

Abs	ÖKO-Test (6 / 2011)	ÖKO-Test Spezial (2.9.2011)	Abs
	<p style="text-align: center;">Photovoltaikmarkt <b>Flaute statt Boom?</b> (Sascha Rentzing)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Wettbewerb schafft Innovationen</b> (keine Autorenangabe / Sascha Rentzing)</p>	
0	<p>Kommt nach der Atomkatastrophe in Japan ein Ansturm auf die Solartechnik? Die überraschende Antwort: nein. Denn global gesehen sinkt die Nachfrage, weil viele Länder die Förderung wegen zu hoher Kosten kürzen. Der positive Effekt: Um im Geschäft zu bleiben, arbeiten die Firmen an preissenkenden Innovationen. Wir stellen die Trends vor, die Mitte des Monats auf der Messe Intersolar präsentiert werden.</p>		
1	<p>Kaum hatte das schwere Erdbeben am 11. März in Japan das Kernkraftwerk Fukushima zerstört, fasste die deutsche Bundesregierung detaillierte Beschlüsse für einen beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien: Die KfW-Bank soll bald günstige Kredite für neue Offshorewindparks in Nord- und Ostsee geben statt Bürgschaften.</p>		
2	<p>Außerdem werden rasch neue Stromautobahnen entstehen, die den vor den Küsten produzierten Strom in die großen Verbrauchsgebiete im Westen und Süden des Landes transportieren. Experten loben Berlins Offshorekurs, denn sie sprechen der Windkraft großes Potenzial zu. „2020 können in Deutschland bereits über 20 Prozent des erzeugten Stroms aus dieser Quelle kommen“, erklärt Jürgen Schmid, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik. Zum Vergleich: Die Atomenergie hat derzeit einen Anteil von 22 Prozent am Strommix. Die dreiflügeligen Stromerzeuger könnten die deutschen Meiler also komplett ersetzen.</p>		
3	<p>Während die Windkraft auf hoher See zum Zugpferd der anvisierten Energiewende wird, scheint die Photovoltaik (PV) in Berlin in Ungnade gefallen zu sein. Hintergrund: Laut Bundesnetzagentur wurden in Deutschland voriges Jahr zwar 7.247 Megawatt (MW) PV-Leistung neu installiert – fast doppelt so viel wie 2009. Das immense Wachstum hat die Förderkosten für die Sonnenenergie, die gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) den Verbrauchern in Rechnung gestellt werden, aber in die Höhe getrieben. Die EEG-Umlage stieg 2011 um 70 Prozent auf 3,53 Cent pro Kilowattstunde (kWh). Um die Kosten einzudämmen, kappt die Bundesregierung die Solartarife: Im Januar fiel die Vergütung bereits um 13 Prozent, schon im Juli steht die nächste Absenkung um bis zu 15 Prozent an. Die</p>		

Abs	ÖKO-Test (6 / 2011)	ÖKO-Test Spezial (2.9.2011)	Abs
	<p>Maßnahme zeigt sofort Wirkung: „Geringere Renditeerwartungen lassen die Nachfrage nach Solaranlagen spürbar sinken“, bemerkt Norbert Hahn, Vertriebsvorstand des Systemanbieters IBC Solar.</p>		
	<p><b>Gewaltiges Wachstum</b></p>		
4	<p>Deutschland handelt nicht allein so restriktiv. Fast alle europäischen Länder mit Einspeisevergütung für Solarstrom reduzieren teilweise drastisch die Fördertarife, weil der starke Zubau außer Kontrolle gerät. „Die Politik hat massiv unterschätzt, dass die dezentrale Stromerzeugung überwältigend anwachsen kann“, erklärt der Analyst Götz Fischbeck von der Frankfurter BHF-Bank. Rasant fallende Modulpreise ließen 2010 die Nachfrage unerwartet boomen: Mit 16.600 MW hat sich 2010 die weltweit neu installierte PV-Leistung laut dem europäischen Solarindustrie-Verband EPIA mehr als verdoppelt. Somit stiegen in den Ländern auch die Förderkosten, die fast überall nach Vorbild des deutschen EEG auf die Stromkunden umgelegt werden.</p>		
5	<p>Spanien und Tschechien, ehemals starke Solarmärkte, gehen besonders rigoros gegen die Photovoltaik vor. Seit die üppige Förderung den Zubau auf der Iberischen Halbinsel 2008 auf 2.708 MW trieb, erstickt die spanische Regierung jede Solarregung im Keim. Einschränkungen des Anspruchs auf Einspeisevergütung und eine starre Deckelung des Zubaus auf 500 MW pro Jahr ließen den Markt 2009 auf 17 MW zusammensacken. Gezielte Stiche halten ihn nun am Boden: Im Januar beschloss Madrid unter anderem, dass die beiden einstigen Wachstumstreiber Freiland- und große kommerzielle Dachinstallationen dieses Jahr 45 beziehungsweise 25 Prozent weniger Vergütung erhalten. Das dürfte selbst standhafteste Investoren aus dem Land treiben.</p>		
6	<p>In Tschechien drohen noch schärfere Einschnitte. Nach einem Rekordjahr 2010 mit 1.360 MW Zubau erwägt Prag, den Markt mit einem 4,5-MW-Deckel komplett abzuwürgen. Die Anti-PV-Woge ist inzwischen auch nach Großbritannien geschwappt. Dabei hatte das Land erst im April 2010 einen attraktiven Einspeisetarif eingeführt. Doch ruderte die britische Regierung zurück, da bereits im März für 2011 Projekte mit 169 MW in Planung gewesen seien – doppelt so viel wie London anvisiert hätte, erklärt Oliver Trier, Geschäftsentwickler bei IBC Solar in England.</p>		

Abs	ÖKO-Test (6 / 2011)	ÖKO-Test Spezial (2.9.2011)	Abs
	<b>Wettbewerbsdruck steigt</b>		
7	<p>Damit sieht es so aus, als ginge der Photovoltaik kurz vor Erreichen der Wettbewerbsfähigkeit die Puste aus. Der Europa-Verband EPIA rechnet 2011 mit einem Rückgang der globalen Neuinstallationen um rund 20 Prozent auf 13.300 MW. Zwar entstehen nach Schätzung des Verbands etwa mit China, Indien und den USA neue Märkte, die Flaute in Europa können diese aber vorerst nicht kompensieren. Daraus ergibt sich für die Solarindustrie ein gravierendes Problem: Im Glauben an einen lang anhaltenden Solarboom hatten im vorigen Jahr viele Hersteller Investitionsentscheidungen für neue Fabriken getroffen. Jetzt, da der Kapazitätsausbau im vollen Gange ist oder Investitionsentscheidungen nicht mehr rückgängig zu machen sind, sinkt die Nachfrage. Das heißt, viele Werke lassen sich nicht voll auslasten. Laut dem US-Marktforscher iSuppli wird die Produktionskapazität bis 2012 auf 40.000 MW anwachsen – bei einem Bedarf von gerade einmal 20.000 MW. „Es steht eine Marktberreinigung bevor, die nur wenige Firmen unbeschadet überstehen“, prophezeit iSuppli-Analyst Stefan deHaan.</p>		
8	<p>Um im harten Wettbewerb zu bestehen, bemühen sich die Hersteller um die rasche Weiterentwicklung ihrer Produkte. Sie investieren in kosteneffizientere Produktionen, ersetzen und sparen teures Halbleitermaterial, vor allem aber treiben sie die Kommerzialisierung neuer Zellen mit höherer Effizienz mit großem Einsatz voran. „Es herrscht ein regelrechter Wettlauf um Wirkungsgrade“, erklärt der PV-Experte Arnulf Jäger-Waldau vom Joint Research Centre der EU-Kommission. Da die Sonne kostenlos vom Himmel strahlt, könnte einem Betreiber der Wirkungsgrad seiner Solaranlage eigentlich ziemlich egal sein. Doch ist der Wirkungsgrad für die Wirtschaftlichkeit von Modulen der entscheidende Faktor: Jeder zusätzliche Prozentpunkt senkt, so die Faustformel, die Kosten um sieben Prozent, da pro Watt weniger Material benötigt wird.</p>	<p>Um im harten Wettbewerb zu bestehen, bemühen sich die Hersteller um die rasche Weiterentwicklung ihrer Produkte. Sie investieren in eine kosteneffizienter Produktion, ersetzen und sparen teures Halbleitermaterial, vor allem aber treiben sie die Kommerzialisierung neuer Zellen mit höherer Effizienz mit großem Einsatz voran. „Es herrscht ein regelrechter Wettlauf um Wirkungsgrade“, erklärt der PV-Experte Arnulf Jäger-Waldau vom Joint Research Centre der EU-Kommission. Da die Sonne kostenlos vom Himmel strahlt, könnte einem Betreiber der Wirkungsgrad seiner Solaranlage eigentlich ziemlich egal sein. Doch ist der Wirkungsgrad für die Wirtschaftlichkeit von Modulen der entscheidende Faktor: Jeder zusätzliche Prozentpunkt senkt, so die Faustformel, die Kosten um sieben Prozent, da pro Watt weniger Material benötigt wird.</p>	1
	<p>Noch ist viel Luft nach oben: „Die Effizienz von Siliciumsolarzellen kann bereits mit relativ geringem Aufwand sicher über 20 Prozent wachsen“, erläutert Eicke Weber, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE).</p>	<p>Noch ist viel Luft nach oben: „Die Effizienz von Siliciumsolarzellen kann bereits mit relativ geringem Aufwand sicher über 20 Prozent wachsen“, erläutert Eicke Weber, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE).</p>	
	<p>Auf der Intersolar in München, der Weltleitmesse für Solartechnik, dürften die</p>	<p>Auf der diesjährigen Intersolar in München, der Weltleitmesse für Solartechnik, inszenierten die</p>	2

Abs	ÖKO-Test (6 / 2011)	ÖKO-Test Spezial (2.9.2011)	Abs
	<p>Hersteller vom 8. bis 10. Juni daher ein regelrechtes Innovationsfeuerwerk <b>inszenieren</b>. Diente die Veranstaltung den Firmen bisher als reines Schaulaufen, <b>wird</b> hier diesmal um das beste Hochleistungskonzept und jeden Prozentpunkt Effizienz gerungen.</p>	<p>Hersteller daher ein regelrechtes Innovationsfeuerwerk. Diente die Veranstaltung den Firmen bisher als reines Schaulaufen, <b>wurde</b> diesmal um das beste Hochleistungskonzept und um jeden Prozentpunkt Effizienz gerungen.</p>	
9	<p>Die chinesischen Hersteller geben technisch derzeit den Takt vor. Suntech Power etwa, einer der drei großen chinesischen Anbieter, hat mithilfe der University of New South Wales in Sydney Zellen entwickelt, die <b>zehn bis 15</b> Prozent effizienter <b>sind</b> als seine bisherigen Zellen – die Variante aus monokristallinem Silicium erreicht 19,2 Prozent Wirkungsgrad.</p>	<p>Die chinesischen Hersteller geben technisch derzeit den Takt vor. Suntech Power etwa, einer der drei großen chinesischen Anbieter, hat mithilfe der University of New South Wales in Sydney Zellen entwickelt, die <b>10 bis 15</b> Prozent effizienter als seine bisherigen Zellen <b>sind</b> - die Variante aus monokristallinem Silizium erreicht 19,2 Prozent Wirkungsgrad.</p>	
	<p>Ein Geheimnis von Suntech ist der selektive Emitter. Emitter heißt die obere aktive Schicht des Siliciumkristalls. Sie wird gezielt mit Phosphor verunreinigt. Je mehr Phosphor sie enthält, desto besser leitet sie die generierten Elektronen aus der Zelle zu den Kontakten. Zu viel Phosphor ist aber schlecht für den Wirkungsgrad, da er den Kristall stört. Phosphoratome wirken wie Defekte im Siliciumkristall, an denen die Ladungsträger verloren gehen, ehe sie die Kontakte erreichen und als Strom abgegriffen werden können. Suntech arbeitet daher nur unter den Kontakten mit viel Phosphor, dazwischen mit weniger. So verbessere sich die Effizienz bei nahezu gleich bleibenden Prozesskosten, sagt Technikchef Stuart Wenham.</p>	<p>Ein Geheimnis von Suntech ist der selektive Emitter. Emitter heißt die obere aktive Schicht des Siliziumkristalls. Sie wird gezielt mit Phosphor verunreinigt. Je mehr Phosphor sie enthält, desto besser leitet sie die generierten Elektronen aus der Zelle zu den Kontakten. Zu viel Phosphor ist aber schlecht für den Wirkungsgrad, da er den Kristall stört. Phosphoratome wirken wie Defekte im Siliziumkristall, an denen die Ladungsträger verloren gehen, ehe sie die Kontakte erreichen und als Strom abgegriffen werden können. Suntech arbeitet daher nur unter den Kontakten mit viel Phosphor, dazwischen mit weniger. So verbessere sich die Effizienz bei nahezu gleich bleibenden Prozesskosten, sagt Technikchef Stuart Wenham.</p>	
	<p><b>Neue Zellenkonzepte aus China</b></p>		
10	<p>Die chinesische Yingli Green Energy wiederum will den Wirkungsgrad ihrer Zellen mithilfe einer speziellen Siliciumsorte, <b>dem</b> monokristallinen n-Typ-Silicium, und sogenannter Metal-Wrap-Through-Technik (MWT) auf 20 Prozent steigern. Siliciumzellen bestehen aus zwei unterschiedlich dicken Bereichen, die sich in ihrer Leitfähigkeit unterscheiden. In Standardzellen ist eine untere dickere Schicht mit Bor angereichert, um einen Überschuss positiver Ladungsträger zu erreichen, im oberen Emitter sorgt dagegen Phosphor für einen Überschuss negativer Ladungsträger.</p>	<p>Die chinesische Yingli Green Energy wiederum will den Wirkungsgrad ihrer Zellen mithilfe einer speziellen Siliziumsorte, <b>des</b> monokristallinen n-Typ-Siliziums, und sogenannter Metal-Wrap-Through-Technik (MWT) auf 20 Prozent steigern. Siliziumzellen bestehen aus zwei unterschiedlich dicken Bereichen, die sich in ihrer Leitfähigkeit unterscheiden. In Standardzellen ist eine untere dickere Schicht mit Bor angereichert, um einen Überschuss positiver Ladungsträger zu erreichen, im oberen Emitter sorgt dagegen Phosphor für einen Überschuss negativer Ladungsträger.</p>	3
	<p>n-Typ-Zellen sind genau umgekehrt aufgebaut.</p>	<p>Die n-Typ-Zellen sind genau umgekehrt aufgebaut.</p>	4
11	<p>Ihr Vorteil ist, dass Bor wegen seiner Atomeigenschaften für den Wirkungsgrad weniger kritisch ist. Dadurch ist es entweder möglich, mit billigerem Silicium zu arbeiten, das mehr Verunreinigungen enthält, oder Zellen mit höheren Effizienzen herzustellen. Das MWT-Konzept setzt Yingli um, indem es die für die</p>	<p>Ihr Vorteil ist, dass Bor wegen seiner Atomeigenschaften für den Wirkungsgrad weniger kritisch ist. Dadurch ist es entweder möglich, mit billigerem Silizium zu arbeiten, das mehr Verunreinigungen enthält, oder Zellen mit höheren Effizienzen herzustellen. Das MWT-Konzept setzt Yingli um, indem es die für die</p>	

Abs	ÖKO-Test (6 / 2011)	ÖKO-Test Spezial (2.9.2011)	Abs
	Verschaltung der einzelnen Zellen nötigen Stromsammelschienen zur Verringerung des Schattenwurfs auf die Rückseite verlegt und über winzige Löcher mit den Metallkontakten auf der Front verbindet. Durch den höheren Lichteinfall steigt die Stromausbeute.	Verschaltung der einzelnen Zellen nötigen Stromsammelschienen zur Verringerung des Schattenwurfs auf die Rückseite verlegt und über winzige Löcher mit den Metallkontakten auf der Front verbindet. Durch den höheren Lichteinfall steigt die Stromausbeute.	
12	Um technologisch nicht abgehängt zu werden, ziehen die deutschen Hersteller mit Innovationen nach. Auch Bosch Solar Energy und Schott Solar wollen MWT-Zellen produzieren und ihre Konzepte dafür auf der Intersolar vorstellen. Q-Cells hingegen hat die Rückseite seiner Zellen so optimiert, dass die Effizienz gegenüber bisherigen Q-Cells-Standardzellen um 1,5 Prozentpunkte auf 18,5 Prozent steigt. Spezielle Antireflex- und Passivierschichten minimierten Lichtreflexionen und Ladungsträgerverluste, erklärt Cheftechnologe Peter Wawer.	Um technologisch nicht abgehängt zu werden, ziehen die deutschen Hersteller mit Innovationen nach. Auch Bosch Solar Energy und Schott Solar wollen MWT-Zellen produzieren und ihre Konzepte dafür auf der Intersolar vorstellen. Q-Cells hingegen hat die Rückseite seiner Zellen so optimiert, dass die Effizienz gegenüber bisherigen Q-Cells-Standardzellen um 1,5 Prozentpunkte auf 18,5 Prozent steigt. Spezielle Antireflex- und Passivierschichten minimieren <b>hier</b> Lichtreflexionen und Ladungsträgerverluste, erklärt Cheftechnologe Peter Wawer.	5
13	Bei dem Innovationstempo der kristallinen Technik können andere PV-Techniken wie die Dünnschicht kaum noch mithalten. Aufgekommen zu Zeiten des Siliciumengpasses im Jahr 2007, sollte sie die teuren Siliciummodule als führende Solartechnik ablösen. Siliciumzellen, so das Argument, nutzen bei 180 bis 250 Mikrometern Dicke nur 20 Mikrometer für die Lichtumwandlung, das restliche Material diene der Stabilität der Zelle. Warum also nicht für den gleichen Effekt auf das teure Silicium verzichten? Immer mehr Firmen ersetzen deshalb die dicken Wafer durch billige Glasscheiben, die sie mit hauchfeinen halbleitenden Schichten überzogen. Der große Durchbruch der Dünnschicht blieb dennoch aus, denn sie kann nach wie vor nur mit relativ geringen Effizienzen aufwarten. Mit Zellen auf Basis von Kupfer, Indium und Selen (CIS) erreicht das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) 20,3 Prozent Wirkungsgrad. Allerdings sind industriell gefertigte Zellen noch weit von solchen Werten entfernt, und auch in der Produktion sind sie mit schätzungsweise rund zwei Euro pro Watt noch doppelt so teuer wie manche Siliciumzellen. „Für CIS existieren noch zu kleine Produktionseinheiten“, sagt ZSW-Vorstand Michael Powalla.		
	<b>Dünnschicht unter Druck</b>		
14	Nur First Solar, Hersteller von Dünnschichtmodulen aus Cadmium-Tellurid (Cd-Te), kann der kristallinen Konkurrenz bisher das Wasser reichen und zählt zu den Dauerbrennern der Branche. Auch auf der		

Abs	ÖKO-Test (6 / 2011)	ÖKO-Test Spezial (2.9.2011)	Abs
	<p>diesjährigen Intersolar wird die Firma technische Fortschritte verkünden: Sie hat ihre Produktionskosten inzwischen auf rund 0,50 Euro pro Watt gesenkt und kann ihre Technik daher billiger anbieten als jeder andere Hersteller. Offenbar verzeihen es Betreiber daher, dass CdTe-Module wegen ihres geringeren Wirkungsgrads – sie erreichen nur rund elf Prozent Effizienz – für die gleiche Leistung mehr Fläche benötigen: Im Jahr verkauft First Solar mittlerweile mehr als 1.000 MW Leistung.</p>		
15	<p>Mit lichtbündelnden Systemen hingegen etabliert sich derzeit eine Technik, die im Gegensatz zur Dünnschicht bisher keiner auf der Rechnung hatte. Ihr Aufbau ist komplex: Integrierte Spiegel oder Linsen konzentrieren Licht auf winzige Mehrschichtenzellen aus verschiedenen übereinanderliegenden Halbleitern.</p>		
16	<p>Durch die 500- bis 1.000-fache Verstärkung der Strahlung werde eine teure großflächige Anwendung der Mehrschichtenzellen vermieden, erklärt Gerald Siefer, Experte für Stapelzellen am ISE. Der französische Halbleiterzulieferer Soitec wird auf der Intersolar ein solches System mit 25 Prozent Wirkungsgrad vorstellen. Die Firma bringt 98 Mehrschichtenzellen mit drei Millimetern Durchmesser in einem Modul mit rund 0,35 Quadratmetern Größe unter. 90 dieser Paneele werden wiederum auf eine 30 Quadratmeter große Nachführeinheit, den Tracker, montiert.</p>		
17	<p>„An guten Standorten können die Konzentratorsysteme schon heute 20 bis 30 Prozent kosten günstiger Strom erzeugen als herkömmliche Module“, sagt Siefer. Allerdings erhöht die Nachführung die Kosten und ist bei Dachanlagen kaum möglich. Als Technologie, die in einstrahlungsreichen Regionen der Erde konventionelle Kraftwerke ersetzt, sehen Experten aber große Chancen für die Systeme. Vor allem US-Energieversorger zeigten großes Interesse, sagt EU-Experte Jäger-Waldau, der einen Anstieg der global installierten Konzentradorleistung von derzeit 100 bis 2015 auf 2.000 MW voraussagt.</p>		
18	<p>Dennoch bleiben die Konzentratoren damit eine Nischenanwendung. Zum Vergleich: 2010 wurden global rund 15.000 MW Siliciumzellen installiert, 2015 soll ihr Zubau nach optimistischen Prognosen bereits 50.000 MW betragen. Doch ein solches Wachstum setzt voraus, dass die Industrie ihre Innovationen</p>		

Abs	ÖKO-Test (6 / 2011)	ÖKO-Test Spezial (2.9.2011)	Abs
	jetzt schnell in die Serienfertigung bringt und die Preise deutlich senkt.		