

Abs	Neue Energie (7 / 2010)	Messe Düsseldorf (7 / 2010)	Abs
	Ausgedünnt (Jürgen Heup, Fotos: Axel Schmidt)	Solare Produktionstechnik Dünne Paneele bekommen Probleme (keine Autorenangabe)	
		Der schnell sinkende Preis für Siliziummodule besorgt die Dünnschichthersteller.	
0	Einst als Billigmacher der Solarindustrie bejubelt, haben die Siliziumdünnschicht -Hersteller derzeit auf dem Markt hart zu kämpfen. Erste Firmen melden Insolvenz an.	Die Dünnschicht gerät unter Druck: Besonders Module aus Dünnschichtsilizium ließen sich, so die Vorstellung, viel kosteneffizienter herstellen als die dicken kristallinen. Doch die Technik hinkt weit hinter ihren Effizienz- und Kostenzielen her.	0
	Für einen Abgesang ist es allerdings zu früh, wie ein Beispiel aus Berlin zeigt.	Dagegen entwickeln sich bei der kristallinen Konkurrenz Innovationen rascher als gedacht.	
1	Sunfilm und Signet Solar. Nicht nur die Sonne im Namen verbindet diese zwei Solarfirmen. Beide Unternehmen wurden im selben Jahr gegründet, traten wie zahlreiche andere kleine Mittelständler 2006 an, eine ganze Branche aufzumischen: mit der Siliziumdünnschicht-Technologie. Sunfilm wie Signet Solar orderten zum Aufbau ihrer Produktion schlüsselfertige Anlagen, so genannte Turnkey-Linien.	Sunfilm und Signet Solar haben viel gemeinsam: Sie tragen die Sonne im Namen, wurden 2006 gegründet und traten an, um mit Modulen aus Dünnschichtsilizium die Solarstromkosten deutlich zu senken.	1
	Im vergangenen Monat mussten beide Firmen Insolvenz anmelden (neue energie 6/2010).	Und beide Firmen meldeten im Frühjahr Insolvenz an.	
2	Eine betrübliche Nachricht vor allem für die Mitarbeiter im sächsischen Großroehrsdorf und im 50 Kilometer entfernten Mochau, wo die nagelneuen Produktionshallen von Sunfilm und Signet Solar stehen.		
	Dabei begann alles so vielversprechend. Vor vier Jahren war der ideale Zeitpunkt für Firmengründer, in die Solarproduktion einzusteigen: Die Nachfrage nach Solarstromanlagen ging steil nach oben, die marktbeherrschenden Produzenten von kristallinen Solarstromanlagen kämpften währenddessen mit einem ganz anderen Höhenflug, dem des Siliziumpreises (neue energie 11/2005). So waren Solarpaneele teurer, als es der Stand der Technik erlaubt hätte. Da schien das Konzept für Start-ups einfach: So schnell wie möglich diese Phase der Lähmung bei den etablierten Produzenten ausnutzen, so schnell wie möglich das eigene Produkt auf den Markt bringen und dann in die Massenproduktion übergehen. Mit Hilfe der „Economies of Scale“, den viel beschworenen Skalenvorteilen, sollten die durchschnittlichen Produktionskosten deutlich sinken.	Dabei begann alles so vielversprechend. 2006 waren die klassischen Siliziummodule wegen den hohen Siliziumkosten noch sehr teuer.	2
3	Siliziumdünnschicht schien sich für Neueinsteiger anzubieten. Erstens, weil sie anders als die dickschichtige Schwester weit weniger Silizium beansprucht , etwa um den Faktor 100 . Zweitens, weil die Prozesstemperaturen bei der Herstellung von Siliziumdünnschicht -Modulen niedriger sind	Neueinsteiger hatten vermeintlich leichtes Spiel: Sie mussten nur den massiven Halbleiter durch einen billigeren Absorber ersetzen. Vor allem die Siliziumdünnschicht schien da wie gerufen: Sie beansprucht hundertmal weniger Silizium als kristalline Module und lässt sich daher viel	

Abs	Neue Energie (7 / 2010)	Messe Düsseldorf (7 / 2010)	Abs
	als bei den kristallinen Varianten.	kosteneffizienter herstellen.	
	Amorphes Silizium (a-Si), die einfachste Siliziumdünnschicht-Version, wird mittels Plasma-unterstützter chemischer Gasphasenabscheidung (PECVD) bei Temperaturen unterhalb von 200 Grad aufgetragen.	Amorphes Silizium (a-Si) wird bei knapp 200 Grad aufgetragen,	
	Für die klassische waferbasierte Zelltechnologie müssen Öfen dagegen stundenlang auf 1500 Grad gefeuert werden, was weit mehr Energie verschlingt und damit Kosten verursacht. Dank der geringeren Temperaturen ist Siliziumdünnschicht zudem nicht unbedingt auf Glas als Trägermaterial angewiesen. Das Silizium kann auch auf Folien abgeschieden werden, die Technik ist damit flexibel einsetzbar.	für waferbasierte Zellen müssen Öfen dagegen stundenlang auf 1500 Grad kacheln, was weit mehr Energie verschlingt.	
	Verlockende Versprechen		
4	Und drittens lockte Siliziumdünnschicht viele Neueinsteiger, weil es als die am einfachsten zu beherrschende Dünnschichttechnologie gilt.	Die Siliziumdünnschicht lockte darum viele Neueinsteiger.	
	Maschinenbauer wie Oerlikon, Applied Materials oder Ulvac boten schon früh vollständig ausgestattete Produktionslinien für a-Si-Module an: komplette Maschinenparks für einen Produktionsausstoß im zweistelligen Megawattbereich zu Preisen in zweistelliger Millionenhöhe. Das Versprechen der Turnkey-Anbieter: schnelles Hochfahren der Produktion, personelle Unterstützung bei der Abstimmung und Weiterentwicklung der Prozesse. Und obendrein gaben die Zulieferer noch Produktionsgarantien (neue energie 5/2009).	Maschinenbauer wie Oerlikon oder Applied Materials boten schon früh vollständig ausgestattete Produktionslinien für a-Si-Module an.	
	Applied und Oerlikon stellten ihren Käufern schon 2010 verlockend niedrige Produktionskosten zwischen 70 bis 85 US-Cent pro Watt in Aussicht. Passend zu diesen Versprechen saß den Kreditgebern in dieser Zeit das Geld noch wesentlich lockerer in der Tasche. So brach eine regelrechte Gründerwelle los. Böse Zungen nannten es eine „idiotensichere Verlockung“,	Und sie versprachen niedrige Fertigungskosten: Auf ihren Linien sollte das Watt 2010 schon zwischen 0,70 bis 0,85 Dollar produziert werden. Bei solch verlockenden Versprechen zeigten sich Kreditgeber generös und unterstützten viele neue Dünnschichtproduzenten.	
	Branchenkennner wie Arnulf Jäger-Waldau warnten davor, es stünden schlicht nicht genügend Experten zur Verfügung. Die Gefahr sei groß, dass ohne das notwendige Fachwissen	Branchenkennner wie Arnulf Jäger-Waldau warnten davor, dass aufgrund des Expertenmangels	
	Kapazitäten aufgebaut würden, die von vornherein zum Scheitern verurteilt seien.	Kapazitäten aufgebaut würden, die von vornherein zum Scheitern verurteilt seien.	
		Masse nur bei First Solar	
5	Jäger-Waldau vom Forschungsinstitut der Europäischen Kommission beobachtet die Entwicklung der Dünnschichtbranche von Anfang an. Konnte er 2006 noch jeden einzelnen Neueinsteiger mit Firmennamen und Standort nennen, wurde es für ihn „schon Ende 2007	Jäger-Waldau vom Forschungsinstitut der Europäischen Kommission beobachtet die Dünnschichtbranche von Anfang an: Konnte er 2006 noch jeden einzelnen Neueinsteiger mit Firmennamen und Standort nennen, wurde es für ihn „schon Ende 2007 unüberschaubar“,	3

Abs	Neue Energie (7 / 2010)	Messe Düsseldorf (7 / 2010)	Abs
	unüberschaubar".		
6	Damals sprangen auch die Asiaten auf den Dünnschichtzug auf.	als auch die Asiaten auf den Dünnschichtzug aufsprangen :	
	„Heute stoße ich im Wochentakt auf irgendwelche chinesischen Firmen, die eine Produktion melden oder ankündigen“, sagt Jäger-Waldau. Derzeit gibt es weltweit schätzungsweise mehr als 140 Dünnschichtproduzenten.	„Heute stoße ich im Wochentakt auf irgendwelche chinesischen Firmen, die eine Produktion melden oder ankündigen“, sagt Jäger-Waldau. Schätzungsweise gibt es derzeit über 140 Dünnschichtproduzenten weltweit.	
	Und wie die Zahl der Hersteller nimmt auch die der Turnkey-Anbieter zu.	Auch die Zahl der Turnkey-Anbieter wuchs.	
	Waren es 2007 erst neun, zählte Jäger Waldau 2009 schon 20 Firmen. Die Prospekte und Internetauftritte vieler kleiner Hersteller aus Fernost lassen den Forscher aus dem italienischen Ispra vermuten, dass mittlerweile auch einige so genannte Klon-Linien kursieren: schlüsselfertige Anlagen Marke Nachbau.	Waren es 2007 noch neun, zählte Jäger-Waldau 2009 schon 20 Firmen, die Turnkey-Lösungen offerierten.	
	Hauptsache Wachstum?		
7	Die meisten Dünnschichthersteller waren auf Massenfertigung ausgerichtet. Schon auf der ersten Dünnschichtkonferenz des Europäischen Photovoltaik Industrieverbands Epia in München im November 2008 klangen die Kommentare auf dem Podium aber nach gemischten Gefühlen: „Wir sind eine 'great growing industry'. Es ist beinahe schon dramatisch, wie die Dünnschichtbranche wächst“, sagte Bernhard Dimmler von Würth Solar. Bei einem Marktanteil von nicht einmal fünf Prozent sahen die Experten Wachstumsperspektiven von bis zu 120 Prozent. Die Prognose: Bereits 2010 würden die Produktionskapazitäten bei vier Gigawatt landen, jedes fünfte verkaufte Kilowatt wäre ein Dünnschichtmodul.	Das Ziel der Firmen war die schnelle Massenfertigung :	
	Es kam sogar noch heftiger, wie die Analysten von EuPD Research jüngst in einer Studie ermittelten: Schon 2009 war die 20-Prozent- Marke erreicht. Von den 7,5 Gigawatt Leistung, die weltweit neu installiert wurden, stammten 1,5 Gigawatt aus Dünnschichtpaneelen. Und die Hersteller schleudern weiter mit Ausbauzahlen um sich: Für 2010 kündigten sie gar 13,4 Gigawatt an Kapazitäten an.	Laut Marktforscher EuPD Research hatte die Dünnschicht 2009 mit 1500 Megawatt (MW) installierter Leistung schon 20 Prozent Marktanteil.	
8	Doch die Dünnschicht ist eine große Technologie-Familie. Zu ihr gehören neben der Siliziumdünnschicht auch die kupfer- und cadmiumbasierten Halbleitertechnologien. Dazu gesellen sich noch die so genannten organischen Zellen, also Lichtfänger, die mittels Farbstoffen oder Polymeren Photovoltaik betreiben. Insgesamt tummeln sich 35 Prozent aller Modulhersteller der Solarbranche im Dünnschichtsegment - damit relativiert sich der	Doch die Dünnschicht ist eine große Familie, zu der neben der Siliziumdünnschicht Module auf Basis von Cadmium-Tellurid und CIS zählen . Diese Abkürzung steht für halbleitende Verbindungen aus Kupfer, Indium, Gallium und Selen oder Schwefel.	4

Abs	Neue Energie (7 / 2010)	Messe Düsseldorf (7 / 2010)	Abs
	Marktanteil von 20 Prozent.		
	Rechnet man zudem die Produktionsmengen von First Solar heraus, bleibt nicht mehr viel für den Rest: Von den besagten 1,5 GW an Dünnschichtmodulen,	Massenprodukte sind davon aber bisher nur CdTe-Paneele der US-Firma First Solar .	
	die im Jahr 2009 verkauft wurden, stammten allein 1,1 GW vom amerikanischen Branchenführer.	1100 MW setzte sie 2009 ab,	
	Die übrigen 400 Megawatt verteilten sich auf mindestens 139 Hersteller, wovon wiederum über drei Viertel mit Siliziumdünnschicht arbeiten. Was die Silizium basierte Dünnschicht betrifft,	die übrigen 400 MW verteilten sich demnach auf 139 Hersteller, wovon wiederum drei Viertel mit Siliziumdünnschicht arbeiten.	
	spricht Markus Lohr von EuPD Research daher von einer Seifenblase. Es gebe zu viele Unternehmen mit ähnlichen Produkten und demselben Ziel: Kostenführerschaft.	Markus Lohr von EuPD Research sieht das kritisch. Zu viele Firmen verfolgten mit ähnlichen Produkten dasselbe Ziel: die Kostenführerschaft.	
	„ Die schnelle Marktpositionierung war - zumindest aus der Außenperspektive - das entscheidende Kriterium. Doch nicht alle Unternehmen haben ihre Hausaufgaben gemacht “, sagt der Autor. Um ihre Produktionskosten betreiben die Hersteller viel Geheimniskrämerei. Aber kein Experte glaubt daran, dass die Ziele realisiert wurden. Kostenführerschaft hat jedenfalls keiner von ihnen.	„ Die schnelle Marktpositionierung war das entscheidende Kriterium, doch nicht alle Unternehmen haben ihre Hausaufgaben gemacht “, sagt Lohr.	
	Wie wichtig ist der Wirkungsgrad?		
9	Dass die Siliziumdünnschicht nun so unter Druck gerät, hängt auch von einem anderen Nachteil ab: dem niedrigen Wirkungsgrad im Vergleich zu den Konkurrenztechnologien.	Schwierig wird es für Siliziumdünnschicht aber auch wegen ihres relativ niedrigen Wirkungsgrads .	5
	Gerade bei begrenzt zu Verfügung stehenden Flächen, etwa auf Hausdächern , spielt das eine zentrale Rolle: Hohe Effizienz bringt höhere Leistung und damit auch höhere Erträge.	Gerade auf Hausdächern , wo Platz knapp ist, spielt die Effizienz eine wichtige Rolle: Je höher sie ist, desto mehr Leistung bringt eine Solaranlage.	
	Während monokristalline Siliziumzellen im Labor Spitzenwirkungsgrade von über 24 Prozent erreichen, kupferbasierte Halbleiter auf über 20 Prozent kommen und Cadmium-Tellurid bei 17 Prozent liegt, schaftten Siliziumdünnschichtzellen nur einen Höchstwert von 14 Prozent.	Während monokristalline Siliziumzellen im Labor Wirkungsgrade von fast 25, CIS von 20 und CdTe von 17 Prozent erreichen, schaftten Siliziumdünnschichtzellen nur maximal 14 Prozent. Die Laborwerte sind der Zeiger für das Potenzial einer Technologie:	
	Als Faustformel gilt, dass der Modulwirkungsgrad bis maximal zwei Prozent an den Spitzenwirkungsgrad heranreichen kann.	Als Faustformel gilt, dass der Modulwirkungsgrad bis zwei Prozent punkte an den Spitzenwirkungsgrad reichen kann.	
		Kristalline Module kommen ihren Effizienzerwartungen in Praxis zügig näher, gleichzeitig sinkt ihr Preis. Inzwischen sind sie schon für 1,50 Euro pro Watt zu haben, 2008 hatte ihr Preis noch bei drei Euro gelegen.	
10	Doch das eigentliche Problem: Selbst die geringen Effizienz-Erwartungen konnten die meisten Hersteller mit ihren a-Si-Modulen nicht erfüllen.	Das größte Problem bei a-Si-Modulen ist, dass die meisten Hersteller selbst die geringen Effizienz-Erwartungen nicht erfüllen.	6

Abs	Neue Energie (7 / 2010)	Messe Düsseldorf (7 / 2010)	Abs
	<p>Die Masse dümpelt bei Wirkungsgraden zwischen sechs und acht Prozent. Die Anlaufzeit der Produktion, Ramp-up genannt, dauerte bei den meisten zu lange. Und die technologische Weiterentwicklung der a-Si-Module, etwa mit einer zusätzlich abgeschiedenen mikrokristallinen Schicht effizientere mikromorphe Module zu produzieren, gelang ebenfalls nicht wie geplant. Jäger-Waldau nennt einen Grund: "Die Ausrüster konnten ihre Produktionsversprechen eindeutig nicht halten." Diese Einschätzung teilt auch Peter Thiele. Das Problem vieler kleiner Hersteller, so der Geschäftsführer von Sharp Deutschland, sei ihre Abhängigkeit von den großen Maschinenausrüstern, was zu fehlender Handlungsfähigkeit geführt habe. "Wir sind nicht von anderen abhängig", betont Thiele dagegen. Doch auch der Blick auf Sharp - derzeit der größte Siliziumdünnschichtplayer - offenbart, dass die Technologie ins Stocken geraten ist: Statt der angekündigten Kapazität von 480 MW bis 2010 hat Sharp im japanischen Sakai bisher nur 160 MW aufgebaut.</p>	<p>Die Masse bewegt sich immer noch zwischen sechs und acht Prozent. Die Anlaufzeit der Produktionen dauerte bei vielen Firmen zu lange, und die technische Weiterentwicklung der a-Si-Module, etwa die Fertigung mikromorpher Module mit einer zusätzlich abgeschiedenen mikrokristallinen Schicht, gelang nicht wie geplant.</p>	
11	<p>Ebenso Masdar PV, die 2009 in Ichttershausen ihre erste Produktionsstätte mittels einer Turnkey-Anlage von Applied Materials errichteten (neue energie 5/2009): Für dieses Jahr hatte das geldschwere arabische Staatsunternehmen den Bau einer 130 MW Fabrik in Taweelah geplant, mittelfristig sollte mit zwei Milliarden Dollar eine Produktion von 510 MW aufgebaut werden, war ein Platz unter den Top-Drei-Dünnschichtherstellern schon fest anvisiert. Stattdessen wechselte Masdar PV seine Führungsspitze aus (neue energie 6/2010). Und der neue Geschäftsführer, Frank Wouters, bremst die Ausbaupläne: "Vorerst werden wir in Abu Dhabi keine Fabrik bauen." Das 65-MW-Werk in Ichttershausen, das im Oktober vergangenen Jahres mit der Produktion begann, fährt erst seit Mai im Dreischicht-Betrieb. Eine zweite Produktionsanlage in Ichttershausen sei zwar geplant, die Kapazitätserweiterung solle aber auch über eine Steigerung des Wirkungsgrades realisiert werden, sagt Wouters. Der liegt derzeit bei mageren 6,5 Prozent. Die Stimmung der Scheichs dürfte entsprechend schlecht sein.</p>		
12	<p>Auch Schott Solar, erfahrener Hersteller von Siliziumdünnschicht wie kristallinen Modulen, kann als Indikator gelten. Die Alzenauer verkündeten jüngst, dass sie ihren weiteren Produktionsausbau nun in Asien realisieren würden. Danach befragt, sagt Geschäftsführer</p>		

Abs	Neue Energie (7 / 2010)	Messe Düsseldorf (7 / 2010)	Abs
	Martin Heming kurz angebunden: "Im Wesentlichen wird der im kristallinen Bereich stattfinden."		
	Und schließlich Q-Cells: Als einer der führenden Zellhersteller hatten die Thalheimer einst alle Technologien im Portfolio. Sontor hieß die Siliziumdünnschicht-Sparte. Die schob Q-Cells im vergangenen Jahr ab, die kupferbasierte Dünnschichtsparte baute Q-Cells dagegen aus.	Q-Cells zum Beispiel stieß seine Siliziumdünnschicht-Tochter Sontor deshalb ab.	
	Sontor fusionierte dann mit Sunfilm, die jetzt auf der dringenden Suche nach Geldgebern sind.	Diese fusionierte dann mit Sunfilm, die jetzt Geldgeber sucht.	
	Wolfgang Seeliger, Solarexperte der Landesbank Baden Württemberg: „Die Siliziumdünnschicht ist 2010 zu einer No-Go-Area geworden.“	„Die Siliziumdünnschicht ist 2010 zu einer No-Go-Area geworden.“, sagt Wolfgang Seeliger, Solarexperte der Landesbank Baden Württemberg (LBBW).	
	Naht das Ende der Siliziumdünnschicht? „Amorphes Silizium hat keine Chance“, sagt Jäger-Waldau ganz deutlich.	Ausrüster und Hersteller wehren sich vehement gegen den Abgesang auf ihre Technik. Applied Materials und Oerlikon arbeiten eifrig an der Weiterentwicklung ihrer Maschinen. Auf der internationalen Fachmesse für solares Herstellequipment, solarpeq, und der parallel stattfindenden glasstec, Weltleitmesse für die Glasbranche, werden die Zulieferer vom 29. September bis 01. Oktober 2010 in Düsseldorf Einblicke in ihr Technikportfolio gewähren.	
	Ausnahme bestätigt die Regel?		
13	Doch wer im Juni die Fachmesse Intersolar besuchte und zufällig am Stand von Inventux vorbei wanderte, der konnte einen anderen Eindruck bekommen. Bei den Berlinern, aus deren 40-MW-Fabrik in Marzahn im Oktober 2008 die ersten Siliziumdünnschicht-Module liefen, ging es zu wie in einem Bienenschwarm. Wie kaum an einem anderen Stand wollten sich Interessenten und Kunden haarklein über die technischen Feinheiten informieren. Nicht nur Branchenkenner wie Jäger-Waldau, sogar Konkurrenten sehen das Unternehmen auf der Sonnenseite. Sind alle geblendet vom Inventux-Spruch, "Wir können Sonne"? Die Werbekampagne sei in der Tat sehr erfolgreich, sagt Marketingleiter Thorsten Ronge.	Dass die Anlagen – modifiziert eingesetzt – durchaus konkurrenzfähige Module herstellen können, zeigt die Firma Inventux.	7
14	Doch Inventux' Erfolg hänge von mehreren Faktoren ab. Unter anderem von der Vertriebsstrategie, sich direkt an die Installateure zu wenden, statt wie viele andere Hersteller Großhändler zu beliefern. Die Verlockung, bei Großkunden auf einen Schlag große Margen verkaufen zu können, führe in eine gefährliche Abhängigkeit, ein breit gesponnenes Absatznetz Sorge dagegen für ein sicheres Geschäft. Weiterer Erfolgsgarant sei gewesen, dass man bei Inventux von Anfang an auf ein optisch anspruchsvolles und leicht zu installierendes		

Abs	Neue Energie (7 / 2010)	Messe Düsseldorf (7 / 2010)	Abs
	Produkt für Gebäude hingearbeitet habe, statt großflächige Module für Freiflächenanlagen herzustellen, die für die Gebäudeintegration zu unhandlich seien. Inventux' wichtigster Schritt zum Erfolg war indes die Umstellung der Produktion:		
	Als erstem europäischen Hersteller gelang den Berlinern bereits im November 2008 der Technologiesprung von amorphem hin zu mikromorphem Modulen. Mittlerweile erzielen ihre Paneele einen Wirkungsgrad von zehn Prozent. Damit stellt das Unternehmen die effizientesten Siliziumdünnschicht-Module her.	Ihr gelang bereits im November 2008 als erster europäischer Hersteller der Technologiesprung von einfachen amorphen zu zweischichtigen mikromorphen Modulen. Mittlerweile erzielen ihre Paneele auf Oerlikon-Maschinen einen Wirkungsgrad von zehn Prozent. Damit stellt Inventux die effizientesten Siliziumdünnschichtmodule her.	
	Ist die Dünnschichtbranche auch unter Druck - bei Inventux sieht man optimistisch in die Zukunft. Die kleine Fabrik hinter den Plattenbauten in Berlin Marzahn könnte zur Speerspitze einer ganzen Technologie werden.	Doch auch die Berliner werden sich strecken müssen, um nicht von der dickschichtigen Konkurrenz erdrückt zu werden.	