

Abs	Handelsblatt (27.8.2008)	ÖKO-Test (5 / 2009)	Abs
	<u><a href="#">Sonnenenergie auf den Punkt gebracht</a></u> (Sascha Rentzing)	<b>Mehr Leistung, niedrigere Kosten</b> (Sascha Rentzing)	
0	Einen höheren Wirkungsgrad und damit eine höhere Stromausbeute verspricht ein Solarmodul, das die Freiburger Firma Concentrix Solar jetzt zur Serienreife gebracht hat. Das Modul besitzt spezielle Linsen, die dünn und leicht sind, und das Sonnenlicht auf einen kleinen Fleck der Hochleistungssolarzelle konzentrieren.	Bei der Photovoltaik tut sich was: Neue Techniken wandeln Sonnenstrahlen effizienter in Strom oder benötigen weniger vom teuren Silicium. Das ist auch bitter nötig, damit sich die Technologie der Wettbewerbsfähigkeit nähert. Wir stellen die neuen Trends vor.	0
1	Der Solarspezialist, eine Ausgründung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE), startet im September mit der industriellen Fertigung seiner hocheffizienten Solarzellen, bei denen Linsen das Sonnenlicht auf einen winzigen Fleck bündeln. Dadurch steigt der Wirkungsgrad auf bis zu 36 Prozent, was abhängig vom Standort Kosteneinsparungen von bis zu 20 Prozent gegenüber bisherigen Solarstrom-Anlagen verspricht.	Wer in jüngster Zeit in den Süden Spaniens gereist ist, dem sind sie beim Landeanflug vielleicht aufgefallen: die tiefblauen Seen, die aus der kargen Landschaft hervorstechen. Allerdings ist es kein Wasser, das da unten in der Sonne schimmert, sondern Millionen Solarzellen. Verschaltet zu Modulen, die sich zu riesigen Solarparks bündeln, wandeln sie Sonnenstrahlen in Strom für Tausende Haushalte.	1
2	<b>Concentrix'</b> Ansatz hat namhafte Investoren überzeugt: Neben der Wagniskapitalgesellschaft Good Energies, die unter anderem bei Zellengigant Q-Cells engagiert ist, beteiligt sich seit März auch <b>der spanische Technologiekonzern Abengoa</b> Solar an dem Unternehmen.	Unter die starr nach Süden ausgerichteten Paneele mischt sich nun neueste Technik. Die Freiburger Firma <b>Concentrix</b> und <b>der spanische Technologiekonzern Abengoa</b> installieren bei Sevilla bewegliche Solarsysteme, die sich nach dem Lauf der Sonne ausrichten wie Blumen. So wird das Licht besser genutzt.	2
	Mit dem Beteiligungskapital der Spanier – laut Concentrix mehreren Mill. Euro – baute die Firma in Freiburg die Fabrik mit einer Produktionskapazität von 25 Megawatt pro Jahr. Dort will sie dieses Jahr zunächst einige wenige Systeme, <b>2009 dann Konzentratoren mit zehn bis 15 Megawatt</b> -Leistung herstellen.	<b>Bis 2013</b> wollen die Unternehmen in der Region Anlagen mit <b>300 Megawatt</b> Gesamtleistung installieren und 150.000 Haushalte mit Strom von der Sonne versorgen.	
		<b>Der Wirkungsgrad wird höher</b>	
3	<b>Die neue Technik</b> lässt die durch hohe Rohstoffkosten belastete Solarindustrie hoffen. <b>Sonnenstrom</b> ist noch immer doppelt so teuer wie <b>konventionelle Energie</b> , weil die Preise für Silizium – Hauptbestandteil der Zellen – unvermindert hoch sind. Um die <b>Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen zu verbessern</b> , setzt die Branche <b>auf Material sparende Techniken oder Konzepte mit hohen Wirkungsgraden</b> . Concentrix senkt die Kosten, indem es beide Ansätze in seinen Kraftwerken vereint.	<b>Die neue Technik</b> ist ein weiterer Schritt zur Wettbewerbsfähigkeit der Photovoltaik. Denn nach wie vor <b>ist Solarstrom</b> teurer <b>als konventionelle Energie</b> , weil die Preise für Silicium, Hauptbestandteil der Zellen, unvermindert hoch sind. Um die <b>Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen zu verbessern</b> , setzt die Branche <b>auf Konzepte mit hohen Wirkungsgraden oder materialsparende Techniken</b> . Concentrix senkt die Kosten, indem es beide Ansätze in seinen Kraftwerken vereint. Integrierte Linsen bündeln dazu das Licht auf winzige Solarzellen.	3
	„An guten Standorten <b>erzeugen</b> unser Konzentratoren zehn bis 20 Prozent <b>kostengünstiger Strom als herkömmliche Solarsysteme</b> “, sagt <b>Concentrix-Chef Hansjörg Lerchenmüller</b> .	„An guten Standorten können die Systeme schon heute <b>kostengünstiger Strom produzieren als herkömmliche Module</b> “, sagt <b>Andreas Bett</b> vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg, aus dem Concentrix als Ausgründung hervorgegangen ist.	

Abs	Handelsblatt (27.8.2008)	ÖKO-Test (5 / 2009)	Abs
4	Allerdings <b>ist die Produktion der Anlagen schwierig</b> , denn es geht um wenige Millimeter. Die Freiburger arbeiten mit speziellen Linsen, die dünn und leicht sind, aber dennoch Licht auf ein Fünfhundertstel ihres Durchmessers konzentrieren. So kann das Unternehmen Zellen verwenden, die kleiner sind als ein Fingernagel, und es sich sogar leisten, teure Stapelzellen aus drei übereinander liegenden photoaktiven Schichten einzubauen. Diese nutzen einen großen Teil des Farbspektrums der Sonne und wandeln 36,5 Prozent des Lichts in Elektrizität um. Handelsüblich sind gegenwärtig 15 bis 17 Prozent.	Doch <b>die Produktion der Konzentratoren ist aufwendig</b> .	4
	<b>Damit der Fokus jeder Linse genau auf der jeweiligen Zelle liegt, müssen diese</b> mit höchstens 25 Mikrometern Abweichung vom Idealwert <b>zueinander ausgerichtet sein</b> .	<b>Damit der Fokus jeder Linse auf der jeweiligen Zelle liegt, müssen beide Bauteile</b> genau zueinander ausgerichtet sein.	
5	Präzision ist später auch beim Kraftwerksbetrieb gefragt.		
	<b>Die Linsen funktionieren nur</b> dann richtig, wenn die Sonne senkrecht auf sie scheint. Daher <b>werden sie auf sogenannte Tracker n montiert, die sie auf ein Zehntel genau der Sonne nachführen</b> .	Und da <b>die Linsen nur</b> bei direkter Einstrahlung <b>funktionieren, werden sie auf sogenannte Tracker</b> , riesige bewegliche Gestelle, <b>montiert, die sie exakt der Sonne nachführen</b> .	
6	Hohe Wirkungsgrade rechtfertigen jedoch den großen <b>Aufwand</b> . Unter südlicher Sonne, so zeigen Tests, wandelt <b>die Technik 23 Prozent des Lichts in Strom um – fast doppelt so viel wie herkömmliche Systeme</b> . Dieser Wert hat auch Partner Abengoa Solar beeindruckt, der die ersten kommerzielle Systeme in Spanien errichten wird: „Wir schätzen die Technik und sind von ihrem Potenzial absolut überzeugt“, sagt Abengoa Solar-Chef Santiago Seage. Über weitere Projekte in Südeuropa werde derzeit mit Projektentwicklern und Energieversorgern verhandelt, erklärt Concentrix-Chef Lerchenmüller.	Der <b>Aufwand</b> lohnt sich: <b>Die Systeme</b> wandeln das <b>Licht mit 23 Prozent Wirkungsgrad in Strom um</b> . Sie arbeiten damit <b>fast doppelt so effizient wie gängige Module</b> , die durchschnittlich 13 bis 14 Prozent Effizienz erreichen.	
		<b>Die Sonnenfänger werden dünner</b>	
7	<b>Die Freiburger</b> müssen allerdings mit <b>starker Konkurrenz</b> rechnen. Weltweit arbeitet über ein Dutzend <b>Firmen</b> an Techniken, die den Wirkungsgrad erhöhen. Wobei nicht alle auf hohe Konzentration oder Stapelzellen setzen: Die Stuttgarter Firma Archimedes Solar beispielsweise nutzt Spiegel, die Licht zweifach auf herkömmliche Siliziumzellen konzentrieren. Das spanische Unternehmen Guascor Foton verwendet zwar eine komplexe Optik, kombiniert sie aber mit einfachen Siliziumzellen.	<b>Concentrix</b> hat sich dennoch gegen <b>starke Konkurrenz</b> zu behaupten. Angespornt durch die hohe Modulnachfrage sorgen <b>Wissenschaftler und Ingenieure</b> für stetige Innovationen. Dabei zählen nicht nur hohe Wirkungsgrade. Als vielversprechende Errungenschaft gelten auch Module, die Licht in hundertmal dünneren Absorberschichten einfangen als gängige Siliciumzellen. Sie sind nicht so effizient, lassen sich aber günstiger herstellen: Während bei der klassischen kristallinen Technik Siliciumblöcke erst aufwendig in Scheiben gesägt werden müssen, die dann in vielen Schritten zu Zellen	5

Abs	Handelsblatt (27.8.2008)	ÖKO-Test (5 / 2009)	Abs
		<p>verarbeitet werden, dampfen die Produzenten von Dünnschichtmodulen die fotoaktiven Schichten nur 0,003 Millimeter dick auf Glas oder Folie auf. Als Absorber dienen Materialien wie nicht kristallines Silicium, Kadmium-Tellurid oder CIS. Die Abkürzung steht für Verbindungen wie Kupfer, Indium sowie Selen oder Schwefel. Die US-Firma First Solar zum Beispiel stellt solche CdTe-Module nach eigenen Angaben für unter einem Euro pro Watt Leistung her. Sie liegt damit weit unter den heute durchschnittlichen Produktionskosten für Solarmodule von zwei Euro. Da die schlanken Stromerzeuger aber leider nur rund zehn Prozent des Sonnenlichts umwandeln, benötigen sie mehr Fläche, um die gleiche Strommenge zu erzeugen wie ihre kristallinen Konkurrenten. Die höheren Installationskosten zehren ihren Produktionskostenvorteil zumindest teilweise wieder auf. Um die Stromausbeute der Dünnschichtpaneele zu erhöhen, arbeiten die Hersteller an besseren Absorberschichten oder verwenden zusätzliche Halbleiter. Die Brandenburger Firma Johanna zum Beispiel produziert Lichtsammler, die aus fünf Halbleitern – Kupfer, Indium, Gallium, Selen und Schwefel – bestehen. Mit so vielen Elementen arbeitet bislang keine andere Firma. Technisch ausgereift, verspricht Johanna, können diese Module Wirkungsgrade von 16 Prozent erreichen.</p>	
8	<p>Guascor Foton beteiligt sich wie Concentrix an einer vom spanischen Wissenschaftsministerium geförderten Großanlage mit drei Megawatt Gesamtleistung in der Region Castilla-La Mancha. Für die Teilnehmer hat das Projekt große Bedeutung, da sich hier erstmalig in der Praxis zeigen wird, welche Technik die effizienteste und verlässlichste ist.</p>	<p>Experten schätzen, dass der Marktanteil der Dünnschicht deutlich wachsen wird. Als flexible Module, die im Gegensatz zu Siliciumpaneelen auch Schwachlicht gut nutzen, also nicht auf direkte Sonne angewiesen sind, lassen sie sich vielseitig einsetzen. Doch verdrängen werden sie die bislang marktdominierende kristalline Technik wohl nicht, denn auch sie entwickelt sich rasch: Seit 2004 haben die Produzenten laut dem europäischen Photovoltaikindustrie-Verband EPIA den Wirkungsgrad von Siliciumzellen im Durchschnitt um zwei Prozentpunkte erhöht und gleichzeitig ihren Siliciumverbrauch um mehr als ein Viertel gesenkt. Experten erwarten weitere Effizienzgewinne und Materialersparnisse: „Siliciumzellen lassen sich mit relativ geringem Aufwand weiter deutlich verbessern“, sagt Jan Schmidt vom Institut für Solarenergieforschung in Hameln.</p>	6
		<b>Die Kontakte werden effizienter</b>	
9	<p>Neben der Konzentration-Konkurrenz muss sich Concentrix auch gegen Hersteller anderer</p>	<p>Großes Potenzial wird zum Beispiel Modulen zugesprochen, die mit neuartigen</p>	7

Abs	Handelsblatt (27.8.2008)	ÖKO-Test (5 / 2009)	Abs
	<p>Hocheffizienz-Techniken behaupten. Ein Trend geht zu sogenannten <b>Rückkontaktzellen</b> auf Basis von hochreinem monokristallinen Silizium. Ihre Front ist völlig verschattungsfrei, was Wirkungsgrade über 20 Prozent ermöglicht. Die Technik ist zwar teuer in der Herstellung, doch in sonnenreichen Ländern kann sie diesen Kostennachteil durch gute Erträge mehr als wettmachen.</p>	<p><b>Rückkontaktzellen</b> bestückt sind. Normalerweise wird die in einer Zelle erzeugte Spannung durch metallene Kontakte auf der Front- und Rückseite abgegriffen. Bei Rückkontaktzellen beenden sich alle Stromanschlüsse auf dem Rücken. Durch diese Veränderungen wird die Front weniger verschattet und die Zellen können komplett rückseitig zu einem Modul verschaltet werden. Das erhöht die Stromausbeute und vereinfacht zugleich die Produktion, was Kosten spart.</p>	
10	<p>Die ISE-Forscher sind trotz des Wettbewerbs davon überzeugt, dass sich die konzentrierende Photovoltaik durchsetzen wird, denn das Wirkungsgradpotenzial der Systeme sei noch längst nicht ausgeschöpft. „Ich halte die Technik neben der bewährten Silizium-Technologie für besonders erfolgversprechend für Länder mit starker Sonneneinstrahlung“, sagt Eicke Weber, Leiter des Fraunhofer-ISE. Gerald Siefer, Spezialist für Triplezellen am ISE, hält Zellwirkungsgrade von 45 Prozent für möglich. Das National Renewable Energy Laboratory der USA erzielte bereits 40,8 Prozent. Grund zur Hoffnung für Lerchenmüller. In zwei bis drei Jahren will er Effizienzwerte wie in den Laboren erreichen – und die Konkurrenz so abhängen.</p>	<p>Viele Hersteller, darunter Weltkonzerne wie Kyocera und Sharp in Japan, entwickeln derzeit Fertigungsverfahren für die neue Technik. Bei der deutsch-niederländischen Firma Solland läuft bereits die Testproduktion. Die Spezialisten bohren mit Lasern in jede Zelle 16 kleine Löcher. Durch sie wird die absorbierte Energie auf die Rückseite geleitet, wo alle für den Weitertransport des Solarstroms nötigen Anschlüsse angeordnet sind. Die Zellen werden dann rückseitig auf einer gut leitenden Spezialfolie zu einem Modul verklebt. So müssen sie nicht zeitaufwendig miteinander verlötet werden. Der neue Lichtsammler lasse sich zu gleichen Kosten herstellen wie Sollands bisheriges Standardmodul, arbeite aber deutlich effizienter. „Er erreicht einen Wirkungsgrad von 15 Prozent, während das alte Paneel lediglich auf 13,5 Prozent kommt“, erläutert Forschungschef Martin Fleuster. Sollands Kunden sollen vom Fortschritt alsbald profitieren: indem sie für das gleiche Geld mehr Leistung bekommen.</p>	8
		<b>Wer macht das Rennen?</b>	
		<p>Welche Solartechnik künftig den Markt dominieren wird, ist nicht absehbar, da alle großes Entwicklungspotenzial aufweisen. Dünnschichtmodule sind sehr günstig produzierbar, bei der kristallinen Technik und Konzentratorsystemen versprechen vor allem Wirkungsgradsteigerungen weitere Kostensenkungen. Vermutlich wird es ein Nebeneinander der Techniken geben: Billige Dünnschichtmodule werden als Strom erzeugende Fassaden und Fenster in Gebäude integriert, während leistungsstarke Siliciumpaneele auf Einfamilienhäusern arbeiten. Als dritte Kraft könnten sich Konzentratoren etablieren und in südlichen Ländern der Sonne nachjagen. Sie sind, da sie im Verbund mit anderen Kraftwerken auf der freien Fläche zum Einsatz kommen, vor allem für Großinvestoren interessant.</p>	9

Abs	Handelsblatt (27.8.2008)	ÖKO-Test (5 / 2009)	Abs
		<p>Einfamilienhausbesitzer, die Strom vom eigenen Dach ernten wollen, investieren dagegen in kristalline Silicium- oder Dünnschichtmodule. Neuartige Rückkontaktzellen oder CIS-Technikbestückte Paneele werden bald in großen Mengen auf dem Markt erhältlich sein. Der besseren Effizienz dieser jungen Produkte dürfte jedoch anfangs noch ein vergleichsweise hoher Preis gegenüberstehen. Wenn die neuen Lichtsammler dank Massenfertigung und optimierter Herstellprozesse preiswerter werden, dürfte sich eine Investition in jedem Fall lohnen.</p>	