

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
	Hoch konzentriert (Sascha Rentzing)	Günstiges Licht am Horizont (Sascha Rentzing)	
0	Weil Solar-Konzentratoren deutliche Kostensenkungen versprechen, wollen Firmen die lichtbündelnden Systeme breit in den Markt einführen: Produktionskapazitäten von über 100 Megawatt sind geplant. Ob die neue Technik tatsächlich die Photovoltaik revolutioniert, muss sich aber erst zeigen.	Neue Solar-systeme können die Kosten für Sonnenstrom deutlich senken. Sie bündeln die Strahlen mit Hightechlinsen und Zellen, die doppelt so effizient sind wie die herkömmlichen aus Silizium. Viele Firmen wollen sie nun in Serie fertigen	0
1	Ohne den Schweizer Thyl Steinemann wäre die Photovoltaik (PV) heute vermutlich um eine interessante Technologie ärmer. Der gelernte Maschinenschlosser baute im Jahr 1978 das erste konzentrierende Solarstromsystem.	Ohne den Schweizer Thyl Steinemann wäre die Fotovoltaik (PV) vermutlich um eine interessante Technik ärmer. Der Maschinenschlosser baute 1978 die erste Konzentrador-Anlage.	1
	„Heliolol“, so dessen Name, bestand aus einer preisgünstigen Optik, die das Sonnenlicht auf extrem hitzebeständige Solarzellen bündelte.	„Heliolol“, so deren Name, bestand aus einer preisgünstigen Optik, die das Sonnenlicht auf hitzebeständige Solarzellen bündelte.	
	Diese waren mit fünf Quadratcentimetern kaum größer als ein Daumennagel, leisteten aber bei 120-facher Strahlenverdichtung und zweiachsiger Sonnennachführung das Fünffache gegenüber einer üblichen Solarzelle in Handflächengröße.	Diese waren nicht größer als ein Daumennagel, leisteten aber bei 120-facher Strahlenverdichtung das Fünffache gegenüber einer üblichen Solarzelle in Handflächengröße.	
2	Steinemanns Erfindung sorgte für Furore: In den Folgejahren wurde an Instituten rund um den Globus an lichtbündelnden Konzepten gearbeitet.		
	Dennoch blieb der durchschlagende Erfolg der Technik aus: Gegen die vergleichsweise einfachen,	Die Technik hatte zunächst keinen Erfolg: Gegen die einfachen,	2
	aber immer effizienteren Siliziumzellen konnten sich die komplexen Konzentratoren nicht durchsetzen.	aber immer effizienteren Siliziumzellen konnten sich die komplexen Konzentratoren nicht durchsetzen.	
3	Heute, rund 30 Jahre später, sieht es so aus, als würde den Lichtverstärkern der Durchbruch doch noch gelingen: Viele, namentlich US-amerikanische und spanische Firmen wollen in Kürze mit der Serienfertigung der Technologie beginnen und in den nächsten Jahren	Heute sieht es so aus, als würden die Lichtverstärker den Durchbruch doch noch schaffen: Viele Firmen wollen sie in Serie fertigen und	3
	Produktionskapazitäten von mehreren hundert Megawatt (MW) aufbauen (siehe Seite 58).	Produktionskapazitäten von mehreren Hundert Megawatt (MW) aufbauen.	
	Finanziell unterstützt werden sie dabei von Venture Capital-Gesellschaften. Die haben die Licht bündelnden Systeme augenscheinlich als viel versprechende Zukunftstechnologie ausgemacht	Finanziell unterstützt werden sie dabei von Venture-Capital-Gesellschaften. Die sehen in den lichtbündelnden Systemen die PV-Technik der Zukunft	4
	und stattdessen die Solarnewcomer nun mit Kapital aus: Branchenkenner sprechen von insgesamt rund 150 Millionen Euro, die private und öffentliche Geldgeber in die neue Technologie investieren wollen.	und stattdessen die Solarnewcomer nun mit Kapital aus: Branchenkenner sprechen von insgesamt rund 150 Mio. Euro, die private und öffentliche Geldgeber investieren wollen.	
	<b>Venture Capital als Starthilfe</b>		
4	Auch die Regierungen zeigen großes Interesse an den Systemen. So unterstützt das US-		

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
	amerikanische Energieministerium (United States Department of Energy, DOE) die drei in diesem PV-Segment national führenden Unternehmen Amonix, Boeing und Soliant Energy in den nächsten drei Jahren mit insgesamt umgerechnet rund 24 Millionen Euro. Das Geld soll den Firmen beim Einstieg in die Serienfertigung und beim Aufbau nennenswerter Produktionskapazitäten helfen. Im Jahr 2010, so die Vorstellung des DOE, sollen es die drei Firmen zusammen bereits auf 100 MW bringen.		
5	Die plötzliche Begeisterung für die fast schon abgeschriebenen <b>Konzentratoren</b> kommt nicht von ungefähr: Trotz Massenproduktion und technischer Verbesserungen sind die Preise für Solarsysteme und mithin für Sonnenstrom in den letzten Jahren nicht nennenswert gesunken.	Die plötzliche Begeisterung für die <b>Konzentratoren</b> kommt nicht von ungefähr:	5
	So kostet die Kilowattstunde (kWh) <b>Solarstrom</b> hierzulande mit gut 40 Eurocent immer noch mehr als doppelt so viel wie der Endkundenpreis für den Privatverbraucher.	<b>Sonnenstrom</b> ist mit 40 Cent pro Kilowattstunde (kWh) immer noch doppelt so teuer wie Steckdosenstrom.	
	Mit der neuen Technik, so die Hoffnung, lassen sich Kosten und Preise schnell drücken –	Mit der neuen Technik, so die Hoffnung, lassen sich die Preise schnell drücken –	
	schneller jedenfalls als mit konventionellen Solarmodulen.	schneller jedenfalls als mit konventionellen Solarmodulen.	
	„Schon jetzt können Konzentration-Systeme an Standorten mit hoher direkter Sonneneinstrahlung wie etwa in Spanien kostengünstiger PV-Strom erzeugen als dies mit herkömmlichen Flachmodulen möglich ist“,	"Schon jetzt können Konzentration-Systeme an Standorten mit hoher direkter Sonneneinstrahlung kostengünstiger PV-Strom erzeugen, als dies mit herkömmlichen Flachmodulen möglich ist",	
	sagt Andreas Bett, Leiter der Abteilung Materialien – Solarzellen und Technologie im Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE).	sagt Andreas Bett vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE).	
	Zwar müssten Konzentratoren der Sonne nachgeführt werden, weil Spiegel und/oder Linsen nur direktes, nicht aber – wie klassische Module – diffuses Licht nutzen. Doch die zusätzlichen Bauteile kosteten weniger als das durch Lichtbündelung eingesparte Halbleitermaterial.	Zwar müssten Konzentratoren der Sonne nachgeführt werden, weil Spiegel und/oder Linsen nur direktes, nicht aber - wie klassische Module - diffuses Licht nutzen. Doch die zusätzlichen Bauteile kosteten weniger als das Halbleitermaterial, das man durch Lichtbündelung einspart.	
		<b>Große Fortschritte</b>	
6	In der Tat hat die konzentrierende PV in jüngster Zeit große Fortschritte gemacht (neue energie 8/2005): Heute stehen nicht nur Top-Optiken – Hightech-Linsen bündeln das Sonnenlicht um über das 1.000-fache – und präzisere, sehr leichte Nachführsysteme,	<b>Unbestritten:</b> Die konzentrierende PV hat zuletzt große Fortschritte gemacht. Heute stehen nicht nur bessere Optiken - Hightechlinsen bündeln das Licht um mehr als das 1000-Fache - ,	6
	sondern auch viel effizientere Zellen zur Verfügung.	sondern auch effizientere Zellen zur Verfügung.	
	So genannte Triplezellen, die aus drei übereinander gestapelten	Triplezellen aus drei übereinandergestapelten Elementen erreichen Wirkungsgrade von über	

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
	Verbindungshalbleitern bestehen, erreichen Wirkungsgrade von über 40 Prozent. Die ursprünglich für den Weltraum gedachten	40 Prozent.	
	Stromgeneratoren sind damit doppelt so effizient wie Siliziumzellen. Was sie so stark macht: Jedes der darin enthaltenen Elemente ist auf einen bestimmten Spektralbereich spezialisiert, das Sonnenlicht wird also optimal ausgenutzt. Und die Zellen dürften noch besser werden. Die Boeing-Tochter-Spectrolab etwa, die mit 40,7 Prozent Wirkungsgrad den Effizienzrekord hält, arbeitet bereits an Zellen, die bis zu 50 Prozent des Sonnenlichts in Strom umwandeln.	Sie sind damit doppelt so effizient wie Siliziumzellen.	
	<b>Erste Projekte in Spanien</b>		
7	Die Marktöffnung in einigen Ländern Südeuropas und Amerikas wird der konzentrierenden PV zusätzlichen Auftrieb verleihen. Die Systeme arbeiten in sonnenreichen Gegenden mit einem hohen Anteil an Direkteinstrahlung am effizientesten und haben laut Bett gegenüber herkömmlichen, nicht konzentrierenden Systemen einen Kostenvorteil auf die erzeugte kWh von 15 bis 30 Prozent. Durch die Einführung attraktiver Solarstromtarife in Kalifornien sowie Griechenland, Italien und Spanien ist der Weg für die neuen Solarstromerzeuger in diese Regionen nun frei (neue energie 6/2007).		
8	Auch die beiden deutschen Konzentration-Bauer Solar Tec und Concentrix Solar wollen in den neuen Märkten Fuß fassen. Für den Wettbewerb sind sie offenbar gut gerüstet. Letztgenanntes Unternehmen etwa, ein im Jahr 2005 gegründetes Spinoff des Fraunhofer ISE, hat mit seinen Flatcon-Trackern bereits reichlich Felderfahrung gesammelt; Demonstrationsanlagen sind in Ägypten, Belgien, Deutschland, Spanien und auf Zypern installiert.	Die deutsche Concentrix Solar will die neue Technik von 2008 an serienmäßig anbieten.	7
	Laut Sprecherin Silke Hajunga wird die erste kommerzielle Anlage „in Kürze“ folgen:	Laut Sprecherin Silke Hajunga wird die Firma "in Kürze" ihre erste kommerzielle Anlage aufstellen:	
	Vor einem Jahr hat Concentrix den Zuschlag bei einer internationalen Ausschreibung erhalten und wird 500 Kilowatt (kW) für ein Konzentration-Kraftwerk mit 2,3 MW Gesamtleistung in der Provinz Castilla-La Mancha in Spanien liefern. Betrieben und ausgewertet wird das Kraftwerk vom spanischen Forschungsinstitut für konzentrierende Photovoltaik (ISFOC). Vorrangiges Ziel dieser Großversuchsanlage ist es herauszufinden, welche der dort eingesetzten	2006 hat Concentrix den Zuschlag bei einer internationalen Ausschreibung erhalten und wird 500 Kilowatt (kW) für ein Konzentration-Kraftwerk mit 2,3 MW Gesamtleistung in Südspanien liefern.	

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
	Technologien die verlässlichste und kostengünstigste ist. Concentrix rechnet fest mit einem guten Abschneiden seines Systems.		
	Dessen Funktionsprinzip: Die <b>zweiachsige Nachführung sorgt dafür,</b>	Bei der Concentrix-Anlage <b>sorgt eine zweiachsige Nachführung dafür,</b>	8
	<b>dass die Module immer direkt zur Sonne ausgerichtet sind.</b>	<b>dass die Module immer direkt zur Sonne ausgerichtet sind.</b>	
	<b>Über Fresnellinsen,</b> die in die Panels integriert sind,	<b>Über Linsen</b>	
	<b>wird das Licht mit 400- bis 500-facher Konzentration auf 0,4 Quadratzentimeter große Stapelzellen</b> des Heilbronner Herstellers Azur Space Solar Power <b>gelenkt.</b>	<b>wird das Licht mit 400- bis 500-facher Konzentration auf 0,4 Quadratzentimeter große Zellen gelenkt.</b>	
	<b>Die wandeln 35 Prozent des Lichts in Strom um.</b>	<b>Diese wandeln 35 Prozent des Lichts in Strom um.</b>	
9	Noch produziert Concentrix die Systeme in einer Ein-MW-Pilotfertigung. Mit finanzieller Unterstützung des Regenerativinvestors Good Energies (neue energie 8/2007) wollen, die Freiburger aber bereits Anfang nächsten Jahres eine vollautomatisierte 25-MW-Linie in Betrieb nehmen, die 2009 zu hundert Prozent ausgelastet werden soll.		
	<b>Dann will das Unternehmen Konzentratoren herstellen, die zehn bis 20 Prozent billiger als die herkömmliche Technologie sind.</b> Hajunga: „Der Preis wird zukünftig in jedem Fall so sein, dass sich an sonnenreichen Standorten ein Konzentrator-Kraftwerk besser rechnet als ein Flat-Plate-Kraftwerk.“ Derzeit ist die Flatcon-Technik mit sechs Euro pro Watt allerdings noch deutlich teurer als konventionelle Solaranlagen (vier bis 4,50 Euro pro Watt).	<b>Dank der hohen Effizienz sollen die Systeme Strom bis zu 20 Prozent günstiger produzieren können als herkömmliche Module.</b>	
10	Concentrix' Konkurrenz in Castilla-La Mancha ist stark. Neben der US-amerikanischen Firma Solfocus werden sich an dem Projekt auch die spanischen Solarunternehmen Guascor Foton und Isofot6n beteiligen. Letztgenannte Firma wird 700 kW zum Gemeinschaftsprojekt beisteuern. Die Besonderheit dieser Anlage wird jedoch nicht ihre Größe, sondern die ausgeklügelte Optik sein. Isofot6n setzt 1.000-fach konzentrierende Linsen ein, so dass massiv an Zellenmaterial gespart werden kann. Außerdem haben die iberischen Linsen eine deutlich höhere Brechkraft als die üblicherweise eingesetzten Fresnellinsen, wodurch der Weg des Lichts zur Zelle deutlich verkürzt wird. So können die Module flach gehalten werden, was wiederum Material und Kosten spart. Bereits bei einer Jahresproduktion von zehn MW, und die will Isofot6n spätestens im Jahr 2009 erreichen, sollen die Systeme laut Unternehmen nur noch 2,50 Euro/Watt kosten.		

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
	Damit lägen die Konzentratoren der Spanier deutlich unter dem von der PV-Industrie für diesen Zeitpunkt angepeilten Systempreis für konventionelle Solarstromanlagen von rund 3,50 Euro/Watt.		
	<b>Isofotón konzentriert 1.000-fach</b>		
11	Solfocus, das in Südspanien eine Anlage mit 500 kW Leistung aufstellen wird, ist mit Preisprognosen dagegen vorsichtig: „Vor uns liegt noch viel Forschungsarbeit“, sagt Marketingleiterin und Vizepräsidentin Nancy Hartsoch. Dabei besteht durchaus Grund zu Optimismus: Die Kalifornier haben alle denkbaren Vorkehrungen getroffen, um im Konzentrator-Markt künftig erfolgreich zu sein. So wurde die Technik bereits erfolgreich demonstriert: Gemeinsam mit dem Palo Alto Research Center hat Solfocus einen Konzentrator entwickelt, bei dem Sonnenlicht von Mini-Schüsseln zunächst auf kleine Zweitspiegel und von dort aus auf Hochleistungszellen von Spectrolab mit 35 Prozent Wirkungsgrad gelenkt wird.		
12	Außerdem hat Solfocus in den letzten Monaten in zwei von der Venture Capital-Gesellschaft New Enterprise Associates angeführten Finanzierungsrunden insgesamt umgerechnet rund 37,5 Millionen Euro eingesammelt. Mit einem Teil des Geldes wurde die Übernahme des spanischen Entwicklers von Nachführsystemen Inspira im August dieses Jahres finanziert, ein anderer Teil geht Hartsoch zufolge an die neu gegründete Madrider Niederlassung und dient zum Aufbau des Europa-Geschäfts. Das Gros will Solfocus in den Kapazitätsausbau sowie in die Forschung und Entwicklung seiner zweiten Konzentrator-Generation stecken.		
13	Derzeit produzieren die Amerikaner ihre Systeme noch in einer Zwei-MW-Pilotfabrik am Heimatstandort Mountain View. Die Serienfertigung soll im nächsten Jahr starten. Die Ware wird im Werk des indischen Solarherstellers Moser Baer hergestellt, mit dem Solfocus im Oktober 2006 eine Produktionsvereinbarung abgeschlossen hat (siehe Seite 54). Im Jahr 2009 soll dann die neue Konzentrator-Generation auf den Markt kommen. Laut Hartsoch werden diese Systeme noch kompakter und leichter sein und sich damit auch für Dachanwendungen eignen. Die erste Konzentrator-Generation ist primär für Freiflächen gedacht.		
	<b>Systempreise von einem Euro pro Watt</b>		

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
14	Während die große Zeit einiger hoch konzentrierender Systeme erst in ein paar Jahren kommen dürfte, werden weniger komplexe, niedriger konzentrierende Anlagen wahrscheinlich schon bald marktreif sein.		
	Dass sie mehr sind als eine Übergangslösung, will unter anderem <b>die britische Whitfield Solar</b> demonstrieren. Die Firma, eine Ausgründung der Universität Reading, hat ein <b>zweiachsig nachgeführtes System</b> entwickelt,	Anders als Concentrix setzt <b>die britische Whitfield Solar</b> auf <b>niedrig konzentrierende Systeme</b> .	9
	bei dem das <b>Licht</b> über Fresnellinsen <b>in nur 40-facher Konzentration auf einfache Siliziumzellen gelenkt wird</b> . Laut <b>Geschäftsführer Clive Weatherby</b> ist genau diese <b>Kombination aus mittlerer Konzentration und einfachen Zellen der Schlüssel zu niedrigen Kosten</b> :	Dabei <b>wird Licht in nur 40-facher Konzentration auf einfache Siliziumzellen gelenkt</b> . <b>Geschäftsführer Clive Weatherby</b> sieht in der Kombination aus <b>niedriger Konzentration und einfachen Zellen den Schlüssel zu niedrigen Kosten</b> :	
	„Unsere <b>Konzentratoren werden nur halb so teuer sein wie konventionelle Module</b> .“ Bereits im kommenden Jahr sollen zwei Euro' pro Watt erreicht sein, dann will Whitfield in die Serienfertigung einsteigen und zunächst ein MW fertigen. Bei einer Jahresproduktion von zehn MW hält Weatherby sogar einen Systempreis von einem Euro/Watt für möglich. Über eine Manufaktur in dieser Größe denken die Briten bereits nach. Laut Weatherby laufen derzeit Verhandlungen mit potenziellen Geldgebern wie dem Carbon Trust, einem mit Regierungsmitteln gespeisten Fonds für Vorhaben zur Senkung der Treibhausgasemissionen, sowie Cascade, einem Fonds, der Projekte von Ausgründungen südostenglischer Universitäten unterstützt. Verhandelt wird über eine Gesamtsumme von umgerechnet rund 4,3 bis 7,2 Millionen Euro.	"Unsere <b>Technik wird nur halb so teuer sein wie konventionelle Module</b> ."	
15	Die US-amerikanische Silicon Valley Solar liegt mit ihrem Sol-X2-Konzentrator ebenfalls aussichtsreich im Rennen. Das System hat keine Nachführung und kommt auch sonst ohne technische Raffinessen aus: Simple Spiegel konzentrieren Sonnenlicht nur 2,2-fach auf eine monokristalline Siliziumzelle. Diese Einfachheit scheint gut anzukommen: Stromversorger Pacific Power orderte gleich zehn MW der Konzentratoren. Die Lieferung soll Anfang nächsten Jahres starten und über drei Jahre gehen. Auch der Hamburger Solarkonzern Conergy hat Interesse an der Silicon Valley-Erfindung: Im März dieses Jahres schlossen beide Unternehmen eine strategische Partnerschaft, um Sol-X2 zur Marktreife zu führen. So sollen die- Hanseaten den Kaliforniern unter anderem beim Einstieg in die Serienfertigung helfen. Die Pläne sind ehrgeizig:		

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
	Im Jahr 2010 soll die Produktionskapazität bereits 100 MW betragen.		
16	Auch Prism Solar Technologies will demonstrieren, dass weniger Technik mehr sein kann. Im letzten Jahr hat das Unternehmen aus dem US-Bundesstaat New York den Prototypen eines Moduls vorgestellt, das große aufwendige Konzentratoren durch flache Panels ersetzt, die mit einer strahlenbündelnden Hologrammschicht laminiert sind. Vorteil dieser Technik: Hologramme können ohne großen Aufwand per Laser in die Glasschicht eingebrannt werden — das spart Produktionskosten. Außerdem lassen sich Hologramme so aufbauen, dass sie Licht aus verschiedenen Winkeln aufnehmen — eine Nachführung ist also nicht nötig. Nachteil: Diese Form der Optik verstärkt Licht nur um den Faktor zehn, ist also deutlich schwächer als Linsen.		
17	Dennoch ist Prism Solar-Chef Rick Lewandowski vom hohen Kostensenkungspotenzial der Technik überzeugt: „Wir rechnen mit Preisen von unter zwei Dollar pro Watt“, also umgerechnet 1,44 Euro. Voraussetzung für einen solchen Preis ist allerdings die Massenfertigung. Und hiervon ist Prism Solar noch weit entfernt. Erst Mitte nächsten Jahres wird die Firma die Serienfertigung aufnehmen. Geplanter Output: ein MW. So viel versprechend die Technikkonzepte einiger Firmen auch klingen — allzu optimistische Preisprognosen sind mit Vorsicht zu genießen. In der Photovoltaik sind schon viele Firmen mit hochfliegenden Plänen angetreten und schnell wieder vom Markt verschwunden. Sei es, weil sich keine Geldgeber fanden oder die Technik schlicht nicht konkurrenzfähig war. Bevor einige der Newcomer also verkünden, Strom bereits in absehbarer Zeit zu den gleichen Kosten wie konventionelle Energieerzeuger produzieren zu können, gilt es erst einmal zu beweisen, dass ihre Systeme es mit der konventionellen PV aufnehmen können. Denn auch die hat ehrgeizige Ziele: Die PV-Industrie will die Systemkosten bis 2015 auf 2,30 Euro/Watt und die Modulkosten auf 1,17/Watt senken (2006: 5,15 Euro/Watt und 2,20 Euro/Watt).		
18	Nichtsdestoweniger: Angesichts der zahlreichen Technikansätze sowie der Tatsache, dass Venture-Capital-Gesellschaften wie Regierungen den Firmen den Rücken stärken, ist in den nächsten Jahren zumindest in den Regionen mit viel direkter Sonneneinstrahlung		

Abs	Neue Energie (10 / 2007)	Financial Times Deutschland (21.11.2007)	Abs
	mit den Konzentratoren zu rechnen.		
	<p>Die PV Technology Platform der EU schätzt, dass die Systeme im Jahr 2015 für rund zwei Euro/Watt zu haben sein könnten. Diese Prognose ist optimistisch realistisch: Sie beschreibt die konzentrierende PV als eine wichtige PV-Technologie mit hohem Kostensenkungspotenzial, nicht aber als die Option der Zukunft. Thyl Steinemann, der Maschinenschlosser aus Zürich, dürfte sich in jedem Fall über die Entwicklung seiner Technik freuen.</p>	<p>Ähnliche Preise prognostiziert die PV Technology Platform der EU, ein Zusammenschluss von Firmen und Forschungsinstituten. Sie schätzt, dass die Konzentratoren 2015 für 2 Euro pro Watt zu haben sein könnten, während klassische Module dann immer noch bei rund 2,30 Euro liegen würden. Die einst abgelehnte Technik könnte also künftig helfen, die PV im Wettbewerb mit anderen Energieträgern im Rennen zu halten.</p>	10