

Abs	Frankfurter Rundschau (12.6.2008)	Financial Times Deutschland (5.11.2008)	Abs
	Photovoltaik <u>Wettlauf um den Wirkungsgrad</u> (Sascha Rentzing)	Strahlende Sieger (Sascha Rentzing)	
0	Ringen um Effizienz: Solarzellen sind in der Herstellung teuer. Neues Material verspricht mehr Leistung. Die Intersolar-Messe beginnt.	Dünnschichtzellen werden immer effizienter. Weil sie günstiger herzustellen sind, könnten sie Siliziummodule langfristig ablösen	0
1	Beiläufig verkündete Ulrich Stiebel kürzlich ein unbescheidenes Vorhaben:	Ein Mittelständler aus der niedersächsischen Provinz strebt an die Weltspitze der Fotovoltaik(PV)-Hersteller:	1
	Mit einer neuen Solarzelle will der Unternehmer (Stiebel Eltron) einen Wirkungsgrad von 20 Prozent erreichen; derzeit kommen Standardzellen auf 15 bis 17,5 Prozent.	Stiebel Eltron, bekannt als Heiztechnikspezialist, steigt in die Solarzellenproduktion ein und will mit einem neu entwickelten Lichtsammler einen Wirkungsgrad von über 20 Prozent erreichen - marktüblich sind gegenwärtig 15 bis 17,5 Prozent.	
2	Damit beteiligt sich der niedersächsische Mittelständler an einem Wettlauf, bei dem Weltkonzerne schon vorgelegt haben: Sanyo und die US-Firma SunPower produzieren bereits Zellen mit mehr als 20 Prozent Wirkungsgrad und kommen damit dem Labor-Weltrekord von 24,7 Prozent, gehalten von der University of New South Wales in Sydney, recht nah. Auch auf der Intersolar-Messe, die am heutigen Donnerstag in München beginnt, werden Wirkungsgrade und deren Verbesserung viel diskutiert sein.	Damit beteiligt sich die Firma aus Holzminden an einem Wettlauf, bei dem Weltkonzerne schon vorgelegt haben: Sanyo und das US-Unternehmen Sunpower produzieren bereits Zellen mit 21 Prozent Wirkungsgrad. Sie kommen damit dem Labor-Weltrekord von 24,7 Prozent, der derzeit von der University of New South Wales in Sydney gehalten wird, ziemlich nahe.	2
	Lasern statt drucken		
3	Da die Sonne kostenlos vom Himmel strahlt, könnte einem Solaranlagenbetreiber der Wirkungsgrad seiner Module egal sein. Doch der Wirkungsgrad beeinflusst die Wirtschaftlichkeit stärker als jeder andere Faktor bei der Herstellung:	Das eifrige Streben nach immer höheren Leistungen hat einen triftigen Grund:	3
	Jeder Prozentpunkt mehr Wirkungsgrad senkt die Kosten um fünf Prozent, so die Faustregel, da pro Watt weniger Material benötigt wird. Allerdings lässt sich nicht alles, was im Labor mit hohem Wirkungsgrad glänzt, in der Massenfertigung mit vertretbarem Aufwand realisieren. Auch hinter den Rise-Zellen (Rear Interdigitated Single Evaporation), die Stiebel Eltron herstellen will, standen zunächst Fragzeichen.	Jeder Prozentpunkt mehr Wirkungsgrad senkt, so die Faustformel, die Produktionskosten um fünf Prozent, da pro Watt weniger Material benötigt wird. Demnach lässt sich die Wirtschaftlichkeit einer Solaranlage mit einem hohen Wirkungsgrad deutlich verbessern. Noch kann Sonnenenergie nicht mit konventionell erzeugter konkurrieren: In Deutschland kostet die Kilowattstunde derzeit noch doppelt so viel wie der Strom aus der Steckdose. Doch nicht nur höhere Effizienzen führen zur Wettbewerbsfähigkeit: Hersteller von Dünnschichtmodulen ersetzen die teure Siliziumschicht, in der das Licht in Elektrizität umgewandelt wird, durch vielfach dünnere fotoaktive Schichten aus unreinerem Silizium und Verbindungen von Kupfer, Indium, Gallium und Selen (CIS) oder Cadmium-Tellurid (CdTe). Dünnschichtmodule sind zwar nicht so effizient wie siliziumbasierte, aber vor allem dank	

Abs	Frankfurter Rundschau (12.6.2008)	Financial Times Deutschland (5.11.2008)	Abs
		geringerer Herstellkosten viel preiswerter.	
		Welche Technik letztlich die wirtschaftlichere sein wird, ist noch nicht absehbar - beiden wird großes Entwicklungspotenzial zugesprochen. Experten sehen die schlanken Lichtsammler zumindest auf dem Vormarsch. "Die Dünnschicht gewinnt Marktanteile", sagt Arnulf Jäger-Waldau von der Gemeinsamen Forschungsstelle der EU-Kommission unter Berufung auf eine aktuelle Markterhebung seines Hauses.	4
4	Bei der vom Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) entwickelten Technologie befinden sich die Stromanschlüsse auf der Rückseite, so dass die Front nicht von Kontakten verschattet wird.	Stiebel Eltron setzt dagegen auf Hochleistung: Die Firma will sogenannte Rückkontaktzellen produzieren, bei denen sich die Stromanschlüsse auf der Rückseite befinden, sodass die Front nicht von Kontakten verschattet wird.	5
	Dadurch wird die Zelle effizienter, aber auch schwieriger produzierbar. Das ISFH hat jedoch nach eigenen Angaben einen industrietauglichen Herstellungsprozess gefunden: "Wir benutzen Laser zum berührungslosen Strukturieren der Rückseite. Beide Kontakte werden durch Aufdampfen in einem einzigen Metallisierungsschritt hergestellt", erklärt Jan Schmidt, Gruppenleiter Photovoltaik-Materialien am ISFH.	Dadurch erhöht sich die Effizienz um bis zu fünf Prozentpunkte. Das Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) hat die Zelle und einen industrietauglichen Fertigungsprozess dafür entwickelt.	
5	Dieses Verfahren bringt neben einer höheren Effizienz einen weiteren Vorteil: Dank Lasereinsatz kommen die Rise-Zellen mit dünneren und damit preiswerteren Silizium-Wafern aus.	Auch Rekordhalter Sunpower stellt Rückseitensammler her. Die ebenfalls rekordverdächtige Sanyo-Zelle wiederum basiert auf einer hochreinen Siliziumscheibe (Wafer), die von zwei Schichten aus amorphem Silizium umgeben ist. Die beiden Materialien sind in verschiedenen Spektralbereichen empfindlich, sodass das Licht besser ausgenutzt wird - um den Preis höherer Produktionskosten.	6
6	Noch effizienter als Hochleistungszellen aus kristallinem Silizium sind lichtbündelnde Systeme. Dabei konzentrieren integrierte Spiegel oder Linsen Licht auf eine winzige Zelle. Die effizientesten unter ihnen erreichen Wirkungsgrade von bis zu 40 Prozent.	Noch effizienter sind lichtbündelnde Systeme. Dabei konzentrieren integrierte Spiegel oder Linsen Licht auf eine winzige Zelle. Die deutsche Firma Concentrix produziert Systeme mit 23 Prozent Wirkungsgrad.	7
	"An guten Standorten können Konzentratorsysteme schon heute kostengünstiger Strom erzeugen als herkömmliche Flachmodule", sagt Andreas Bett, Leiter der Abteilung Solarzellen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg. Allerdings müssen Konzentrator-Module exakt der Sonne nachgeführt werden, was die Kosten erhöht und bei Dachanlagen kaum möglich ist.	"An guten Standorten erzeugen unsere Konzentratoren 10 bis 20 Prozent günstiger Strom als herkömmliche Solarsysteme", sagt Concentrix-Chef Hansjörg Lerchenmüller. Den Beweis tritt seine Firma derzeit an: Gemeinsam mit dem spanischen Technikkonzern Abengoa hat Concentrix bei Sevilla jetzt seine erste kommerzielle Anlage ans Netz gebracht.	
7	Auch am unteren Ende der Preisspanne, bei der Dünnschicht-Technologie, herrscht reger	Die Dünnschicht versucht, den Wettlauf um das beste Preis-Leistungs-Verhältnis über günstige	8

Abs	Frankfurter Rundschau (12.6.2008)	Financial Times Deutschland (5.11.2008)	Abs
	<p>Wettbewerb. Das größte Wirkungsgradpotenzial wird so genannten CIS-Zellen zugesprochen. Das National Renewable Energy Laboratory der USA erreichte damit eine Effizienz von 19,8 Prozent. Allerdings sind industriell gefertigte Zellen hiervon noch weit entfernt, und bei den Produktionskosten haben sie sich noch nicht von der konventionellen Konkurrenz abgesetzt. "Für CIS existieren einfach noch zu kleine Produktionseinheiten. Erst wenn die Massenproduktion läuft, werden die Kosten sinken", sagt Hansjörg Gabler, bis vor kurzem Leiter Photovoltaik im Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung.</p>	<p>Herstellkosten für sich zu entscheiden. Der marktführende Dünnschichthersteller First Solar fertigt seine CdTe-Module nach eigenen Angaben für nur 75 Cent pro Watt und produziert damit fast dreimal günstiger als Hersteller von Siliziummodulen. Diesem Produktionskostenvorteil steht zwar ein vergleichsweise geringer Wirkungsgrad von maximal elf Prozent entgegen, doch die Wirtschaftlichkeit der US-Module stimmt offenbar. Die Firma hat Lieferverträge von über einem Gigawatt abgeschlossen.</p>	
8	<p>Langfristig sehen die Experten aber alle drei Dünnschichttechnologien - dazu zählen neben CIS- auch Cadmiumtellurid- und Dünnschichtsilizium-Zellen - bei Effizienzen weit jenseits der zehn Prozent und bei Kosten von unter 50 Cent pro Watt.</p>		
9	<p>Organische Nanozellen könnten in Zukunft ebenfalls eine Option für die Photovoltaik sein. Dabei wandelt ein Gemisch aus Titandioxid-Nanopartikeln und Farbstoffmolekülen - winzige Bällchen einer Ruthenium-Verbindung - ähnlich wie bei der Photosynthese Licht in Strom um. Die hauchdünnen Lichtsammler versprechen Produktionskosten, die weit unter denen konventioneller Solarmodule liegen.</p>		
10	<p>Ihre Schwäche ist jedoch, dass sie schnell an Leistung verlieren, weil der ladungsträgerleitende Flüssigkeitsfilm bei intensiver Sonnenbestrahlung eintrocknet. Um die Massenfertigung zu rechtfertigen, müssen länger haltbare Flüssigkeiten gefunden werden - Forscher weltweit suchen derzeit danach.</p>		
	Strom aus Farbstofffolien		
11	<p>Trotz des großen Entwicklungspotenzials von Dünnschicht & Co. glaubt Stefan Glunz, Leiter der Abteilung Entwicklung von Siliziumsolarzellen am Fraunhofer ISE, an die Zukunft der Silizium-Wafer-Technologie, da ihre Langzeitstabilität außer Frage stehe und sich ihre Effizienz bereits mit geringem Aufwand verbessern lasse. Wirkungsgradsteigerungen von einem Prozent seien etwa zu erreichen, indem Antireflexionsschichten mehr Strahlung nutzbar machen und Passivierschichten Ladungsträgerverlusten durch die sogenannte Rekombination entgegenwirken.</p>	<p>Trotz der großen Potenziale der Dünnschicht glaubt Stefan Glunz, Leiter der Abteilung Entwicklung von Siliziumsolarzellen am Fraunhofer ISE, an die Zukunft der Silizium-Wafer-Technologie, da ihre Langzeitstabilität außer Frage stehe und sich ihre Effizienz bereits mit relativ geringem Aufwand verbessern lasse. Wirkungsgradsteigerungen von bis zu einem Prozent sind etwa zu erreichen, indem Antireflexionsschichten mehr Strahlung nutzbar machen und so genannte Passivierschichten dafür sorgen, dass an den unregelmäßigen Zelloberflächen weniger Ladungsträger für den Solarstrom verloren gehen.</p>	9
12	<p>Auch neue Methoden zur Herstellung von Zellenkontakten helfen weiter. Heute werden Frontkontakte meist durch Siebdruck von</p>	<p>Auch neue Methoden zur Herstellung von Zellenkontakten helfen weiter. Heute werden Frontkontakte meist durch Siebdruck von</p>	10

Abs	Frankfurter Rundschau (12.6.2008)	Financial Times Deutschland (5.11.2008)	Abs
	Metallpasten produziert. Die so hergestellten breiten Kontaktfinger behindern den Lichteinfall und haben hohe Widerstände. Zudem treten beim Druck große Kräfte auf, dem nur dickere Zellen trotzen können.	Metallpasten produziert. Die so hergestellten breiten Kontaktfinger behindern den Lichteinfall und haben hohe Widerstände. Zudem treten beim Druck große Kräfte auf, dem nur vergleichsweise dicke Zellen trotzen können.	
13	Das Fraunhofer ISE entwickelt deshalb Metallisierungsprozesse, die ohne Siebdruck auskommen. "Wir setzen dabei auf die chemische Abscheidung von Metallen oder das kontaktlose Drucken von Metallaerosolen", sagt Glunz.	Das Fraunhofer ISE entwickelt deshalb Metallisierungsprozesse, die ohne Siebdruck auskommen. "Wir setzen dabei auf die chemische Abscheidung von Metallen oder das kontaktlose Drucken von Metallaerosolen", sagt Glunz. Die Industrie habe an diesem Verfahren bereits Interesse bekundet.	
14	Weitere Effizienzgewinne verspricht mit Bor angereichertes monokristallines Silizium. Es hat bessere elektrische Eigenschaften als alle anderen derzeit verwendeten Siliziumtypen. So überleben die Ladungsträger darin länger, was bei Rückkontaktzellen, in denen Elektronen und Elektronenlöcher weite Strecken zurücklegen müssen, unabdingbar ist. Fraunhofer ISE und ISFH suchen derzeit nach Wegen, um den schwer handhabbaren Wunderstoff in industrielle Prozesse einzubinden.		
15	Eine Alternative dazu könnten sogenannte "Emitter Wrap Through"-Zellen (EWT) sein. Diese Rückkontaktzellen sind weniger effizient, aber günstiger herzustellen, denn sie bestehen aus unreinerem multikristallinem Silizium. Forscher sehen die wirtschaftlich erreichbare Effizienz von EWT-Zellen bei mehr als 17 Prozent - die bisherigen Low-Cost-Zellen dringen also in Regionen vor, die bisher monokristallinen Zellen vorbehalten waren.		