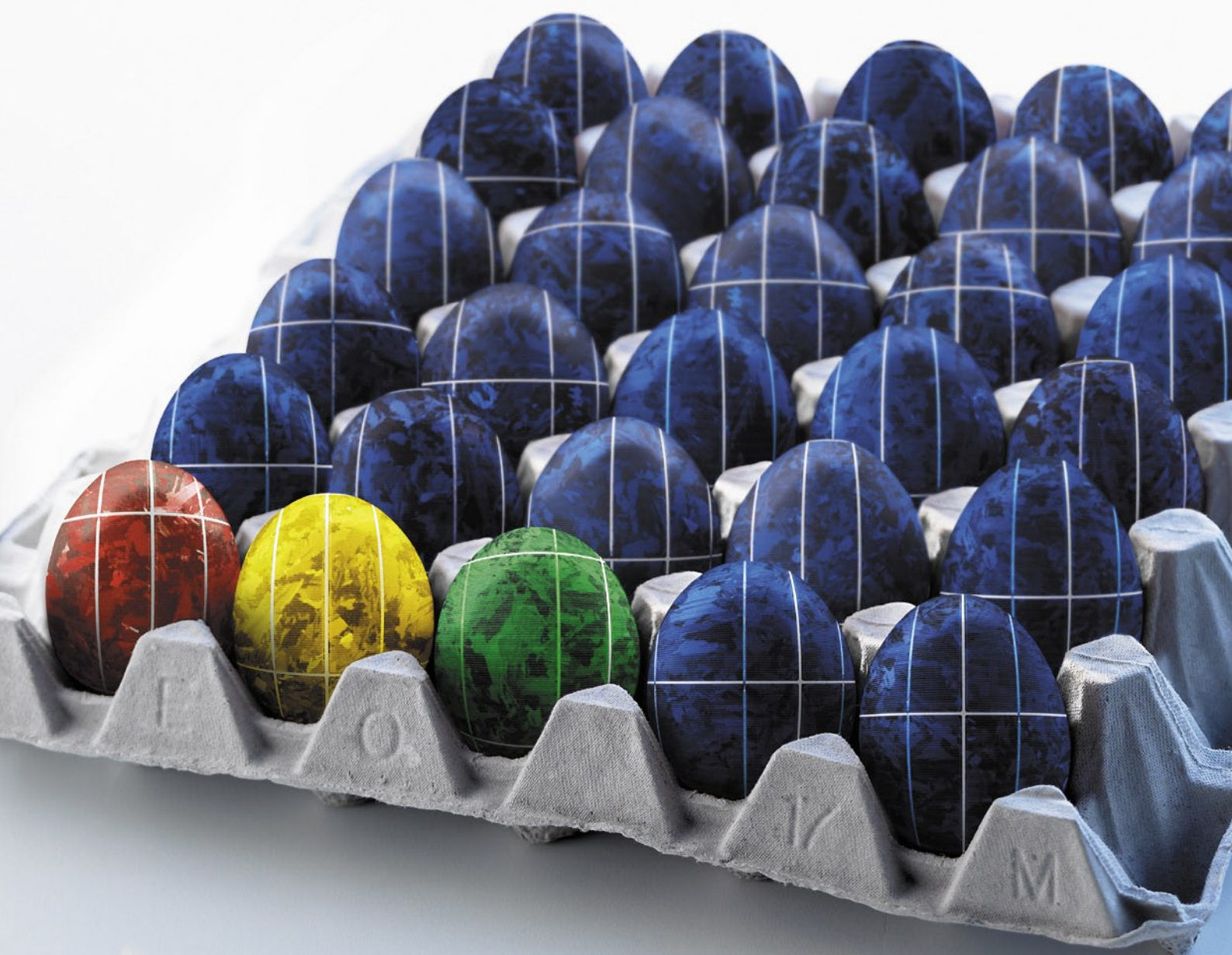


## Solarmodule 2012

Keins wie das andere: Mehr als  
hundert Modultypen im Ertragstest



### Marktübersicht

Die wichtigsten Kenndaten  
von mehr als 5.000 Modulen

### Wechselrichter

Im Test: Der SG15KTL der  
Sungrow Power Supply Co. Ltd.

### Debatte

Wie sinnvoll ist es, gegen  
Dumpingpreise vorzugehen?

### Service

Seminarplaner, Preisindex für  
Module und Wechselrichter

# Manche sind gleicher

Solarstromanlagen werden heute oft verkauft wie geschnitten Brot: Preis nach Kilogramm respektive Kilowatt. Dabei verliert man allzu schnell aus dem Auge, was wirklich zählt, nämlich der Ertrag bezogen auf das investierte Geld. Was nutzt die im Kilowattvergleich billigste Anlage, wenn sie zu wenig Strom produziert?

Nun kommt die Sache mit dem Kilowattpreis nicht von ungefähr, denn schon vor langer Zeit hat die Branche sich geeinigt, wie die Leistung eines Solarmoduls zu ermitteln ist: durch Messung bei Standardtestbedingungen (Standard Test Conditions, STC), also einer Einstrahlung von 1.000 Watt pro Quadratmeter, einer Zelltemperatur von 25 Grad Celsius und einem Sonnenspektrum, das dem Durchgang des Sonnenlichts durch die 1,5-fache Dicke der Erdatmosphäre entspricht. Eine vergleichbare Größe also? Nicht ganz.

Denn so sinnvoll der STC-Referenzwert auch ist, er gibt das Verhalten eines Solarmoduls nur bei genau einer einzigen Umgebungsbedingung wieder, und genau da liegt das Problem: Solarmodule verhalten sich unter Schwachlicht oder bei höheren Zelltemperaturen anders als unter Standardbedingungen. Oftmals sinken die Wirkungsgrade mit zunehmender Zelltemperatur rapide ab oder gehen unter Schwachlicht in den Keller. Nicht selten auch beides. Deshalb sind hundert Watt nicht gleich hundert Watt.

Ein ertragsstarkes Modul kann nur ein solches sein, das seinen unter STC ermittelten Wirkungsgrad möglichst durchgehend erreicht, also ein gutmütiges Temperatur- und ein flexibles Schwachlichtverhalten hat sowie noch einiges andere mehr: Es muss gut mit Schräglicht umgehen können, und seine spektrale Empfindlichkeit sollte gut zum Sonnenspektrum passen, um nur zwei weitere Aspekte zu nennen.

Bisher gelingt es noch nicht, alle Parameter präzise zu bestimmen und in ein einziges Simulationsmodell zu packen, um auf diese Weise eine genaue Vorhersage des zu erwartenden Ertrags zu erlauben. Aus diesem Grund führt das PHOTON-Labor seit etlichen Jahren Freilandmessungen durch. Mit einem vom Labor eigens entwickelten Messgerät, das inzwischen in der dritten Generation vorliegt, wird der Ertrag von inzwischen weit über einhundert Modultypen akri-



▲ Philippe Welter ist Herausgeber von PHOTON Profi

bisch protokolliert. Mehr als einhundert Gigabyte Daten werden dabei täglich generiert, Tag für Tag, Jahr um Jahr, bei jedem Wetter. Dieser Aufwand dient einem einzigen Zweck: Ihnen, lieber Leser, Fakten an die Hand zu geben, mit denen Sie sich für die ertragsstärksten Module entscheiden können.

Das ideale Modul ist natürlich ein solches, das – bezogen auf seinen Wirkungsgrad – einhundert Prozent des theoretisch umwandelbaren Sonnenlichts in Strom umsetzt. Dann hat es eine Performance Ratio von 100 Prozent. Das beste Modul im Test schafft heute knapp über 90 Prozent. Das ist im Vergleich zu früheren Zeiten ein Fortschritt, zum Idealfall fehlen aber immer noch fast zehn Prozentpunkte.

Es gibt also noch viel zu testen. Zumal, und darauf sollte künftig mehr Augenmerk gerichtet werden, selbst ein Jahr zur Ermittlung der Performance Ratio nicht ausreicht. Ein Modul kann schließlich während der ersten zwölf Monate ganz gut abschneiden, in den Folgejahren aber stark abfallen. »Langzeitstabilität« ist deshalb ein zentrales Qualitätsmerkmal, denn von altersbedingtem Leistungsverlust – Degradation – sollten moderne Solarmodule eigentlich verschont bleiben. Alle relevanten Alterungsprozesse sind verstanden, mit geeigneten Materialien und Herstellungsverfahren lässt sich Degradation sicher verhindern. Ein Testergebnis ist also umso wertvoller, je länger das betreffende Modul schon auf dem Prüfstand steht.

Philippe Welter

► philippe.welter@photon.info



RAH Kraft GmbH  
Großhandel für Solarprodukte



Module

Wechselrichter

Kabel

Unterkonstruktion

RAH-Komplettpakete



schnell

kompetent

zuverlässig

... und garantiert unkompliziert!

RAH Kraft GmbH

Schweinauer Hauptstr. 80

90441 Nürnberg

Telefon 09 11/99 90 11-0

Telefax 09 11/99 90 11-15

info@rah-kraft.de | www.rah-solar.de

# Nicht wie ein Ei dem anderen

Den höchsten Ertrag in unserem Langzeittest von Solarmodulen hat ein polykristallines Modul von REC geliefert, dicht gefolgt vom Vorjahresbesten von Siliken. Eine Überraschung aber ist Platz drei.

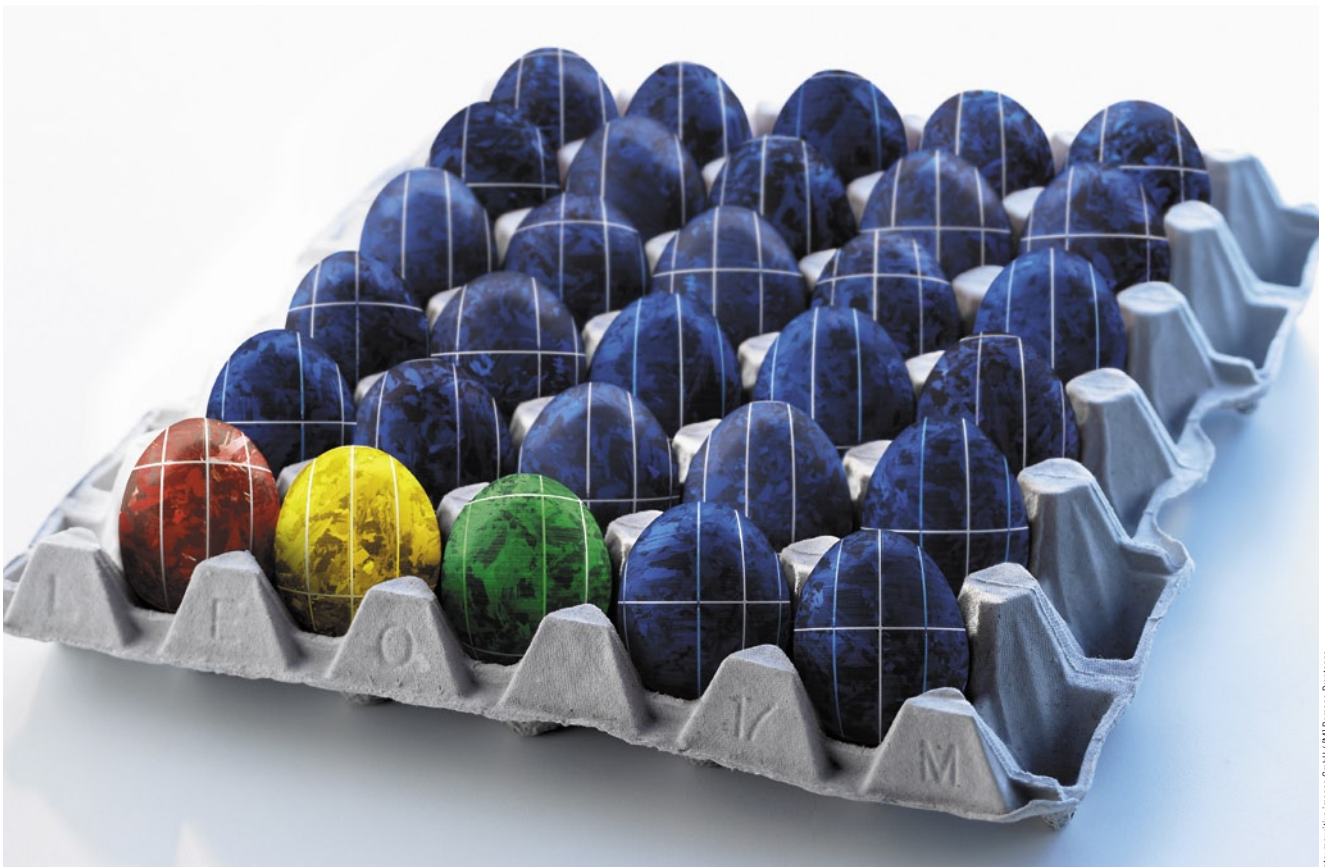


Foto: mauritius images GmbH / (M) Romana Bergmans

## o Für Querleser

- Auf dem PHOTON-Testfeld befinden sich inzwischen 123 Modultypen.
- 46 Modultypen sind seit 2010 oder länger vertreten. Für diese konnten wir den Jahresertrag 2011 ermitteln.
- Zum direkten Vergleich der Ertragskraft wird nun die Performance Ratio angegeben.
- Für alle Module stellen wir den Ertragsverlauf übers Jahr dar.
- Außerdem zeigen wir, wie sich die Module bei unterschiedlichen Einstrahlungsverhältnissen geschlagen haben.

Auch ein an sich schlechtes Modul kann gut sein: Das ist die Überraschung unserer am 31. Dezember abgeschlossenen Modulertragsmessung des Jahres 2011. Die Rede ist vom Modell NT-125AX der taiwanesischen Nexpower Technology Corp. Das mikromorphe Dünnschichtmodul hat – im Rahmen der Messgenauigkeit – zwar nicht die allerhöchsten Erträge auf dem Testfeld geliefert, ist aber recht nahe dran. Vor allem aber hätte es, wenn es eben nicht in manchen Disziplinen ein unnötig schlechtes Modul wäre, das bestplatzierte Modell, das REC230AE der norwegischen REC ASA, wohl übertreffen können.

Diese Aussage lässt sich gut anhand einer neuen Darstellung der Messergebnisse des PHOTON-Labors treffen. Die Kollegen dort haben nicht nur, wie in

den Vorjahren, den Gesamtertrag jedes einzelnen der inzwischen 123 Modultypen auf dem Testfeld ermittelt, sondern zusätzlich ein Diagramm entwickelt, das den zeitlichen Verlauf des Ertrags für jedes einzelne Modul im Vergleich zum durchschnittlichen Ertrag aller anderen Module darstellt. Dieses Diagramm dient also einzig dem Zweck, aufzuzeigen, wie ein einzelnes Modul im Vergleich zu allen anderen zu verschiedenen Zeiten des Jahres abschneidet – ob es zum Beispiel im Sommer mehr liefert als andere (wie das Nexpower-Modul). Oder im Winter weniger (wie ebenfalls das Nexpower-Modul). Oder ob es unter allen Bedingungen mehr oder weniger durchschnittlich arbeitet (wie das Mage Powertec Plus 225/6PJ der Mage Solar AG).

Dabei hat sich auch gezeigt, dass es verschiedene Arten von Modulen gibt, die sich durch jeweils ähnliche Charakteristika auszeichnen (siehe Seite 16).

Die Art der Darstellung der Ertragsverläufe ist die erste große Neuerung im Test des Langzeitertragsverhaltens, den PHOTON vor sieben Jahren mit gerade einmal drei Modultypen startete. Bislang hatten wir uns damit zufriedengegeben, die Leistung der Module unter Standardtestbedingungen (Standard Test Conditions, STC) zu vermessen und anschließend die Monats- und Jahreserträge, die diese Module auf dem Testfeld erzielten, miteinander zu vergleichen – so wurden die ersten drei Modultypen ausschließlich anhand ihres Ertrages innerhalb von zwölf Monaten charakterisiert (PHOTON 10-2006), wohl gemerkt, am Standort des Testfelds in Aachen und unter den dortigen Witterungsbedingungen.

In Aachen befindet sich das inzwischen deutlich gewachsene Testfeld noch immer – allein 77 neue Modultypen sind im Laufe des Jahres 2011 hinzugekommen. Damit ist das PHOTON-Testfeld das weltweit größte seiner Art. Für die neuen Module konnte naturgemäß noch kein Jahresertrag ermittelt werden. In der Aufstellung unserer Testergebnisse wird daher auf die Angabe einer Performance Ratio verzichtet. Diese Zahl gibt die Menge des tatsächlich produzierten Solarstroms im Verhältnis zur angebotenen solaren Einstrahlung an, wobei berücksichtigt wird, welchen Wirkungsgrad das Solarmodul hat. Eine Performance Ratio von 100 Prozent würde beispielsweise bedeuten, dass ein Modul mit einem Wirkungsgrad von 15 Prozent bei einer Solareinstrahlung von 1.000 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr 150 Kilowattstunden Solarstrom produziert hat. Ein

Modul mit nur zehn Prozent Wirkungsgrad, das unter den gleichen Bedingungen aufgrund seines geringeren Wirkungsgrades überhaupt nur 100 Kilowattstunden produzieren kann, hätte demnach ebenfalls eine Performance Ratio von 100 Prozent. Somit lässt die Angabe dieses Werts einen direkten Vergleich zwischen Modulen unterschiedlicher Technologie und unterschiedlichen Wirkungsgrades zu. Auch der früher von uns verwendete Wert »Kilowattstunden pro Kilowatt und Jahr« erlaubte diesen Vergleich, da über die Normierung auf die Nennleistung ebenfalls der Wirkungsgrad herausgerechnet wird. Allerdings war das Ergebnis direkt abhängig von der Jahreseinstrahlung. In guten Sonnenjahren war der Wert höher als in eher schlechten Jahren, sodass ein direkter Vergleich über die Jahre hinweg nicht möglich war. Den Einfluss schwankender Jahreseinstrahlungen eliminiert die Angabe der Performance Ratio. Übrig bleiben jedoch noch sogenannte Effekte zweiter Ordnung: In sonnenärmeren Jahren mag auch die Temperatur niedriger gewesen sein, sodass Module mit einem schlechten Temperaturkoeffizienten weniger stark im Ertrag nachgelassen haben als in sonnigen und warmen Jahren. Diese Effekte sind aber weit geringer als die Ertragsänderung in Abhängigkeit von der Jahres solarstrahlung.

Die höchste Performance Ratio und damit gleichzeitig den höchsten Ertrag – 1.150,4 Kilowattstunden pro Kilowatt STC-Leistung – maß das Labor beim schon eingangs erwähnten REC230AE von der REC ASA, das es auf eine Performance Ratio von 90,8 Prozent bringt. Dicht dahinter folgen Module vom Typ SLK60P6L 230Wp der spanischen Siliken SL (ebenfalls polykristallin) – dieses Modul hatte im Vorjahrestest noch am besten abge-

## Unsere Module können auch quer verbaut werden



oder



oder



Wählen Sie Ihr AXITEC-Modul!  
Immer die richtige Wahl – alle mit

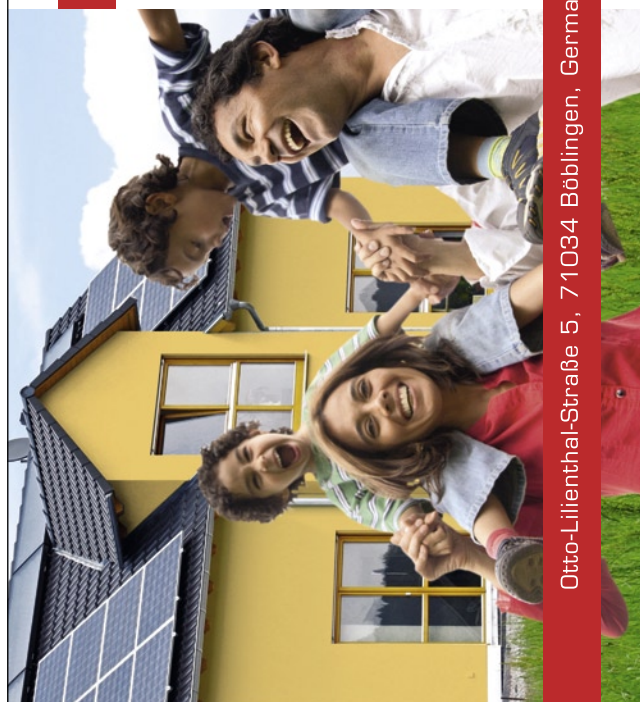
- Plus-Toleranzen
- 10 Jahre Hersteller-Garantie
- 15 Jahre auf 90% der Nennleistung
- 25 Jahre auf 85% der Nennleistung



250 Wp  
15,37%  
Effizienz

www.axitecsolar.com

**AXITEC**  
high quality german solar company



Otto-Lilienthal-Straße 5, 71034 Böblingen, Germany, Telefon +49 7031-6288-5186, info@axitecsolar.com

## Gute Module schnell erkennen: Das PHOTON-Logo zur Ertragsmessung

### Hersteller und Modultyp

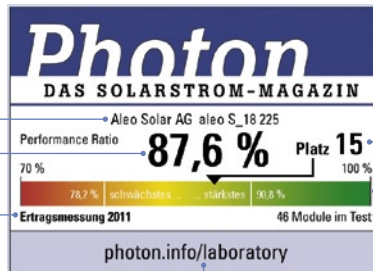
Die Firma, die einen Modultyp in den Handel bringt, also entweder der Hersteller selbst oder ein Unternehmen, das die Module im Auftrag fertigen lässt und unter eigener Typenbezeichnung vertreibt.

### Performance Ratio

Gibt an, wie viel Prozent des Sonnenlichts das Modul unter Berücksichtigung seines Wirkungsgrades in Strom verwandelt hat. Je höher der Wert, desto besser. Sehr gute Werte liegen heute über 90 Prozent, schlechte Werte unter 85 Prozent. Es ist zu erwarten, dass diese Werte bei zukünftigen Solarmodulen aufgrund verbesserter Technologie weiter ansteigen werden. Langfristig ist zu erwarten, dass Solarmodule nahe an einhundert Prozent heranreichen werden.

### Ertragsmessung 2011

Gibt das Jahr der Messkampagne an



### Webseite photon.info/laboratory

Hier befinden sich weitere Informationen zum PHOTON-Labor, zum Testfeld und zum Ertragstest.

### Anzahl Module im Test

Gibt an, wie viele Module im Testfeld im Jahr der Messkampagne ein vollständiges Testjahr absolviert haben. Dieser Wert dient zum Einschätzen des Wertes einer Platzierung.

### Platz

Alle Solarmodule die 2011 ein volles Messjahr absolviert haben (also seit Anfang Januar 2011 im Test waren), erhalten eine Platzierung aufgrund ihres Performance-Ratio-Wertes. Viele Module im Test liegen bezüglich der Performance Ratio oft nah beieinander. Durch minimale Messunsicherheiten kann es daher zu Platzvertauschungen kommen. Auch Wetterveränderungen (warmer/kalter Sommer, sonniger/schattiger Winter) haben Einfluss auf die Platzierung. Ein Modul auf dem ersten Platz ist aber mit Sicherheit besser als eines auf den hinteren Plätzen.

### Farbbalken

Dargestellt werden Werte von 70 bis 100 Prozent Performance Ratio. Zwei senkrechte weiße Linien geben die Position des schwächsten und des stärksten Moduls im Test an. Die jeweiligen Zahlenwerte dieser Module stehen neben den Linien. Ein schwarzes Dreieck zeigt die Position des gemessenen Solarmoduls innerhalb der Gesamtheit der gemessenen Module an. Je weiter rechts die Markierung ist, desto besser ist das Modul.

schnitten. Das mikromorphe Dünnschichtmodul NT-125AX der Nexpower Technology Corp. folgt mit minimalen Unterschied auf Platz drei. Der Abstand der beiden letztgenannten Module zum Spitzenreiter von REC ist mit 1,3 Prozent so gering, dass er in der Messtoleranz der vom PHOTON-Labor eingesetzten Technik liegt. Diese beträgt etwa 1,8 Prozent bezogen auf das Modulmessgerät.

Bei den ertragsschwächsten Modulen handelt es sich eher um solche Modelle, die schon vor mehreren Jahren auf dem Testfeld installiert wurden. Gegenüber dem erst 2010 installierten Spitzenreiter zeigt sich hier ein Minderertrag im Bereich von sechs bis zehn Prozent. Dafür bieten sich mehrere Erklärungen an. Zum einen die Tatsache, dass die Module nicht gereinigt werden, ihre Leistung nimmt also mit zunehmender Verschmutzung ab. Dabei ist dies kein Manko des Tests, sondern explizit so gewollt. Denn schließlich ist die Neigung eines Moduls, zu ver-



▲ Im Sonnensimulator hat das PHOTON-Labor das Schwachlichtverhalten der Module vermessen

schmutzen, auch eine seiner Eigenschaften. Je mehr Mühe der Hersteller sich gibt, seinem Modul schmutzabweisende Eigenschaften mit auf den Weg zu geben (Stichwort »Lotuseffekt«), desto eher kann er erwarten, dass seine Module auch nach Jahren noch gute Erträge liefern.

Natürlich können auch Alterungserscheinungen eine Rolle spielen. Manche Module leiden unter der sogenannten lichtinduzierten Degradation. Ein Effekt, der vor allem bei monokristallinen Solarzellen mit zu viel Sauerstoff im Silizium zu beobachten ist. Auch eindringender Wasserdampf oder gar Feuchtigkeit senken den Wirkungsgrad und damit den Ertrag. All diese Effekte sind aber verstanden und können bei Verwendung der richtigen Materialien und Herstellungsverfahren eliminiert werden. Fazit: Ein Modul kann, muss aber nicht degradieren. Ein degradierendes Modul stellt für den Betreiber einen erheblichen finanziellen Nachteil dar. Der PHOTON-Feld-

## JAHRESERTRAGSMESSUNG 2011: SO HABEN DIE TEILNEHMER ABGESCHNITTEN

Platz	Hersteller	Modultyp	Produktionsdatum <sup>1)</sup>	im Test seit	Performance Ratio	Ertrag normiert mit Pstc (kWh/kW)	Differenz <sup>2)</sup>
1	REC ASA	REC230AE <sup>1)</sup>	2007 bis 12/2010	2010	90,8%	1.150,4	-
2	Siliken SL	SLK60P6L 230Wp	k.A.	2009	89,6%	1.135,6	1,30%
3	Nexpower Technology Corp.	NT-125AX <sup>1)</sup>	2009 bis 03/2010	2010	89,6%	1.135,4	1,30%
4	CH Solar GmbH & Co. KG	CH Solar 180 mono <sup>1)</sup>	bis 2010	2010	89,1%	1.129,2	1,80%
5	CSG PV Tech Co. Ltd.	CSG180S1-35/36 <sup>5)</sup>	Jun-08	2010	89,0%	1.127,7	2,00%
6	CNPV Solar Power SA	CNPV-185M	2006	2010	88,8%	1.126,0	2,10%
7	Win Win Precision Technology Co. Ltd.	Winaico WSP-235P6	k.A.	2010	88,8%	1.125,2	2,20%
8	Solarworld AG	Sunmodule Plus SW 225 mono	2009	2010	88,7%	1.124,4	2,30%
9	Bisol d.o.o.	BMU-215-2/221	2007	2010	88,2%	1.119,0	2,70%
10	CSG PV Tech Co. Ltd.	CSG230M2-30 <sup>6)</sup>	06/2008	2010	88,2%	1.118,0	2,80%
11	Upsolar (Shanghai) Co. Ltd.	UP-M180M	2010 bis 06/2011	2010	88,1%	1.116,4	3,00%
12	Trina Solar Energy Co. Ltd.	TSM-225PC05	k.A.	2010	87,8%	1.112,6	3,30%
13	Conergy AG	Conergy PowerPlus 220P	2009	2010	87,7%	1.111,7	3,40%
14	Trina Solar Energy Co. Ltd.	TSM-180DC01	2007	2009	87,6%	1.110,6	3,50%
15	Aleo Solar AG	aleo S_18 225	2005	2010	87,6%	1.110,4	3,50%
16	Kioto Photovoltaics GmbH	KPV 210 PE <sup>1)</sup>	bis 2009	2009	87,4%	1.109,3	3,60%
17	Sunpeak / Alpeksolar <sup>10)</sup>	ALP235W <sup>1)</sup>	2009 bis 2010	2010	87,4%	1.106,8	3,80%
18	PV Power Technologies Pvt. Ltd.	PVQ3 220	2008	2009	87,3%	1.106,0	3,90%
19	Hanwha Solar One Co. Ltd. <sup>3)</sup>	SF160-24-1M175 (scac)	k.A.	2010	87,2%	1.105,3	3,90%
20	S-Energy Co. Ltd.	SM-220PA8	k.A.	2009	87,1%	1.104,0	4,00%
21	Win Win Precision Technology Co. Ltd.	Winaico WSP-230P6	2009	2009	87,0%	1.103,2	4,10%
22	Mage Solar AG	Mage Powertec Plus 225/6PJ	bis 06/2011	2009	86,9%	1.101,4	4,30%
23	Sonalis GmbH <sup>4)</sup>	SL-180CE-36M	k.A.	2010	86,8%	1.099,8	4,40%
24	Frankfurt Solar GmbH	FS215W-POLY	k.A.	2009	86,4%	1.095,2	4,80%
25	Perfectenergy (Shanghai) Co. Ltd.	PEM-180/185-72M-SCC	07/2008	2010	86,1%	1.091,7	5,10%
26	Shell Solar GmbH (jetzt Solarworld)	Shell SQ 150-C <sup>1)</sup>	bis 2005	2006	86,1%	1.091,0	5,20%
27	Emmvee Photovoltaics GmbH	ES-230P6 <sup>9)</sup>	2008 bis 12/2011	2010	86,1%	1.090,8	5,20%
28	Solarworld AG	Sunmodule Plus SW 210 poly <sup>7)</sup>	2004	2006	85,8%	1.087,6	6,00%
29	Sunrise Solartech Co. Ltd.	SRM 180D72-GE	k.A.	2009	85,6%	1.085,3	5,70%
30	First Solar Inc.	FS-265	2006 bis 2011	2007	85,5%	1.083,3	5,80%
31	Evergreen Solar Inc.	EC-120 <sup>1)</sup>	2004 bis 2006	2006	85,1%	1.079,1	6,20%
32	Sovello AG	Pure Power SV-X-200 (LV)	2009 bis 12/2011	2011	85,1%	1.079,0	6,20%
33	Shell Solar GmbH	Shell PowerMax Eclipse 80-C <sup>1)</sup>	2005 bis 2006	2007	84,9%	1.076,2	6,50%
34	Photowatt International SAS	PW 1650-175W	2005 (eingekauft)	2006	84,7%	1.073,7	6,70%
35	Solar-Fabrik AG	SF 130/4-130 <sup>1)</sup>	2006 bis 2010	2010	83,0%	1.051,9	8,60%
36	Canadian Solar Inc.	CS6A-170P	06/2007 (eingekauft)	2007	82,6%	1.047,4	9,00%
37	Isofoton SA	I-110/24 <sup>1)</sup>	bis 2005	2006	82,1%	1.041,0	9,50%
38	Hanwha Solar One Co. Ltd. <sup>3)</sup>	SF160 M5-24 (175 W) <sup>1)</sup>	k.A.	2007	81,8%	1.036,4	9,90%
39	Kyocera Corp.	KC170GT-2 <sup>1)</sup>	bis 2006	2006	81,7%	1.034,9	10,00%
40	Isofoton SA	IS-170/24 <sup>1)</sup>	2007	2009	81,0%	1.027,2	10,70%
41	Solar-Fabrik AG	SF 145A <sup>1)</sup>	2003 bis 2004	2005	80,3%	1.017,3	11,60%
42	Schott Solar AG	ASE-300-DG-FT (300 W) <sup>1)</sup>	1997 bis 2006	2007	80,3%	1.017,1	11,60%
43	Sunways AG	MHH plus 190 (190 Wp) <sup>1)</sup>	2003 bis 2005	2005	80,1%	1.015,5	11,70%
44	Evergreen Solar Inc.	ES-180-RL <sup>1)</sup>	2006 bis 2008	2007	79,8%	1.011,9	12,00%
45	BP Solar International Inc.	BP 7185 S <sup>1)</sup>	k.A.	2005	79,7%	1.003,9	12,70%
46	Sharp Corp.	NT-R5E3E <sup>1)</sup>	2003	2005	78,2%	990,9	13,90%

<sup>1)</sup> in wenigen Fällen war das Produktionsdatum nicht mehr zu ermitteln, hier haben wir das Datum unseres Einkaufs angegeben, sofern möglich <sup>2)</sup> wird nicht mehr hergestellt, <sup>3)</sup> prozentualer Abstand des jeweiligen Modultyps zum Erstplatzierten, <sup>4)</sup> für den Hersteller Ningbo Qixin Solar Electrical Appliance Co. Ltd., <sup>5)</sup> frühere Typenbezeichnung: CSG180S1-35/1589x807, <sup>6)</sup> frühere Typenbezeichnung: CSG230M2-30/1640x992, <sup>7)</sup> frühere Typenbezeichnung: SW 210 poly, <sup>8)</sup> frühere Typenbezeichnung: ES-200-P60(230), <sup>9)</sup> früherer Hersteller: Solarfun Power Holdings Co. Ltd., <sup>10)</sup> Hersteller Alpeksolar, Vertrieb durch Sunpeak-Vertrieb Unternehmensgruppe Ratio-Data

test soll daher auch aufzeigen, welche Module langzeitstabil sind.

Außerdem gibt es Hinweise darauf, dass das Schwachlichtverhalten neuerer Module besser ist. Das wiederum könnte in der Verbesserung von Herstellungsverfahren, etwa bei der Kantenisolierung der Zellen liegen. Module mit neuerer Technologie haben daher naturgemäß einen Vorteil gegenüber Modulen, die auf eher älteren Produktionsanlagen mit nicht so guten Herstellungsverfahren produziert worden sind.

Allerdings gibt es auch Ausnahmen von der Regel. Das Modul SQ 150-C der Shell Solar GmbH (die inzwischen in der Solarworld AG aufgegangen ist) befindet sich seit 2006 auf dem Testfeld, sein Ertrag kann jedoch mit vielen Modulen der Jahre 2009 und 2010 mithalten. Ähnliches gilt für ein Modul des Modells FS-265 der First Solar LLC, das seit 2007 vom PHOTON-Labor beobachtet wird.

Das Herkunftsland eines Solarmoduls scheint wenig Einfluss auf seinen Jahresertrag zu haben. Unter den Mo-

dulen der Spitzenklasse – Mindererträge von bis zu 3,5 Prozent – stammt etwa ein Drittel aus Europa und den USA, die übrigen zwei Drittel aus Asien. In der Mittelklasse – Mindererträge bis sechs Prozent – sieht es ähnlich aus.

Die Erträge wurden in der aktuellen Messkampagne ebenso wie in allen vorherigen auf die STC-Leistung der Module normiert. Diese hatte das PHOTON-Labor vor Beginn der Messungen bei den meisten Modulen im hauseigenen Sonnensimulator unter STC (25 Grad Celsi-



**13.–15. Juni 2012**

**Die weltweit größte  
Fachmesse der Solarwirtschaft  
Neue Messe München**

**2.400 Aussteller  
180.000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche  
80.000+ Besucher**

us, 1.000 Watt Einstrahlung in Modulebene, Spektrum AM 1,5) ermittelt. Lediglich bei Modulen, die vor Anschaffung des Sonnensimulators auf das Testfeld gekommen sind, wird als Bezugswert die vom Hersteller gemessene STC-Leistung herangezogen. Dies ist in der Tabelle entsprechend gekennzeichnet. Mit dieser Vorgehensweise schützen wir uns davor, dass Modulhersteller Einfluss auf das Testergebnis nehmen, indem sie uns im Rahmen der Testvereinbarung mit Modulen beliefern, deren Leistung am oberen Ende des positiven Toleranzbereichs liegt oder gar darüber hinausgeht. Eine Tendenz, die Toleranzen auszureizen, gibt es bei vielen Unternehmen aber dennoch: Viele der bei uns vermessenen Module wiesen bei der Leistungsvermessung höhere Leistungen auf als auf dem Typenschild angegeben. Für unser Messverfahren spielt das keine Rolle, weil wir uns grundsätzlich auf die bei uns gemessene STC-Leistung beziehen.

Da Kunden, die nicht PHOTON heißen, bei gleicher Nennleistung möglicherweise weniger STC-Leistung bekommen, verzichten wir vollständig auf die Angabe der Nennleistung in der Tabelle mit Messergebnissen. Ohnehin empfiehlt PHOTON, dass Installateure ihre Ware besser anhand der am Ende der Produktion gemessenen STC-Leistung, sprich nach Flasherliste, bezahlen als nach einer wie auch immer gearteten Nennleistung. Denn schließlich schuldet der Installateur seinem Kunden keine Nennleistungen (gegebenenfalls noch unter Abzug der Toleranz), sondern schlicht die Leistung als tatsächliche physikalische Leistung, die auch auf seiner Kundenrechnung steht.

Mit dem Ausbau des Testfeldes hat das PHOTON-Labor auch die Messverfahren verbessert: Jedes Modul ist mit einem eigenen Messgerät ausgestattet, das einmal pro

Sekunde dessen Strom-/Spannungskennlinie abfährt. Dabei werden 2.000 Datenpaare erzeugt. Je Modul fallen dabei pro Sekunde acht Kilobyte an Daten an. Hinzu kommen Temperatur-, Wind- und Einstrahlungsdaten, die auf dem Testfeld mit mehreren Wetterstationen gewonnen werden. Gemeinsam werden die Daten über eine Standleitung zu Servern im Labor übertragen und dort in Datenbanken überspielt. Für den Fall, dass die Datenleitung ausfällt – das ist durchaus schon passiert – werden die Messergebnisse im Modulmessgerät zwischengespeichert. Hierzu wurde jedem Messgerät ein eigener kleiner Linux-Rechner spendiert, der über 32 Gigabyte Flash-Speicher verfügt.

Bislang war es den Modulmessgeräten nicht möglich, die Kennlinie bestimmter Hochleistungsmodule sekundlich zu vermessen – das Messgerät war schlicht zu schnell für diese Module, die auf Änderungen beim Abfahren der Strom-/Spannungskurve aufgrund ihrer hohen parasitären Kapazität eher träge reagieren (PHOTON 12-2011). Davon betroffen waren vor allem die Produkte der Sunpower Corp. sowie der Sanyo Electric Co. Ltd. Durch eine Weiterentwicklung des Messgerätes ist diese Einschränkung nun Vergangenheit. Die neuen Modulmessgeräte können die Messgeschwindigkeit dem zu prüfenden Modul anpassen. Da sie überdies die Kennlinie in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung aufnehmen können, können sie die Richtigkeit der Messung auch selbstständig prüfen. Nur wenn beide Kurven übereinanderliegen, ist die Messung valide. Seit dem 1. Januar 2012 befinden sich daher auch Module von Sunpower auf dem Testfeld, zunächst im Versuchsbetrieb. Sobald die Messdaten aus den neuen Modulmessgeräten validiert worden sind, werden auch diese Messdaten in den Monatsauswertungen veröffentlicht.

| Andreas Rosenberger, Philippe Welter