verbesserte Produkte und eine Optimierung der Produktionstechnologie verbunden.

Die Kostensenkungseffekte lassen sich in drei Bereiche aufteilen (*Tab. 1*).

- Produktverbesserungen, die vor allem durch Forschung und Entwicklung (F&E) erreicht werden,
- Optimierung der Produktionstechnologien,
- Mengeneffekte in der Produktion.

Erst im Zusammenspiel aller drei Bereiche können ambitionierte Kostenreduktionen erreicht werden.

Voraussetzung hierfür ist, dass es eine enge Zusammenarbeit zwischen Solarindustrie, Spezialmaschinenbau und Forschungsinstituten

Kostensenkungsbereiche	Maßnahmen / Akteure
verbesserte Produkte <ul style="list-style-type: none"> • höherer Wirkungsgrad • geringerer Materialeinsatz • einfachere Produktionsmethoden 	mehr Produkt-F&E durch <ul style="list-style-type: none"> • Forschungsinstitute • Solarindustrie • Maschinenbau
optimierte Produktionstechnologie <ul style="list-style-type: none"> • schnellerer Durchsatz • höherer Ausstoß durch weniger Bruch • höhere Qualität und Effizienz • geringere Prozesskosten • weniger Verbrauchsmaterial • stärkere Automatisierung • niedrigere Maschineninvestitionen 	Entwicklungen Spezialmaschinenbau durch <ul style="list-style-type: none"> • Maschinenbauer • Solarindustrie • Forschungsinstitute
Mengeneffekte <ul style="list-style-type: none"> • optimierte Produktionsabläufe • bessere Einkaufskonditionen • geringere Kosten für Maschinenpark • bessere Finanzierungskonditionen 	Optimierung Produktion durch <ul style="list-style-type: none"> • Maschinenbauer • Solarindustrie • Forschungsinstitute

Tabelle 1
Kostensenkungs-
bereiche, Maßnahmen
und Akteure

gibt und zwar in allen diesen drei Bereichen. Das bedeutet auch, dass die öffentliche Forschungsförderung parallel zum Ausbau des PV-Marktes verstärkt werden muss, um ausreichenden Input für die Optimierungsprozesse in der Industrie leisten zu können.

Markteinführung ersetzt also nicht die Forschung und Entwicklungsanstrengungen, sondern stimuliert Forschung und Entwicklung sowohl in der Industrie als auch in Forschungseinrichtungen und gibt ihr konkrete Zielorientierungen.

Entwicklung des Spezialmaschinenbaus

Entscheidender Träger für den raschen Aufbau der PV-Produktionskapazitäten ist die Entwicklung des Spezialmaschinenbaus in Deutschland. Waren in den 90er Jahren die PV-Firmen noch darauf angewiesen, einzelne Maschinen z. B. aus dem Halbleiterbereich zu kaufen und selbst an die Anforderungen der Photovoltaik anzupassen, hat sich innerhalb weniger Jahre eine ganze Reihe von Maschinenbauern in Deutschland auf die Herstellung von Maschinen für die PV-Pro-

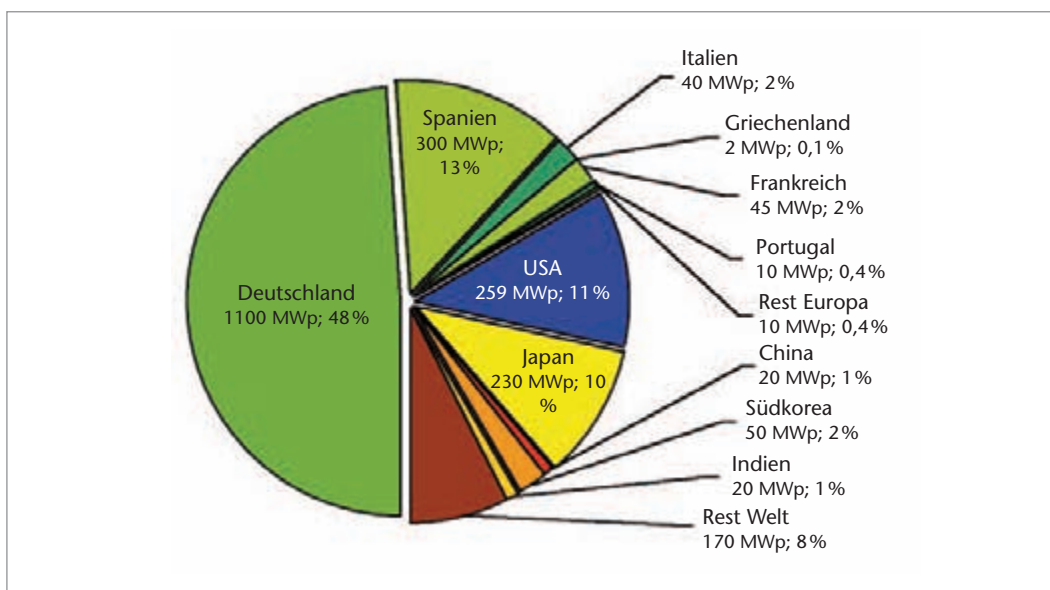


Abbildung 1
Photovoltaik Welt-
markt, neu installierte
PV-Leistung im Jahr
2007: 2.3 GWp

Abbildung 2
Produktionsstätten
für Photovoltaik in
Deutschland



duktion spezialisiert, wobei das Angebot von der einzelnen Maschine bis zur schlüsselfertigen Erstellung einer Photovoltaik-Fabrik mit garantiertem Ausstoß und garantierter Qualität der Produkte reicht.

Dies führt dazu, dass der deutsche Maschinenbau seit einigen wenigen Jahren in Bezug auf

Umsatz und Arbeitsplätze stark vom deutschen und internationalen Ausbau der PV-Fabriken profitiert. Wichtig ist, dass die Investoren in PV-Fabriken durch die Spezialisierung der Maschinenbauer das Know-how aus dem Bau bisheriger PV-Produktionsanlagen nutzen können und die Maschinenbauer ihre Erfahrungen aus anderen Produktionsbereichen gezielt für

die Photovoltaikproduktion einbringen. Ein positiver Effekt des starken Marktwachstums ist deshalb auch, dass die Photovoltaik für die Maschinenbauindustrie zum interessanten Geschäftsfeld wurde und deren Produktions-Know-how zusätzliches Kostenreduktionspotenzial erschließt.

Wie umfangreich die Nachfragesteigerung nach Photovoltaikanlagen zum Ausbau der PV-Produktion in Deutschland geführt hat zeigen *Tabelle 2* und die Karte der Produktionsstätten (*Abbildung 2*).

*Tabelle 2
PV-Hersteller sowie
Spezialmaschinen-
hersteller für die
PV-Industrie in
Deutschland*

Leistung	Nr.	Unternehmen	Ort	Kapazität MWp/Anzahl MWp	Beschäftigte	
Planung	1	M + W Zander FE GmbH	Stuttgart	-	1200	
	2	IB Vlogt Process Engineering GmbH	Berlin, Leipzig	-	100	
Maschinenbau	3	Gebrüder Schmid GmbH	Freudenstadt	-	200	
	4	Rena Sondermaschinen GmbH	Gütersloh	-	150	
	5	Stangl Semiconductor Equipment AG	Eichenau, Dresden	-	100	
	6	Aotec GmbH	Berg	-	50	
	7	Rampfster GmbH	Holding B. Braunthal	-	50	
	8	Centrotech GmbH	Blaubeuren, Dresden	-	500	
	9	Applied Materials GmbH	Alzenau, Dresden	-	200	
Ableichung	10	Laybold Optics GmbH	Alzenau, Dresden	-	400	
	11	Von Ardenne Anlagen Technik GmbH	Dresden	-	330	
	12	Roth & Rau AG	Hofheim/Erzgebirg	-	100	
	13	Reis Robotics GmbH	Oberriemig	-	800	
Automatisieren, Leuchten, LED-Produktion, Säge	14	Tecon Technik GmbH	Freiburg, Berlin	-	200	
	15	ASYS Automatisierungssysteme GmbH	Oerenstätt	-	250	
	16	Moser Vakuumtechnik GmbH	Böckstett	-	150	
	17	Herbert Arnold GmbH	Waltburg	-	150	
	18	Moser Automation AG	Rudolzing, Freiburg	-	180	
	19	Minires Maschinenbau GmbH	Waldmühl	-	100	
	20	Z Jonas & Heilmann GmbH	Berlin	-	150	
	21	C & N GmbH	Erlangen, Rudolstadt	-	50	
	22	Schmid Technology Systems GmbH	Niedereschbach	-	50	
	Silizium	S1	Wacker AG	Freiburg/Borghausen	-	800
S2		Juliet Solar Silicon GmbH/Co. KG	Rheinliden	-	k.A.	
Waher		W1	Deutsche Solar AG	Freiburg	240	800 ¹⁾
		W2	PV Crystal Solar AG	Erfurt	k.A.	160
		W3	EverQ GmbH	Thalheim	80	150
		W4	ASI Industries GmbH	Arnstadt	45	-
		W5	Sohot Solar GmbH	Alzenau	12	k.A.
Zellen		Z1	D Cells AG	Thalheim	420	900
		Z2	ErSol Solar Energy AG	Erfurt	220	390 ²⁾
		Z3	Deutsche Cell GmbH	Freiburg	190	-
		Z4	Sunways AG	Arnstadt/Konstanz	30/16	60-
		Z5	Sohot Solar GmbH	Alzenau	65	k.A.
		Z6	Solarworld Industries Schalka GmbH	Gelsenkirchen	k.A.	k.A.
Module		M1	Solarwatt AG	Dresden	100	370
		M2	Solar Factory GmbH	Freiburg	100	-
	M3	Solon AG	Berlin/Grötschow	80	300	
	M4	afos solar AG	Franzau	30	250	
	M5	Herbert Solar GmbH	Chemnitz	20	40	
	M6	GSS Solar GmbH	Gera	18	20	
	M7	Solera Wismar GmbH	Wismar	16	80	
	M8	AIS Solar GmbH	Erfurt	16	20	
	M9	Corenergy AG	Frankfurt (Oder)	im Bau	k.A.	
	M10	Solarfabrik AG	Freiburg	50	100	
	M11	Sunart Energietechnik	Adelsdorf	k.A.	k.A.	
	M12	Sohot Solar GmbH	Alzenau	100	k.A.	
	M13	Scheuten Solar Technology GmbH	Gelsenkirchen	150	k.A.	
	M14	Schoco Solarpanels KG	Aachen	k.A.	k.A.	
	M15	solarnova Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH	Widell	k.A.	k.A.	
Dünnschicht	D1	CSG Solar AG	Thalheim	28	160	
	D2	Artec Solar GmbH	Arnstadt	20	50	
	D3	Bullfinch GmbH	Berlin	16	50	
	D4	Solarion GmbH	Leipzig	Plan	30	
	D5	Dünnsol AG	Frankfurt (Oder)	im Bau	-	
	D6	Wirth Solar GmbH & Co. KG	Schwäbisch Hall	14,8	50	
	D7	Sohot Solar GmbH	Polsterheim	k.A.	k.A.	
Dünnschicht im Bau/Planung	P1	Behot Solar GmbH	Jena	im Bau	-	
	P2	First Solar GmbH	Frankfurt (Oder)	im Bau	-	
	P3	LiSolThin Film GmbH	Erfurt	im Bau	-	
	P4	Johanna Solar GmbH	Brandenburg	im Bau	-	
	P5	Calivo GmbH	Thalheim	im Bau	-	
	P6	Brilliant ZSE GmbH	Thalheim	im Bau	-	
Wachstumsphase	WR1	SMA Technologie AG	Niestetal	-	>1.000	

¹⁾ Gesamtbeschäftigte der Solarworld AG ²⁾ Gesamtbeschäftigte der ErSol Solar Energy AG

Entwicklung in der Solarthermie hinkt noch hinterher

Der Solarthermiemarkt wächst zwar in Deutschland seit Anfang der 90er Jahre kontinuierlich an, abgesehen von den Einbrüchen in den Jahren 2002 und 2007, doch beträgt er 2007 noch weniger als ein Fünftel des Photovoltaikumsatzes. Angesichts der politischen Zielsetzung für erneuerbare Energien in Deutschland und Europa wird aber in den kommenden Jahren eine starke Beschleunigung der Solarthermie-Marktentwicklung erwartet.

Die Solarthermie-Produktionstechnologie steht nicht nur aufgrund des noch relativ geringen Marktes bislang kaum im Fokus. Grund ist auch, dass der Wertschöpfungsanteil der Solarthermie-spezifischen Komponenten wie z. B. Kollektor und Komponenten des Solarkreises an der Gesamtanlage einen deutlich geringeren Anteil ausmachen als die photovoltaikspezifischen Komponenten an der PV-Anlage. So konzentriert sich das Produktions-Know-how vor allem auf den Kollektor und dort vor allem auf die Absorberbeschichtung, die Biegung der Absorberrohre und deren Verschweißung oder Verlötung mit den Absorberblechen.

Gleichwohl hat die Solarthermie ein großes Entwicklungspotenzial, was durch die erwarteten

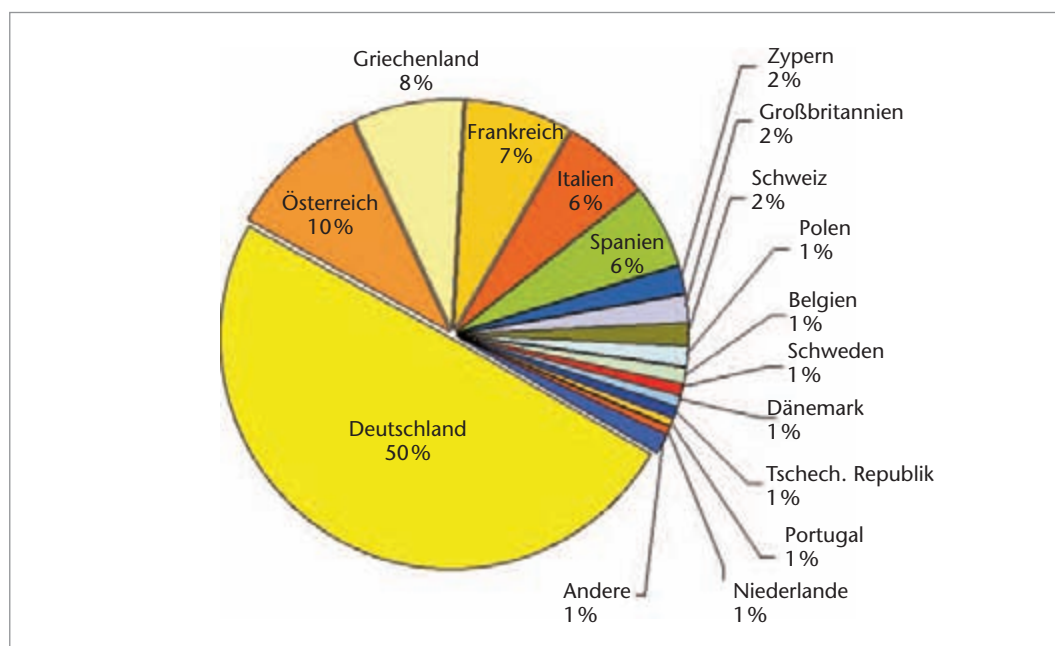
Mengen deutlich wird. So erwartet die European Solar Industry Federation (ESTIF) die Erhöhung der gesamt installierten Kollektorfläche in Europa von heute knapp 20 Mio. m² bis zum Jahr 2020 auf 480 Mio. m². Damit verbunden ist:

- Weiterentwicklung der Produkte
- Vergrößerung der Solarthermieanlagen pro Gebäude
- Erschließung neuer Anwendungsgebiete wie z. B. Prozesswärme und solare Kühlung
- bessere Integration der Systeme in die Gebäudehülle und in die Heiztechnik.

Mit den steigenden Mengen und der Produktweiterentwicklung erhält auch die Produktionstechnologie eine steigende Bedeutung.

Um die Solarthermie-Technologieentwicklung zu beschleunigen, wurde die Europäische Solarthermie-Technologieplattform ESTTP gegründet, die derzeit intensiv an einer Vision für die Solarthermie im Jahr 2030 sowie eine Forschungsstrategie zur Erreichung dieser Ziele arbeitet. Die Deutsche Solarthermie-Technologieplattform DSTTP wurde im August 2007 gegründet und bietet allen deutschen Akteuren aus Forschung und Industrie eine entsprechende Plattform und entwickelt Vorschläge für die künftige deutsche Forschungsstrategie.

Abbildung 3
Europäischer Markt
2006: Drei Millionen m²
mit 2,1 GW_{th}
Quelle: ESTIF/BSW-Solar



Zusammenfassung

Die PV-Markteinführungsstrategie, die auf Kostenreduktion durch Nachfragerhöhung setzt, hat sich innerhalb weniger Jahre als sehr erfolgreich erwiesen. Dabei betrifft der Ausbau der Produktion nicht nur das Endprodukt, sondern die gesamte Produktionskette, also alle Vorprodukte und Komponenten inklusive Zulieferer und Maschinenbauindustrie.

Damit verbunden ist die beschleunigte Technologieentwicklung, insbesondere auch in der Produktionstechnologie, die einen wesentlichen Beitrag zur Kostenreduzierung leistet.

Die Solarthermie zeigt in der Produktionstechnologie bislang keine der Photovoltaik vergleichbare Entwicklung, was sowohl dem geringeren Marktvolumen als auch dem geringeren Spezialisierungsgrad der Produkte geschuldet ist. Allerdings wird in der Solarthermie künftig eine starke Beschleunigung der Marktentwicklung auf Basis der neuen Gesetzgebung sowie der Technologieentwicklung aufgrund der Technologieplattformen ESTTP und DSTTP erwartet.

Kostenreduktionen erfordern Fortschritte in der Produktentwicklung, Skaleneffekte in der Produktion und die Weiterentwicklung der Produktionstechnologie. Dabei ist wichtig, dass Solarindustrie, Forschungsinstitutionen und die Spezialmaschinenbauer eng zusammen arbeiten und auch die Forschungsförderung analog dazu ausgebaut wird.