



Foto: TÜV Rheinland

Der PV+Test beginnt mit einem Sonnenbad auf dem Dach des TÜV-Rheinland in Köln.

Modul-Bestenliste startet

Qualitätssicherung: PV+Test ist ein neues Qualitätssiegel, das Orientierung auf dem Modulmarkt bieten soll. Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend. Die meisten Module, die den unabhängigen Modultest durchlaufen haben, entsprechen den notwendigen Anforderungen. Doch in einigen Einzelwertungen zeigen sich deutliche Unterschiede.

Der eine Kunde legt vielleicht Wert auf den höchsten Ertrag seiner Photovoltaikanlage im ersten Betriebsjahr. Ein anderer mag sich Sorgen machen, ob die gelieferte Ware so gut aussieht wie im Katalog. Ein Dritter interessiert sich eventuell vor allem dafür, ob das Modul auch noch in Betriebsjahr 19 so viel Leistung bringt, wie er in seiner Renditerechnung veranschlagt hat. Am besten natürlich, wenn alle drei und noch viel mehr Kriterien erfüllt sind und man das entsprechende Produkt auch findet. Genau das ist aber kompliziert in einem Markt, in dem sich mehrere hundert Hersteller tummeln, die mehrere tausend Modultypen anbieten. Ohne Hilfe ist es kaum möglich, Module guter Qualität von solchen, bei denen sie fehlt, zu unterscheiden.

In diese Orientierungslücke stößt PV+Test, ein Modultest von TÜV Rheinland und dem Unternehmen Solarpraxis, das unter anderem die **photovoltaik** mit herausgibt. PV+Test hat rund 25 Werte an den Modulen gemessen und zusätzlich eine Fülle von weiteren Eigenschaften bewertet (siehe Glossar Seite 74). Es sind nicht die ersten Tests am Markt. Doch eines macht sie besonders. Am 5. März 2009 trafen sich auf Einladung der Solarpraxis im beschaulichen Bad Staffelstein erstmals rund 35 Experten von Forschungsinstituten, Zertifizierern und Herstellern und haben darüber beraten und abgestimmt, nach welchen Kriterien der Test ablaufen sollte. „Es ging darum festzulegen, was die Kriterien zur Beschreibung eines guten Moduls

sind und wie sie getestet werden müssen“, erinnert sich Willi Vaaßen, Geschäftsfeldleiter Regenerative Energien beim TÜV Rheinland. Niemand war ausgeschlossen. Es waren alle Experten auf dem Gebiet aus den wichtigsten Firmen, Forschungseinrichtungen, Verbänden und Institutionen zu diesem Industriebeirat eingeladen.

Das Demokratieexperiment brachte vor allem hervor, dass ein Test, soll er wirklichen Service bieten, einigermaßen umfassend sein muss. Der Test muss Qualität sichtbar machen. „Wenn diese Qualitätsaussage reduziert wird auf einzelne Kriterien wie die Leistung, dann ist das ganz schlecht“, erklärt Vaaßen. Deshalb bewertet PV+Test nicht nur die Leistung, sondern auch die elektrische

Sicherheit, die Alterungsbeständigkeit nach Klimatests und mechanischen Belastungen, die Dokumentation und die Verarbeitung. Bei einigen Kriterien geht der Test außerdem über die Anforderungen der Normen hinaus.

Verschärfte Bedingungen

Das gilt zum Beispiel für die Alterungsbeständigkeit. Dafür erhöht PV+Test die Zeit, die die Module in Klimakammern einer extrem feuchten und warmen Atmosphäre ausgesetzt werden, von den nach IEC geforderten 1.000 Stunden auf 1.500 Stunden. Damit lässt sich leichter die Spreu vom Weizen trennen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Modul, das diesen Test gut besteht, in der Praxis 20 Jahre lang ohne große Leistungsdegradation seinen Dienst tut, ist nach allem, was man weiß, höher, als wenn es in diesem Test schlecht abschneidet (siehe **photovoltaik** 12/2010, Seite 60). Alle bisher getesteten Module haben diese zusätzlichen Härte-tests bestanden.

Für Installateure dürfte auch der Test interessant sein, mit dem die Schärfe der Kanten beurteilt wird; er ist bei den IEC-Normen nicht vorgesehen. Scharfe

Kanten sind jedoch ein Risiko, weil man sich bei der Montage leicht daran verletzen kann. Von den bisher getesteten Modulen sind drei davon betroffen, allerdings nur eines von den Modulen, deren Tests in der ersten PV+Test-Runde veröffentlicht werden.

Da insbesondere die Alterungsbeständigkeitstests in Klimakammern, die sich in der Gesamtheit über drei Monate hinziehen, viel Geld kosten, können sie nur von den Herstellern selbst finanziert werden. Trotzdem soll die Unabhängigkeit der Tests gewahrt bleiben. Das geschieht über die besondere Struktur, und dafür steht das Testlabor des TÜV Rheinland. PV+Test schließt Verträge mit den Herstellern, in denen diese sich verpflichten, die Kosten zu übernehmen, ohne dass sie auf die Ergebnisse Einfluss nehmen können. Sie können am Ende lediglich die Veröffentlichung ganz ablehnen. Die Note wird aber trotzdem in den Notenspiegel aufgenommen. An ihm sieht man, wie viele Module bisher im Test waren. PV+Test ist also eine Bestenliste. Wie gut die veröffentlichten im Vergleich zu den nicht veröffentlichten Modulen sind, zeigt der Notenspiegel.

Unabhängiger Modultest
von Solarpraxis
und TÜV Rheinland

PV+Test

GUT

photovoltaik 02/2011

So sieht das neue Gütesiegel für Module aus.

In der ersten Testrunde – weitere werden folgen und ab jetzt kontinuierlich veröffentlicht – wurden acht Module untersucht. Alle erfüllen die Mindestvoraussetzung: Sie haben die nötigen Zertifikate. Dazu zählen besonders EN IEC 61215, das ist die Bauartzertifizierung, die eigentlich bereits einen Qualitätsstandard festlegen soll, und EN IEC »

SunArise
Ewald Babi Vertriebs GmbH
Hengersbergerstraße 53, 94469 Deggendorf
Tel.: +49 991-37191861, Fax: +49 991-37191860
E-Mail: info@sunarise.de
www.sunarise.de

SunArise
ERNEUERBARE ENERGIE

Das clevere Dach

Warmwasser + Strom = eine Anlage

Das Twin-Set ist die optimale Umsetzung der solaren Energiegewinnung.

Beide Energiegewinnungsformen, Solarthermie + Photovoltaik, werden technisch und optisch zu einer cleveren Dachlösung verschmolzen.

Foto: Conergy



Im Test: Conergy PowerPlus 225P

Das Conergy-Modul PowerPlus 225P ist eine Weiterentwicklung eines polykristallinen Moduls, das 2007 auf den Markt kam. Nach Angaben des Herstellers ist es für alle Segmente geeignet, also für kleine und mittlere Hausdächer (Residential), für größere Gewerbegebäude (Commercial) und für Großprojekte. Es zeichne sich unter anderem durch ein besonders gutes Schwachlichtverhalten aus. Außerdem sei der Ertrag sehr gut, da das strukturierte Solarglas sehr reflexionsarm sei. Die Kontakte in der Anschlussdose seien alle vollautomatisch gelötet, was für eine gute Qualität zeuge. Ein weiterer Vorteil ist laut Conergy, dass das Modul hochkant und quer montiert werden kann, was dem Installateur eine größere Flexibilität gebe. Es habe den Ammoniaktest der Deutschen Gesellschaft für Landwirtschaft bestanden, so dass es auch für landwirtschaftliche Betriebe geeignet sei. Das Modul hat außerdem einen Steckverbinder, der sich per Drehverriegelung sichern lässt. Rund 250 Megawatt des Moduls seien bereits verbaut worden.

hat“, sagt Vaaßen, dessen Mitarbeiter auch häufig als gerichtlich bestellte Sachverständige unterwegs sind. „Diese Produkte hatten die Zertifikate.“ Zu solchen Problemen kommt es auch, weil Hersteller die Module nur zum Teil den Serienfertigungen entnehmen oder sie absichtlich besonders gute Module auswählen. Dadurch sagen Zertifikate nicht immer etwas darüber aus, ob die Module aus der Serienfertigung, die später in den Lagern der Händler, bei den Installateuren und am Ende auf den Dächern landen, wirklich den Qualitätsanforderungen entsprechen.

Zertifikate reichen nicht

Es kommt zum Beispiel auch vor, dass Module ausgeliefert werden, bei denen andere Komponenten, also etwa Folien oder Zellen, verwendet werden, als bei der Zertifizierung zugelassen wurden. „Wir wissen dann nicht, ob sie geeignet

61730, die die Prüfung für die elektrische Sicherheit definiert.

Alleine auf die Zertifikate kann man sich als Kunde allerdings nicht verlassen.

„Wir haben Module gesehen, die schon nach drei Jahren Leistungsminderungen von 30 Prozent hatten oder bei denen sich das äußere Erscheinungsbild verändert

Notenspiegel

Getestete Module: 8

sehr gut	sehr gut (-)	gut (+)	gut	gut (-)	befriedigend (+)	befriedigend	ausreichend	mangelhaft
0	2	2	2	1	0	0	1	0

Ergebnisse	PV+Test	Schott Solar SCHOTT POLY 290	Sharp NU-180E1	Mitsubishi Electric PV-TD185MF5
Land der Herstellung		Deutschland	Japan	Japan
Größe (Millimeter)		1.685 x 1281 x 50	1.318 x 994 x 46	1.658 x 834 x 46
Gewicht (Kilogramm)		41,5	16,0	17,0
Zellenart		Polykristalline 6“-Zellen	Monokristalline 6“-Zellen	Polykristalline 6“-Zellen
Modulbauart		Glas/EVA/Zelle/EVA/Glas	Glas/EVA/Zelle/EVA/Folie	Glas/EVA/Zelle/EVA/Folie
Angegebene Leistung (Watt)		290	180	185
Leistungstoleranz (negativ/positiv, umgerechnet auf Prozent)		-0/nicht spezifiziert	-5/+10	-3/nicht spezifiziert
Einzelbewertungen				
Leistungsparameter (20 %)		+++	+	+
Alterungsbeständigkeit (25 %)		+++	++	++
Dokumentation (15 %)		+++	+++	+++
Elektrische Sicherheit (25 %)		+++	+++	+++
Verarbeitung (10 %)		++	+++	+
Gewährleistung und Montagefreundlichkeit (5 %)		+	+++	++
Gesamtbewertung				
Ergebnisse konform zu IEC 61215 und IEC 61730		ja	ja	ja
Gesamtbewertung (maximal 100 Punkte)		91,3	90,7	89,0
Note		sehr gut (-)	sehr gut (-)	gut (+)

Der Test verlief in den Augen der PV+Test-Experten sehr positiv. Die meisten Module erhielten „gut“ und „sehr gut“ und entsprechen dem Stand der Technik. Nur ein Modul wurde mit „ausreichend“ getestet. Dessen Hersteller lehnt ebenso wie einer, dessen Modul mit „gut“ getestet wurde, eine Veröffentlichung ab. Der Gesamtbewertung liegt eine Vielzahl von Messungen beim TÜV Rheinland zugrunde, die nicht alle in die Tabelle aufgenommen, aber teilweise in den Einzeldarstellungen auf den nächsten Seiten nachzulesen sind (siehe auch Glossar Seite 74). Jede Messung wird mit einer Punktzahl zwischen null und zehn bewertet und geht unterschiedlich gewichtet in das Gesamtergebnis ein. Die Noten ergeben sich aus der Gesamtpunktzahl wie folgt: $\geq 90\%$ der Maximalpunktzahl -> sehr gut | $\geq 80\%$ -> gut | $\geq 70\%$ -> befriedigend | $\geq 50\%$ -> ausreichend | $< 50\%$ -> mangelhaft. Die Bewertungen in den



Rund 25 Messwerte nehmen die Experten an einem Modultyp auf. Mit dieser Fingeratruppe testen sie, wie hoch das Risiko ist, dass sich Installateure an scharfen Kanten verletzen.

sind“, sagt Vaaßen. Auch im Test haben sich die Experten gewundert, dass in den fünf Modulen eines Herstellers im Test drei verschiedene Rückseitenfolien zum Einsatz kommen. Allerdings hat PV+Test beim Hersteller nachgefragt, und es zeigte sich, dass in diesem Fall alle drei

verwendeten Rückseitenfolien zertifiziert waren.

Projektierer und Investoren, die große Solarparks bauen, kennen das Problem. Die Zertifikate sind zwar die Mindestvoraussetzung dafür, dass sie eine Finanzierung auf die Beine stellen können. »

Conergy PowerPlus 225P	Sovello SV-X-195-fa1	Perfect Solar PS230-6P-TOP
Deutschland	Deutschland	Deutschland/OEM (Originalhersteller in Taiwan)
1.651 x 986 x 46	1.650 x 951 x 46	1.663 x 997 x 39
19,6	18,6	22,0
Polykristalline 6“-Zellen	Zellen nach dem String-Ribbon-Verfahren	Polykristalline 6“-Zellen
Glas/EVA/Zelle/EVA/Folie	Glas/EVA/Zelle/EVA/Folie	Glas/EVA/Zelle/EVA/Folie
225	195	230
-0/+2,5	-0/+2,6	-3/+3
+++	++	+
+	+	+
+++	+++	+
+++	++	++
++	o	++
+++	+++	++
ja*	ja	ja
88,1	84,3	80,0
gut (+)	gut	gut (-)

Unterpunkten erfolgen entsprechend mit +++ | ++ | + | o | -. Die Gewichtung der Unterpunkte im Gesamtergebnis wurde im Industriebeirat beschlossen. *: Conergy: Bei der Isolationsmessung nach dem Temperaturwechsel kam es bei einem der zwei Module in diesem Test zu einem Kriechstrom am Stecker, was nach IEC-Norm nicht geschehen darf. Die Wiederholungsmessung war jedoch erfolgreich, siehe Text. PV+Test ist urheberrechtlich geschützt, und die Tabelle darf nur mit Zustimmung der Solarpraxis AG und des TÜV Rheinland weiterverbreitet werden.

TRIC

Sicherheit durch Perfektion

Für jedes Dach die perfekte Lösung
TRIC Aufdach



www.tric-montagesystem.de

Das TRIC Montagesystem erhalten Sie bei den TRIC-Kooperationspartnern: Wagner & Co und Frankensolar


Wagner & Co

**FRANKEN
SOLAR** 



Im Test: Mitsubishi Electric PV TD 185 MF5

Das polykristalline Modul von Mitsubishi ist seit dem zweiten Quartal 2008 auf dem Markt und hat eine Nennleistung von 185 Watt. Es sind nach Angaben des Herstellers schon Module mit insgesamt mehr als 100 Megawatt Leistung installiert worden. Es ist das Modell von Mitsubishi für den universellen Einsatz, in Abgrenzung zu den Modellen für den ökonomischen und den Modellen für den designorientierten Einsatz. Mitsubishi legt nach eigenen Angaben einen sehr großen Wert auf die elektrische Sicherheit. Deshalb habe das Modul für jeden der beiden elektrischen Anschlüsse eine eigene Anschlussdose. Sie seien jeweils mit einem nicht brennbaren Material vergossen. Insgesamt kommen dabei drei Bypassdioden zum Einsatz. Für die mechanische Steifigkeit hat das Modul auf der Rückseite eine Querstrebe. Daran befinden sich Kabelklipps, die dem Installateur die Arbeit erleichtern. Außerdem sei dem Unternehmen eine umweltbewusste Herstellung sehr wichtig. Das Modul sei deshalb mit bleifreiem Lot gearbeitet und konform zur RoHS-Richtlinie der EU.

Sie schauen in der Regel aber genauer hin, um zu entscheiden, welche Module sie verwenden. Meistens überprüfen sie die Leistung, manchmal testen sie auch die Alterungsbeständigkeit. Das erwarten nicht zuletzt die Banken, die die Anlagen finanzieren und ein großes Interesse daran haben, dass die Module die erwartete Lebensdauer auch wirklich überstehen.

Kunden, die sich diese Untersuchungen nicht leisten können, mussten bisher den Herstellern vertrauen. Um auch für

diese Zielgruppe eine Aussage über die Qualität der Module auf dem Markt zu bekommen, kauft PV+Test fünf Module des zu testenden Typs so ein, wie es auch die Kunden tun, ohne dass es der Hersteller weiß oder steuern kann. Die Untersuchungen zeigen also, ob die Zertifikate dieser Module für dauerhafte Qualität stehen oder ob es sich um leere Versprechungen der Hersteller handelt. Das ist natürlich auch relevant für die finanzstarken Investoren, die eine Vorauswahl von zu evaluierenden Modulen treffen.

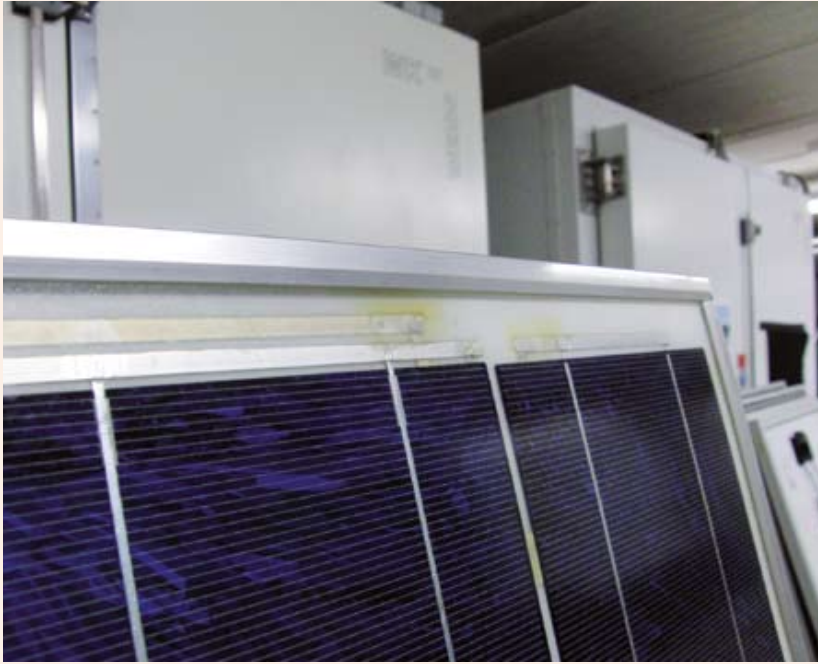
Die Tests der ersten Runde zeigen, dass die meisten Module wenigstens die Mindestvoraussetzungen erfüllen. Nur eines fällt aus der Reihe. Es schnitt in fast allen sechs Bewertungskategorien schlecht ab. Außerdem entwickelten sich beim Feuchte-Wärme-Test starke Blasen, und auch das Elektrolumineszenzbild, auf dem man die Funktionstüchtigkeit der Zellen erkennt, zeigte große Fehler. Der Hersteller wünscht verständlicherweise keine Veröffentlichung. Alle anderen Module erreichten „gut“ oder „sehr gut“. Auch wenn sich Hersteller verständlicherweise ärgern, dass ihre Module nicht mit „sehr gut“ abschlossen – nichts spricht dagegen, ein Modul zu kaufen, nur weil es mit „gut“ bewertet wurde. Trotzdem war einem Teilnehmer gut nicht gut genug. Er verzichtet auch auf die Veröffentlichung seiner Ergebnisse.

Die Testergebnisse im Detail

Auch bei einem der wichtigsten Werte, der Abweichung von der angegebenen Leistung, ist nur Positives zu vermelden. Die Leistungswerte lagen durchgehend innerhalb der von den Herstellern angegebenen Bereiche. Die Leistung eines Moduls ist zwar nicht allein entscheidend, aber sehr wichtig. Deshalb bewertet PV+Test zum einen, ob sie innerhalb

Detailtabelle	PV+Test	Schott Solar SCHOTT POLY 290	Sharp NU-180E1	Mitsubishi Electric PV-TD185MF5
Leistungsparameter				
Angegebene Leistung (Watt)		290	180	185
Leistungstoleranz (negativ/positiv, umgerechnet auf Prozent)		-0/nicht spezifiziert	-5/+10	-3/nicht spezifiziert
Abweichung der gemessenen Leistung von der angegebenen Leistung (Prozent)		+2,6	-2,3	-2,0
Gemessene Leistung innerhalb der angegebenen Leistungstoleranz		ja	ja	ja
Wirkungsgrad bei Standardtestbedingungen (1.000 Watt pro Quadratmeter Einstrahlung, 25 Grad Celsius, gemessen) (Prozent)		13,8	13,4	13,1
Relative Wirkungsgradminderung bei Schwachlicht (200 Watt pro Quadratmeter Einstrahlung, gemessen) (Prozent)		-2,0	2,1	-0,9
Temperaturkoeffizient (Prozent)		-0,462	-0,424	-0,490
Relative Wirkungsgradminderung bei 50 Grad (Temperaturkoeffizient gemessen) (Prozent)		-11,55	-10,60	-12,25
Füllfaktor (Prozent)		73,3	69,1	72,4
Bewertung				
Leistungsabweichung		+++	++	++
Schwachlichtverhalten		++	+++	+++
Temperaturverhalten		-	++	-
Leistungsparameter insgesamt		+++	+	+

Die Bewertung der Leistungsparameter geht mit 20 Prozent in die Gesamtwertung ein (siehe Tabelle Seite 62). Die einzelnen Messwerte werden im Glossar ab Seite 74 erläutert. PV+Test ist urheberrechtlich geschützt, und die Tabelle darf nur mit Zustimmung der Solarpraxis AG und des TÜV Rheinland weiterverbreitet werden.



Bei diesem Modul verfärbten sich in der Klimakammer die String-Fixier-Bänder.

des Toleranzbereichs liegt, den der Hersteller angegeben hat. Wenn nicht, gibt es null Punkte.

Aber auch wenn die Leistung im angegebenen Toleranzbereich liegt, wird besser bewertet, wenn sie im oberen Bereich liegt, als wenn sie nach unten abweicht. Unter Umständen können sich in einer

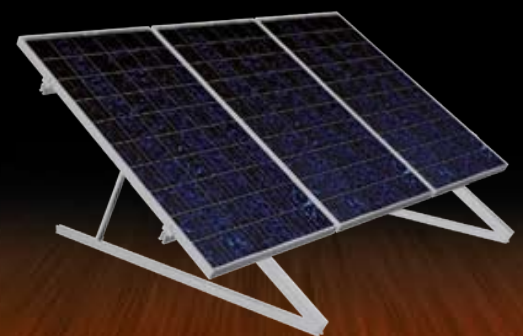
gelieferten Charge von Modulen die Abweichungen von schlechteren und besseren Modulen zwar rechnerisch ausgleichen. So gibt zum Beispiel Mitsubishi Electric an, dass die Module, die man im Doppelpack in einem Paket kauft, im Mittelwert genau der Nennleistung entsprechen. Wenn das eine Modul »

	Conergy PowerPlus 225P	Sovello SV-X-195-fa1	Perfect Solar PS230-6P-TOP
	225	195	230
	0/+2,5	0/+2,6	-3/+3
	+2,0	+0,3	-1,9
	ja	ja	ja
	14,1	12,5	13,6
	-2,1	-0,5	-1,0
	-0,419	-0,491	-0,468
	-10,48	-12,28	-11,70
	73,9	70,6	73,3
	+++	+++	++
	+	+++	++
	+++	-	-
	+++	++	+

TRIC

Perfektion kann man nicht simulieren

Für jedes Dach die perfekte Lösung
TRIC Aufständering



www.tric-montagesystem.de

Das TRIC Montagesystem erhalten Sie bei den TRIC-Kooperationspartnern: Wagner & Co und Frankensolar


Wagner & Co

**FRANKEN
SOLAR** 



Foto: TÜV Rheinland

Im Test: Perfect Solar PS 230-6P-TOP

Das Modul von Perfect Solar hat eine Nennleistung von 230 Watt und ist 1,66 Quadratmeter groß. Es ist nach Angaben des Herstellers seit Ende 2008 am Markt. Bisher seien Module mit einer Leistung von acht bis zehn Megawatt verkauft worden. Es könne auf Dachflächen sowie Freiflächen montiert werden. Das Modul sei mit einer sogenannten Top-Nano-Beschichtung veredelt. Dadurch werde der Lotusblüten-Effekt nachempfunden. Das habe zur Folge, dass das Modul schmutzabweisend sei, was sich positiv auf den Ertrag auswirke. Perfect Solar versichert, dass das Modul schwermetalldfrei und damit recycelbar sei. Es sei mit deutscher Technologie hergestellt. Das bedeutet nach Aussage von Perfect Solar, dass ein Unternehmen in Taiwan die Modulproduktion übernehme und mit Maschinen und Materialien aus Deutschland arbeite.

aller Module. Weil das schlechteste Modul in einem String die Leistung der anderen beeinflusst, bewertet PV+Test auch den Toleranzbereich, den Hersteller angeben.

Vier der getesteten Module werden mit einer sogenannten Positivtoleranz geliefert. Der Hersteller verspricht, dass kein Modul schlechter ist als die angegebene Nennleistung. Das wirkt sich auf den Anlagenenertrag positiv aus, und deshalb gibt PV+Test dafür mehr Punkte als für Module, bei denen als Untergrenze für die Leistung der gelieferten Module drei Prozent unterhalb der Nennleistung angegeben sind. Nur ein Modul hat einen noch größeren Toleranzbereich zu niedrigeren Leistungswerten. Sharp gibt für sein Modul, das insgesamt sehr gut abgeschnitten hat, als Untergrenze fünf Prozent unter der Nennleistung an. Es ist das einzige monokristalline Modul in der ersten Testrunde.

nach unten abweicht, weicht das andere entsprechend nach oben ab.

Aber auch wenn sich Module mit hohen und Module mit niedrigeren Leistungen rechnerisch ausgleichen – in einer

Anlage, in der die Module in der Regel in Reihe verschaltet werden, zählt nicht der Mittelwert. Dort beschränkt der Strom durch das schlechteste Modul den Gesamtstrom und damit die Leistung

Detailtabelle	PV+Test	Schott Solar SCHOTT POLY 290	Sharp NU-180E1	Mitsubishi Electric PV-TD185MF5	Conergy PowerPlus 225P
Alterungsbeständigkeit					
Relative Leistungsdegradation					
Temperaturwechseltest (Prozent)		-2,3	-1,1	-0,2	-3,8
Feuchte-Wärme-Test, 1.000 h (Prozent)		0,9	-3,1	-0,8	-1,2
Zusätzliche relative Leistungsdegradation Feuchte-Wärme-Test, 1.500 h (Prozent)		-1,0	-0,2	0,4	-1,0
Mechanischer Belastungstest 2.400 Pascal (Prozent)		-0,7	-0,3	-1,5	-0,6
Mechanischer Belastungstest, sehr hohe Belastung (5.400 Pascal) (Prozent)		0,2	-0,3	-1,0	-0,8
Bewertung					
Temperaturwechseltest		++	+++	+++	o
Feuchte-Wärme-Test, 1.000 h		+++	+	++	++
Feuchte-Wärme-Test, 1.500 h		+++	+++	+	+
Mechanischer Belastungstest (2.400 Pascal)		++	+++	+++	+++
Mechanischer Belastungstest, sehr hohe Belastung (5.400 Pascal)		+++	+++	+++	++
Auffälligkeiten		keine	keine	Beim Feuchte-Wärme-Test wurden die String-Fixier-Klebebänder sichtbar, nach 1.500 Stunden wurde eine leichte Vergilbung der Rückseitenfolie sichtbar.	Bei der Isolationsmessung nach dem Temperaturwechsel kam es bei einem der zwei Module in diesem Test zu einem Kriechstrom am Stecker, was nach IEC-Norm nicht geschehen darf. Die Wiederholungsmessung war jedoch erfolgreich, siehe Text. Nach 1.500 Stunden Feuchte-Wärme war der Dosenverguss angegriffen.
Bewertung Alterungsbeständigkeit		+++	++	++	+

Die Bewertung der Alterungsbeständigkeit geht mit 20 Prozent in die Gesamtwertung ein (siehe Tabelle Seite 62). Die einzelnen Messwerte – neben den aufgeführten Leistungsdegradationsdaten spielen noch etliche Isolationsmesswerte eine Rolle – werden im Glossar ab Seite 74 erläutert. PV+Test ist urheberrechtlich geschützt, und die Tabelle darf nur mit Zustimmung der Solarpraxis AG und des TÜV Rheinland weiterverbreitet werden.



Mit dem Flasher überprüfen die Experten die Leistungsparameter.

Allerdings zählt nicht nur die Nennleistung. Denn sie wird im Labor mit einer Strahlungsintensität von 1.000 Watt pro Quadratmeter gemessen. In Deutsch-

land erreicht die Sonne diesen Wert nur an guten Sonnentagen um die Mittagszeit. Deshalb ist auch die Leistung des Moduls bei geringer Sonnenstrahlung »

Sovello SV-X-195-fa1

Perfect Solar PS230-6P-TOP

-5,3

-2,0

-2,5

-0,4

-0,3

-1,9

-2,1

-1,8

-0,6

-3,5

o

++

++

+

++

o

+++

++

++

++

Nach dem mechanischen Belastungstest bei 5.400 Pascal ergab sich ein zu niedriger Isolationswert bei Benässung. Die Wiederholungsmessung war jedoch erfolgreich, siehe Text. Nach dem Feuchte-Wärme-Test kam es zu einer Korrosion der Lötunkte der Zell-/Stringverbinder.

Bei den Feuchte-Wärme-Tests kam es zur Vergilbung an der Rückseite.

+

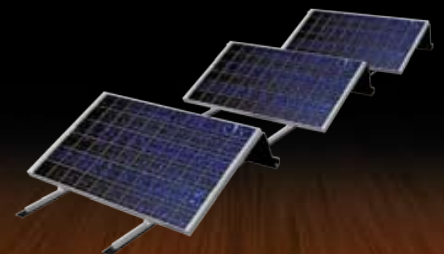
+

TRIC

Perfektion hat einen Namen

Für jedes Dach die perfekte Lösung

TRIC Flachdach



www.tric-montagesystem.de

Das TRIC Montagesystem erhalten Sie bei den TRIC-Kooperationspartnern: Wagner & Co und Frankensolar


Wagner & Co

**FRANKEN
SOLAR** 

Foto: Schott Solar



Im Test: Schott Solar Schott Poly 290

Das Schott Poly 290 mit einer Nennleistung von 290 Watt ist seit 2008 auf dem Markt. Es besitzt 80 polykristalline Zellen und ist das einzige Modul im Test, das nicht nur auf der Vorderseite durch eine Glasscheibe geschützt ist, sondern auch auf der Rückseite. Dadurch ist es nach Aussage von Schott Solar besonders gut gegen widrige Umgebungsbedingungen geschützt. Glas sei eben undurchlässig für Wasser, Wasserdampf, Säuren, Ammoniak, Öle und Lösungsmittel. Auch für Gebiete mit hohen Schnee- und Windlasten sei es geeignet. Das Modul zeichne sich durch eine hohe Langzeitstabilität aus. Das sei grundsätzlich in allen Marktsegmenten, also Residential, Commercial und Freifläche, interessant. Trotz des im Vergleich zu Modulen, die auf der Rückseite eine deutlich leichtere Folie haben, höheren Gewichts werde das Poly 290 auch im Aufdachbereich installiert. Nach Angaben des Herstellers wurden Module dieses Typs mit einer Leistung von 50 Megawatt verkauft. Es ist das Nachfolgeprodukt des Moduls ASE 260, von dem über 100 Megawatt produziert worden seien. Im Juli 2010 hat Schott eine lineare Leistungsgarantie eingeführt mit dem Endpunkt von 82,5 Prozent der Nennleistung nach 30 Jahren. Im Mai bringt Schott Solar eine kleinere Variante des Moduls auf den Markt, das Poly 185.

wichtig. Sie sinkt in der Regel überproportional, wie sehr, zeigt sich am besten am Wirkungsgrad. Beim schlechtesten Modul sinkt er bei schwacher Lichteinstrahlung von nur 200 Watt pro Quadratmeter um 4,5 Prozent im Vergleich zu einer Einstrahlung von 1.000 Watt pro Quadratmeter (dieses mit „ausreichend“ bewertete Modul ist in der Bestenliste nicht veröffentlicht). Es gibt sogar Module, die bei Schwachlicht besser werden. Das ist beim Sharp-Modul der Fall. Ein sehr gutes Schwachlichtverhalten haben auch die Module von Mitsubishi Electric und Sovello. Ihr Wirkungsgrad sinkt um weniger als ein Prozent.

Mindestens ebenso wichtig wie das Schwachlichtverhalten ist die Änderung des Wirkungsgrads bei hohen Temperaturen. Die Nennleistung wird bei 25 Grad gemessen. Die Betriebstemperatur »

	Schott Solar SCHOTT POLY 290	Sharp NU-180E1	Mitsubishi Electric PV-TD185MF5
Dokumentation			
IEC 61215/IEC 61730/CE-Kennzeichnung	+/+/+	+/+/+	+/+/+
Auffälligkeiten	keine Erdungsanweisungen, Verschaltungsinformation unzureichend	keine Angaben zum Schwachlichtverhalten, Werte bei NOCT fehlen	keine Angaben zum Schwachlichtverhalten, Werte bei NOCT fehlen, Verschaltungsinformation unzureichend
Bewertung	+++	+++	+++
Elektrische Sicherheit			
Ergebnis erfüllt Anforderung der Sicherheitsnorm IEC 61730	ja	ja	ja
Auffälligkeiten	keine	keine	keine
Bewertung	+++	+++	+++
Verarbeitung			
Scharfe Kanten (Test nach UL)	nein	nein	ja
Optische Auffälligkeiten	Bändchen nicht deckend (> 1 mm), Stringversatz (ca. 2 mm), kleinere Fremdkörpereinschlüsse	Lötspitzen, die sich in die Rückseitenfolie drücken, kleinere Fremdkörpereinschlüsse	Bändchen nicht deckend (> 1 mm)
Elektrolumineszenz	o	+++	+++
Bewertung	++	+++	+
Gewährleistung und Montagefreundlichkeit			
Produktgewährleistung	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Leistungsgarantie 90 %/80 %	10 Jahre/20 Jahre	10 Jahre/25 Jahre	10 Jahre/25 Jahre
Besonderheiten Garantiebedingungen		keine Angaben zu Geld-zurück-Ansprüchen	
Bemerkungen	groß und schwer (41 kg)		Das Modul ist bleifrei gelötet, was ökologisch ein großer Pluspunkt ist.
Bewertung	+	+++	++

Elektrische Sicherheit geht mit 25 Prozent, Verarbeitung mit 10 Prozent und Garantiebedingungen und Montagefreundlichkeit mit 5 Prozent in die Gesamtwertung ein (siehe Tabelle Seite 62). Die einzelnen Messwerte werden im Glossar ab Seite 74 erläutert. PV+Test ist urheberrechtlich geschützt, und die Tabelle darf nur mit Zustimmung der Solarpraxis AG und des TÜV Rheinland weiterverbreitet werden.

Foto: Sharp



Im Test: Sharp NU-180E1

Das monokristalline Modul von Sharp hat eine Nennleistung von 180 Watt und ist seit 2007 auf dem Markt. Seitdem sind nach Angaben des Herstellers Module dieses Typs mit einer Leistung von insgesamt 180 Megawatt verbaut worden. Es sei für Einsatzbereiche mit hohem Leistungsbedarf ausgelegt und universell verwendbar. Die Zelloberfläche sei so strukturiert, dass das Modul hohe Erträge verspreche. Sharp verwendet vergütetes Weißglas. Die Entwicklung basiere auf 50 Jahren Erfahrung im Photovoltaikbereich. Aus der gleichen Reihe wie das getestete Modul bietet der Hersteller noch ein 185-Watt-Modell an. In der Zwischenzeit hat Sharp eine kleine Änderung am Modulrahmen vorgenommen, durch die das Modul etwas leichter geworden ist (neue Bezeichnung NU-180E1H).

Conergy PowerPlus 225P	Sovello SV-X-195-fa1	Perfect Solar PS230-6P-TOP
+ / + / +	+ / + / +	+ / + / -
unzureichende Angaben zur Erdung	keine Angaben zum Schwachlichtverhalten und Schutzklasse	keine Angaben zur Schutzklasse, Leistungstoleranzen und Sicherheitswarnungen nach IEC 61730
+++	+++	+
ja	ja	ja
keine	keine	keine
+++	++	++
nein	nein	nein
Bändchen nicht deckend (<= 1 mm)	Bändchen nicht deckend (> 1 mm), Stringversatz (ca. 1 mm), kleinere Fremdkörpereinschlüsse	Bändchen nicht deckend, kleinere Fremdkörpereinschlüsse
o	-	-
++	o	++
5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
12 Jahre 92 %/25 Jahre	10 Jahre/25 Jahre	10 Jahre/25 Jahre
Im Datenblatt sind bis zu 10 Jahre Produktgewährleistung angeben, nicht aber in den Gewährleistungsbedingungen.		fachliche Mängel im Gewährleistungszertifikat
		Gewicht größer als 20 kg
+++	+++	++



Wir denken solar.



- Fachgroßhandel für Photovoltaik
- Schlüsselfertige PV-Großprojekte
- Fachgroßhandel für Solarwärme und Heizen mit Holz



SunEye210
exklusiv bei soleg

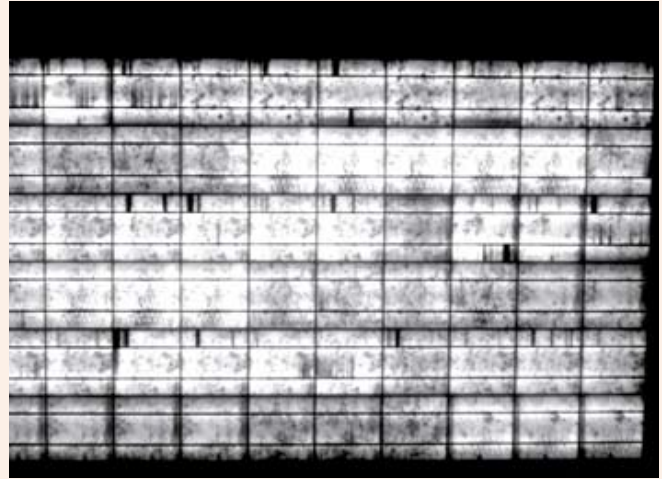
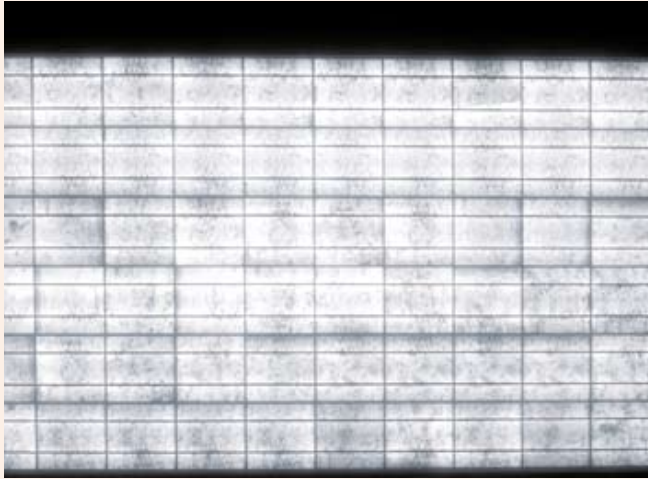
soleg

ENERGIE AUS SONNE

SÜD: Technologiecampus 6
94244 Teisnach
Tel. 09923 80106-0

NORD: Lohwall 10
48249 Dülmen
Tel. 02594 8909443
info@soleg.de www.soleg.de





Im Elektrolumineszenzbild erscheinen Zellen hell, wo sie funktionstüchtig sind. Das linke Bild zeigt ein intaktes Modul, das rechte ein geschädigtes.

besonders im Sommer liegt in der Regel um die 50 Grad. Der Wirkungsgrad und die Leistung sinken in diesem Fall bei dem Modul von Sharp, das am wenigsten auf Wärme empfindlich ist, um 10,6 Prozent. Bei dem in dieser Kategorie schlechtesten Modul sind es 1,7 Prozentpunkte mehr. Das reduziert den auf die Nennleistung der Anlage bezogenen Ertrag, wenn die Zellen oft entsprechend warm sind.

Hürde Alterungsbeständigkeit

Bei dem Alterungsbeständigkeitstest konnte besonders das einzige Modul im Test punkten, das auf der Vorder- und auf der Rückseite eine Glasscheibe hat. Dieses Glas-Glas-Modul von Schott Solar ist nach Bewertungspunkten auch insgesamt Testsieger. Das verwundert nicht. Denn die anderen Module haben als Rückseite eine Folie statt Glas. Glas schützt besser als Rückseitenfolien gegen die extremen Bedingungen, denen die Module für diese umfangreichen Tests ausgesetzt werden. Dafür bringen die Glas-Glas-Module aber deutlich mehr Gewicht auf die Waage.

PV+Test vergleicht die Ergebnisse der Glas-Glas-Module vor allem deshalb mit denen der Glas-Folie-Module, da für den Kunden nicht die Technologie, sondern das Testresultat zählt. Alle kristallinen Module müssen daher die gleichen Tests durchlaufen. Das gilt auch für das Modul von Sovello, obwohl das Unternehmen Wafer mit einem speziellen Herstellungsprozess nutzt (siehe Produktvorstellung Seite 72).

Entscheidend für die Bewertung der Alterungsbeständigkeit sind das optische Erscheinungsbild, die Leistungsdegrada-

tion nach den Belastungen und wie gut die notwendige elektrische Isolation zwischen Rahmen auf der einen Seite und Zellen und Kontakten auf der anderen Seite erhalten geblieben ist. Das lässt sich zwar nicht direkt in die Lebensdauer der Module im realen Einsatz umrechnen, aber es lässt doch den Vergleich zu, wie gut sie jeweils Feuchtigkeit, Temperaturwechseln und mechanischen Belastungen standhalten. Bei diesen Tests haben Module im Allgemeinen die größten Probleme. Das zeigt sich etwa bei der Isolationsmessung unter Benässung.

Zum Beispiel hatte von den zwei Modulen von Conergy, die die Belastung durch die 200 Zyklen Temperaturwechsel durchlaufen mussten, eines ein Problem mit der Isolation des Steckers unter Wasser. Eigentlich werten die PV+Test-Experten bei solchen Fehlern, wenn die Messwerte also außerhalb des von der Norm erlaubten Bereichs liegen, ab. Bei der Wiederholungsmessung vier Wochen später war aber wieder alles in Ordnung. Es kam also zu keinem bleibenden Schaden. Auch nach den Testvorschriften der IEC-Norm hätte ein Wiederholungstest stattfinden können, da dieser Fehler nur bei einem der zwei im Temperaturwechseltest geprüften Module vorkam. Allerdings hätte dafür die gesamte Testabfolge inklusive des Temperaturwechseltests wiederholt werden müssen.

Außerdem sind bei diesem Test die IEC-Norm für Module und der Prüfstandard für die Steckverbinder (EN 50521) widersprüchlich. Bei den Modultests ist im Vergleich zu den Tests der Stecker-norm dem Wasser ein Tensid zugemischt, das die Oberflächenspannung reduziert, so dass das es leichter in kleine Risse oder

Undichtigkeiten eindringen kann. Da eines der beiden Module den Temperaturwechseltest unbeschadet überstanden hat und in der Wiederholungsmessung auch der Isolationswiderstand des zweiten Moduls im von der IEC-Norm erlaubten Bereich war, haben die PV+Test-Experten für die Conergy-Module zwar die Bewertungspunkte für den Temperaturwechseltest reduziert, aber auf eine zusätzliche Abwertung verzichtet. Das Conergy-Modul erreichte dadurch insgesamt die Note „gut (+)“.

Der Hersteller vermutet einen Messfehler beim Isolationstest im TÜV-Rheinland-Labor. Das Modul verwendet einen Stecker der höchsten Schutzklasse (IP 67) von Huber + Suhner, der, wenn er vorschriftsmäßig montiert und richtig zusammengesteckt war, nach Aussagen von Conergy einem Isolationstest zu jeder Zeit hätte standhalten müssen. Auch sei Conergy in der Praxis kein Fall bekannt, bei dem dieses Problem aufgetreten sei. Der TÜV Rheinland allerdings schließt einen Testfehler aus, so dass sich diese Frage nicht endgültig klären lässt.

Das Modul von Sovello hat zwar diese Isolationsprüfung gut bestanden. Dafür

AKTUELLE TESTS UND KONTAKT

Aktuelle Testergebnisse finden Sie auf:

www.photovoltaikeu

Homepage des Modultests:

www.pvtest.de

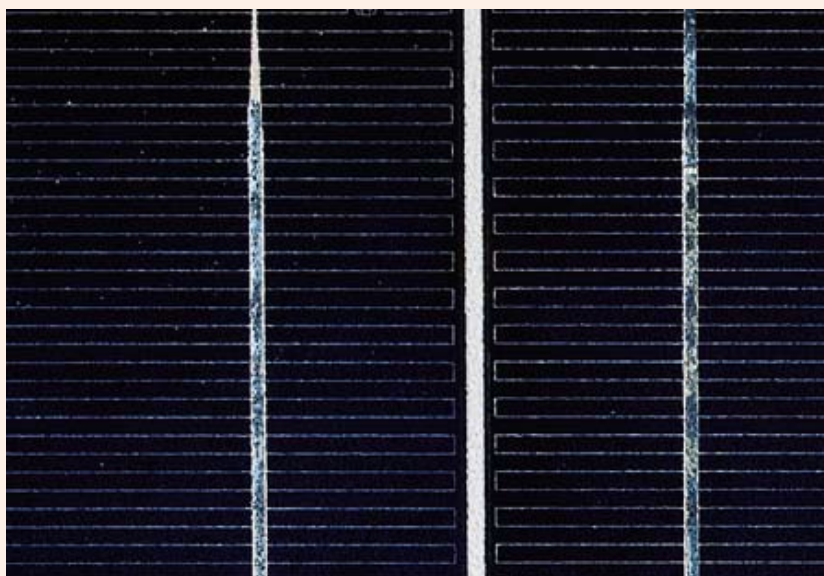
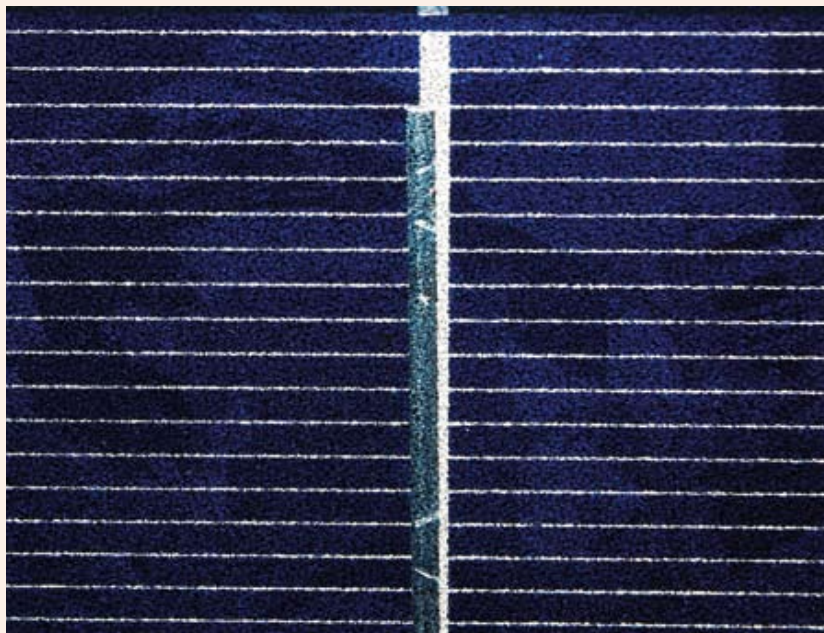
Ansprechpartner für Hersteller:

Fabian Krömke: +49 30 726 296-413

fabian.kroemke@solarpraxis.de

Andreas Cox: +49 221 806 2477

cox@de.tuv.com



Bei manchen Modulen sitzen Lötbandchen nicht richtig auf den Busbars. Wie es richtig geht, zeigt das Modul unten.

lag aber nach dem Temperaturwechseltest die Leistungsdegradation leicht unter minus fünf Prozent. Wenn man dem Modul allerdings die Messunsicherheit für die Wiederholbarkeit von Leistungsmessungen von 0,5 Prozent zugute hält, hat es die Anforderungen der Zertifizierung erreicht. Das zweite Prüfmuster im Test schnitt mit -2,2 Prozent Leistungsdegradation besser ab.

Außer den Belastungen in der Klimakammer müssen Module nach der IEC-Norm die mechanische Belastung von 2.400 Pascal aushalten, das entspricht einem Gewicht von rund 240 Kilogramm pro Quadratmeter. Nach der IEC-Norm

kann freiwillig noch eine höhere Belastung von 5.400 Pascal getestet werden. Das ist zum Beispiel für Zonen ratsam, wo hohe Schneelasten möglich sind. An die mechanische Belastung schließt sich wie bei den anderen Alterungsbeständigkeitsprüfungen ein Isolationstest unter Benässung an. Dabei wird das Modul an den beiden Anschlüssen kurzgeschlossen, die Systemspannung zwischen den kurzgeschlossenen Anschlüssen und dem Rahmen angelegt und dann der Widerstand gemessen, während das Modul langsam bis kurz über den unteren Rand der Anschlussdose unter Wasser getaucht wird. »

Näher an der Sonne...



...mit Ihrem Handwerk und unserem Know-how.

Wir gehören zu den Branchenkennern der ersten Stunde und unterstützen Sie als Partner bei Ihren Photovoltaikprojekten. Zeigen Sie Ihren Kunden, was ihr Dach sonst noch auf der Pfanne hat.

Vom Carport bis zum Industriedach.

Angebot anfordern!
angebot@krannich-solar.com
 Unter allen Anfragen verlosen wir
 20 DVDs des Films „Die 4.Revolution“

krannich
 Solar

Krannich Solar GmbH & Co. KG
 Heimsheimer Str. 65/1 • 71263 Weil der Stadt • Deutschland
 Tel. +49 7033 3042-0 • Fax + 49 7033 3042-222
www.krannich-solar.com

Foto: Sovello



Im Test: Sovello SV-X-195

Das Modul SV-X-195 von Sovello hat eine Nennleistung von 195 Watt und ist nach eigenen Aussagen für sehr viele Marktsegmente geeignet: für kleine und mittlere Hausdächer (Residential), für größere Gewerbegebäude (Commercial), für landwirtschaftliche Betriebe, Schrägdach, Flachdach und Freifläche. Es ist das einzige Modul im Test, dessen polykristalline Wafer nach dem sogenannten String-Ribbon-Verfahren hergestellt werden. Dabei wird das Silizium zwischen zwei Drähten aus der Schmelze gezogen und hat dadurch gleich die richtige Dicke und Breite. Sovello muss bei dem String-Ribbon-Verfahren anders als bei den üblichen Verfahren nicht sägen und kann dadurch nach eigenen Angaben mit rund 50 Prozent weniger Energie und 50 Prozent weniger Silizium produzieren. Das verkürzt die Energieamortisationszeit, also die Zeit, innerhalb derer ein Modul so viel elektrische Energie erzeugt hat, wie zu seiner Herstellung nötig war. Das Modul hat nach Aussagen von Sovello auch viele Vorteile im Einsatz: es verhält sich sehr gut bei Teilabschattungen, da die Zellen vorteilhaft verschaltet sind. Kommt es zu einer Abschattung, sei der Ertrag bis zu zehn Prozent höher als bei konventionell verschalteten Modulen. Das erhöhe auch die Flächeneffizienz bei aufgeständerten Anlagen, da die Reihenabstände kleiner gewählt werden können. Außerdem sei das Schwachlichtverhalten sehr gut. Ebenfalls erhöhe das antireflexionsbeschichtete Solarglas den Ertrag.

Bei diesem Test trat bei einem der Prüfmuster von Sovello nach der erhöhten mechanischen Belastung von 5.400 Pascal ein Problem auf. Der Isolationswiderstand sank auf die Hälfte des in der IEC-Norm festgelegten Grenzwerts.

Die TÜV-Experten haben das Modul getrocknet und noch einmal vermessen. Dabei reproduzierten sie den Abfall des Isolationswiderstandes in dem Moment, in dem die Anschlussdose wieder bis kurz über den unteren Rand unter Wasser geriet. Vermutlich hat sich bei der Belastung an der Klebung der Anschlussdose an das Modul ein Riss oder Pfad gebildet, durch den etwas Wasser eindringen konnte. Bei einer Wiederholungsmessung nach vier Wochen trat der Fehler nicht mehr auf, so dass kein bleibender reproduzierbarer Schaden entstand.

Bei den verschiedenen Alterungsbeständigkeitstests zeigte sich ansonsten, dass die meisten Module in irgendeiner Einzelbewertung vorne lagen. Die einzelnen Leistungsdegradationswerte des jeweils schlechteren der beiden Prüfmuster sind in der Tabelle auf Seite 60 einzeln dargestellt. Die Isolationsmesswerte, die auch in die Tabelle eingehen, sind dagegen nicht aufgeführt. Insgesamt schneidet bei ihnen das Modul von Mitsubishi mit der höchsten Punktzahl ab. Darauf folgt, wenn man den nach IEC freiwilligen Test bei hoher mechanischer Belastung außen vor lässt, das Modul von Sovello, neben dem von Sharp und dem Glas-Glas-Modul von Schott Solar. In der

Gesamtbewertung Alterungsbeständigkeit liegt allerdings klar das Glas-Glas-Modul vorne, gefolgt von den Modulen von Sharp und Mitsubishi.

Sowohl bei der Eingangsbewertung als auch nach den Alterungsbeständigkeitstests spielt eine relativ junge Messmethode eine immer wichtigere Rolle: Elektrolumineszenz deckt Bereiche auf, in denen Zellen inaktiv sind, und macht dadurch auch Mikrorisse sichtbar. Vermehrt auftretende Mikrorisse sind bedenklich, denn sie können sich mit der Zeit und unter Belastung zu größeren Schädigungen entwickeln und sich deshalb negativ auf die Leistungsfähigkeit oder auf die Langlebigkeit der Module auswirken. Deshalb zeigen sie sich vor allem nach den Temperaturwechseltests. Die Elektrolumineszenz geht in die Bewertung der Verarbeitung ein.

Fehler in Kennzeichnungen

Auch bei der Dokumentation gab es große Unterschiede. Etliche Hersteller machen zum Beispiel unzureichende Angaben zur Erdung. Die Norm EN IEC 61730 verlangt in der Anleitung eine Beschreibung, bei der sogar Bohrlöcher und Schraubenstärke festgelegt sein müssen. Conergy, einer der Hersteller, bei denen solche Angaben fehlen, weist darauf hin, dass das bereits letzten Juni geändert wurde und seitdem die Installationsanleitungen der Norm entsprechen. Bei einigen Herstellern fehlen außerdem ausreichende Hinweise zur Verschaltung. Die Verschaltungsangaben sind wichtig,

da sich maximale Systemspannungen und Rückstromfestigkeit aus den Testreihen ergeben und sich daraus ableiten lässt, wie viele Module parallel und in Reihe geschaltet werden dürfen. Vorgeschrieben sind außerdem Angaben zum Schwachlichtverhalten der Module, die auch nicht alle Hersteller machen.

Auch die CE-Kennzeichnung ist in Europa Pflicht. Sie fehlt zum Beispiel bei dem Modul von Perfect Solar, das insgesamt ein gutes Modul ist. Streng genommen darf man das Modul in Europa nicht in Verkehr bringen. Dabei ist dieser Fehler unnötig. Ein Modul, das wie das von Perfect Solar die EN IEC 61730 erfüllt, genügt automatisch den Anforderungen an das CE-Kennzeichen. Zu Punktabzug führt auch, dass Perfect Solar damit wirbt, das Modul sei „hergestellt mit deutscher Technologie“, obwohl es in Taiwan gefertigt ist. Damit ist gemeint, dass auch der Lieferant Maschinen aus Deutschland nutzt, der Kunde assoziiert damit aber ein „made in Germany“.

Beim Datenblatt und dem Typenschild kommt noch eine weitere Norm ins Spiel. Die EN 50380 beschreibt, welche Angaben sie enthalten müssen. Das Datenblatt beispielsweise soll Angaben zur sogenannten Zellbetriebstemperatur, englisch als NOCT abgekürzt, und zur Leistung bei dieser Temperatur machen. Die NOCT ist so definiert, dass sie der Temperatur bei normalen Einsatzbedingungen möglichst nahekommt. Diese Werte sind für den wichtig, der Erträge gut prognostizieren will.

Bei aller Kritik legt Willi Vaaßen vom TÜV Rheinland Wert auf die Feststellung, dass er und seine Mitarbeiter mit PV+Test gute Beispiele von Herstellern und von Produkten aus der Serienfertigung gefunden haben, die marktfähig sind und eine gute Qualität aufweisen. Es ist auch nicht so, dass man nur noch den Testsieger kaufen sollte (siehe Interview nächste Seite). Vaaßen will weniger zwischen den Modulen differenzieren, die an der jetzigen Testrunde teilgenommen haben und sich mit der Veröffentlichung der Testergebnisse der Qualitätsdiskussion gestellt haben. Wichtiger ist für ihn der Unterschied zwischen denjenigen, die im Test waren, und denjenigen, die den Test noch nicht durchlaufen haben. Muss er auch, denn ihm liegt daran, dass viele weitere Hersteller sich dem Test unterziehen, um in die Bestenliste aufgenommen zu werden. ♦

Michael Fuhs

Den Kunden Sicherheit geben

Modultests: PV+Test hat in der ersten Runde acht Module getestet und eine Rangfolge für die Qualität festgelegt. Willi Vaaßen vom TÜV Rheinland erklärt, wie man sie zum Kauf von Modulen am besten nutzt.



Foto: TÜV Rheinland

Willi Vaaßen ist beim TÜV Rheinland Geschäftsfeldleiter Regenerative Energien. Seine Mitarbeiter haben die Module für PVTest untersucht.

Sie haben bei PVTest eine Rangfolge aufgestellt. Soll man jetzt nur noch den Testsieger kaufen?

Zunächst ist mir wichtig, dass wir gute Beispiele von Herstellern und von Produkten im Test hatten, die marktfähig sind und die eine gute Qualität widerspiegeln. Ein Grund, auch Module zu kaufen, die nicht Testsieger sind, ist zum Beispiel die Marktverfügbarkeit und die Zusammenarbeit von den Herstellern mit den verschiedenen Modullieferanten und Installateuren. In der Regel wird es so sein, dass ein Hausbesitzer, der sich eine Anlage anschaffen will, Angebote anfordert von verschiedenen Installateuren. Dabei kann er nicht beliebig zwischen allen Modulen wählen, sondern er bekommt Module angeboten. Wenn darunter Module sind, deren Qualität durch PVTest dokumentiert ist, dann hat der Kunde eine gewisse Sicherheit, ein gutes Produkt zu bekommen.

Hat der Installateur denn einen Vorteil, wenn er vor allem die am besten getesteten Module anbietet?

Es müssen nicht nur die, die mit sehr gut getestet sind, Verwendung finden. Auch Module mit einem positiven Gesamturteil sind marktfähig und marktgängig. Natürlich werden auch individuell zu bewertende Einzelqualitäten den Ausschlag für ein Produkt geben können. Das können die Leistungsfähigkeit oder auch Verarbeitungsmerkmale, Farben oder Formate sein. Oder es kann eine Rolle spielen, wie Module befestigt werden, oder die Garantieleistung des Herstellers.

Wenn die mit sehr gut getesteten Module teurer sind als die anderen, wie viel mehr würden Sie dafür bezahlen?

Es wird nicht möglich sein, die einzelnen Qualitätsabschläge zu monetarisieren. Letztendlich wird es jeder für sich entscheiden müssen, was Einschränkungen bei einem Qualitätskriterium preislich wert sind. Allerdings gilt für alle Produkte: Qualität hat ihren Preis.

Gibt es Produkte, die man auf keinen Fall verwenden sollte?

Zunächst sollten nur Produkte Verwendung finden, die von anerkannten Institutionen nach den relevanten Normen zertifiziert wurden. Auch das ist ein Kriterium in diesem Test. Alle Kriterien haben wir in mehreren Workshops mit dem Industriebeirat festgelegt. Wenn sich im Test zeigt, dass die Produkte diese Kriterien der IEC-Normen nicht einhalten, das heißt im Prinzip gar nicht zertifizierungsfähig wären, dann würde ich auch davon abraten, diese Produkte zu kaufen.

Der TÜV Rheinland testet bei PVTest auch Module, die er sonst zertifiziert. Wie unabhängig sind Sie dabei?

Das Zertifizierungssystem beim TÜV Rheinland sieht vor, dass eine bestimmte Zahl an Prüfmustern einzelner Modultypen, zum Beispiel zehn, im Labor getestet werden. Jährliche Inspektionen in den Fertigungen sollen sicherstellen, dass nicht nur die zehn Module den Anforderungen entsprechen, sondern auch die vielen anderen, die in der Serie produziert werden. Leider ist es nicht immer der Fall. Hier ist der PVTest ein gutes Instrument der Marktüberwachung und steht daher nicht im Widerspruch zur Zertifizierung, sondern ergänzt diese in hervorragender Weise. Zertifizierte Produkte, die im PVTest durchfallen, haben ein Qualitätsproblem in der kontinuierlichen Fertigung.

Wie soll es mit dem Modultest weitergehen?

Der Endverbraucher benötigt Orientierungshilfen, um Kaufentscheidungen zu treffen. Dabei ist die Gesamtqualität der Module entscheidend. Bezogen darauf haben die Hersteller hier die Möglichkeit, ihr Produkt vergleichend zu den Produkten anderer Hersteller zu präsentieren. Hersteller, die von ihrem Produkt überzeugt sind, werden das tun. Damit wird sich hier schnell eine Informationsplattform ausbilden, in der sich geeignete Produkte für die eigene Photovoltaikanlage finden lassen.

Das Gespräch führte Michael Fuhs.



Foto: TÜV Rheinland

Module müssen ihre Qualität beim Isolationstest unter Benässung auch unter Wasser beweisen.

So prüft PV+Test

Glossar: PV+Test bewertet nach einer Vielzahl von Messergebnissen und berücksichtigt zahlreiche Moduleigenschaften. Dabei zeigt sich, was nach Ansicht der Experten ein gutes Modul ist. Dazu gehören neben den guten Leistungsparametern unter anderem eine hohe elektrische Sicherheit und eine gute Alterungsbeständigkeit.

Wenn ein Hersteller an dem Test teilnimmt, kaufen die PV+Test-Experten fünf Module des festgelegten Typs auf dem Markt ein, ohne dass Hersteller wie bei der Zertifizierung unter Umständen steuern können, welche Module in den Test gehen. Dann beginnt der TÜV Rheinland zunächst mit einem Sonnenbad. Entsprechend der IEC-Norm müssen Module vor dem Eingangstest 5 bis 5,5 Kilowattstunden pro Quadratmeter Sonnenstrahlung abbekommen, damit alle denkbaren anfänglichen Degradationsprozesse abgelaufen sind.

Erst dann beginnt der eigentliche Test. Die Experten bestimmen die Leistungsparameter und analysieren die elektrische Sicherheit. Im Anschluss gehen zwei Module in den Temperaturwechseltest und zwei weitere Module in den Feuchte-Wärme-Test, anschließend in den mechanischen Belastungstest. PV+Test misst dabei rund 25 Werte an den Modulen und bewertet zusätzlich eine Fülle von weiteren Eigenschaften. Die Bewertung durch die PV+Test-Experten zeigt, was diese von einem guten Modul erwarten.

Für alle relevanten Eigenschaften haben sie zwischen null und zehn Punkten vergeben, die unterschiedlich gewich-

tet in das Gesamtergebnis einfließen. Wesentlich ist dabei, dass die Herstellerzusagen eingehalten werden. Die Maximalpunktzahl erreicht ein Modul, wenn es sich bei einer Eigenschaft so verhält, wie es sich die Experten wünschen würden und wie es nach Stand der Technik im Prinzip möglich wäre.

Um die Unterschiede deutlich zu machen, bewertet PV+Test zunächst in sechs Unterkategorien. Am Ende stehen eine Gesamtpunktzahl und eine Gesamtnote. Ein Modul sollte mindestens die Hälfte der maximalen Bewertungspunkte erreichen. Sonst ist es mangelhaft. In diesem Test nehmen alle Module diese Hürde. Das in der ersten Testrunde am schlechtesten getestete Modul erreicht mit 67,71 von 100 Punkten die Note „ausreichend“, das beste mit 91,3 Bewertungspunkten die Note „sehr gut (-)“.

Bewertete Größen

Leistungsparameter/Leistung: Ein entscheidender Wert, der den Ertrag einer Anlage bestimmt, ist die Nennleistung der Module. Um die Nennleistung von verschiedenen Modulen miteinander vergleichen zu können, muss man sie bei den Standardtestbedingungen messen

(Standard Test Conditions, kurz STC). Darin ist eine Lichtintensität von 1.000 Watt pro Quadratmeter festgelegt. In Deutschland erreicht die Sonne diesen Wert nur an guten Sonnentagen. Deshalb ist auch das Schwachlichtverhalten wichtig, wenn man auf den Ertrag in realen Anlagen Rückschlüsse ziehen will.

Auch die Zusammensetzung des Lichtspektrums ist in den Standardtestbedingungen geregelt. Sie entspricht der des Sonnenlichts, das eine bestimmte Luftmasse durchdringt und dadurch verändert wird, bevor es auf das Modul trifft. Der Wert der Luftmasse ist umso höher, umso schräger das Sonnenlicht auf die Erde trifft, da es dann eine längere Strecke in der Atmosphäre zurücklegen muss. Die entsprechende IEC-Norm verlangt ein Spektrum bei einer Luftmasse (Air Mass) von 1,5. Das entspricht dem Sonnenlicht, wenn es in einem Winkel von 48,2 Grad auf die Erdoberfläche trifft. Auch dieser Wert ist in der Praxis selten exakt zu finden. Der Winkel ändert sich im Tagesverlauf und über die Jahreszeiten und damit auch das Lichtspektrum. Als dritter Wert ist in den Standardtestbedingungen die Zelltemperatur auf 25 Grad festgelegt.

Leistungsparameter/Leistungstoleranz: Wer Module mit einer Nennleistung bei Standardtestbedingungen von beispielsweise 200 Watt kauft, interessiert sich naturgemäß dafür, wie genau die Leistung der gelieferten Module der Nennleistung entspricht. Da Hersteller nicht garantieren können, dass die Module die Nennleistung exakt treffen, geben sie eine Leistungstoleranz an, innerhalb derer der Wert liegen soll. Manche Hersteller versprechen dabei eine sogenannte positive Leistungstoleranz, also dass die Leistung der gelieferten Module immer über der Nennleistung liegt. Bei einer positiven Leistungstoleranz im obigen Beispiel könnte sich der Kunde also sicher sein, dass jedes der gelieferten Module mehr als 200 Watt Leistung hat. Da das gut für den Kunden ist, belohnt PV+Test eine positive Leistungstoleranz in der Bewertung.

Hersteller, die keine positive Leistungstoleranz haben, geben eine Untergrenze für die tatsächliche Leistung der gelieferten Module an. Die meisten haben bei kristallinen Modulen Toleranzwerte von minus drei Prozent. In dem Beispiel eines

Moduls mit 200 Watt Nennleistung kann sich der Kunde dann sicher sein, dass kein geliefertes Modul weniger als 196 Watt Leistung hat. Allerdings hat das in der üblichen Reihenschaltung von Modulen einen nachteiligeren Effekt, als man zunächst erwartet, selbst wenn nur ein Modul mit 194 Watt unter den gelieferten Modulen ist. Denn das schlechteste Modul in der Reihe bestimmt den Strom und damit die Leistung der anderen. Ein kleinerer Toleranzwert nach unten ist deshalb bares Geld wert. PV+Test vergibt umso weniger Punkte in dieser Einzelbewertung, je größer die mögliche Abweichung der angegebenen Leistungstoleranz nach unten ist.

Die meisten Hersteller geben auch einen oberen Wert für den Leistungstoleranzbereich an. Bei plus drei Prozent bedeutet das, dass keines der gelieferten Module mehr als 206 Watt Leistung hat. Das kann für die Auslegung der Wechselrichter wichtig sein, ist aber nicht so kritisch wie der untere Wert.

Leistungsparameter/Abweichung vom Nennwert: Die PV+Test-Experten beim TÜV Rheinland haben die Nennleistung der Module nachgemessen, weil sie sich

direkt in dem Ertrag der Anlage niederschlägt. Der Kunde muss sich darauf verlassen können, dass Module eine Leistung haben, die innerhalb der angegebenen Leistungstoleranz liegt und damit dem Herstellerversprechen entspricht. Wenn das nicht der Fall ist, gibt es für diese Detailfrage, die mit dem größten Gewicht (zehn Prozent) in die Gesamtwertung eingeht, null Bewertungspunkte. PV+Test geht in der Bewertung aber über diese Frage hinaus. Volle Punktzahl gibt es nur, wenn die Testexperten eine Leistung gemessen haben, bei der ein Modul mehr als ein Prozent über der Nennleistung liegt. Denn auch das ist gut für den Kunden. Dass es möglich ist, zeigen die Ergebnisse der ersten Testrunde.

Unter Umständen können sich in einer gelieferten Charge von Modulen die Abweichungen von schlechteren und besseren Modulen jedoch rechnerisch ausgleichen. Deshalb ist die Abstufung bei der Bewertung moderat. So erhält selbst ein Modul, dessen Leistung ein bis drei Prozent schlechter ist als auf dem Datenblatt angegeben, noch acht von zehn Bewertungspunkten. »

Anzeige



„Wir verbinden die Welt von heute mit der Energie von morgen.“

Javier Rodriguez, Lapp Mexico, präsentiert ÖLFLEX®, die Anschluss- und Steuerleitung von höchster Qualität und Langlebigkeit.

ÖLFLEX® ist rund um den Globus im Einsatz, wo höchste Anforderungen an UV-, Witterungs- und Temperaturbeständigkeit gestellt werden. Natürlich auch in Photovoltaik-Anlagen – in riesigen Solarparks, auf dem Dach unseres Stuttgarter Logistikzentrums ebenso wie in Lösungen fürs „Eigenheim“.

ÖLFLEX® keeps the world moving. www.lappkabel.de

 **LAPP KABEL**
Ein Unternehmen der Lapp Gruppe

Leistungsparameter/Füllfaktor: Der Füllfaktor ist ein Maß für die Form der Strom-Spannungs-Kennlinie. Je kleiner unerwünschte Serienwiderstände sind, die zum Beispiel in Kontakten entstehen, und je weniger unerwünschte Kriechströme durch Parallelwiderstände auftreten, desto höher ist der Füllfaktor. Im Idealfall liegt er bei 100 Prozent, die jedoch kein reales System erreicht. Für die Modulentwickler ist der Füllfaktor sehr wichtig. Für den Kunden spielt er aber im Prinzip keine Rolle. Denn am Ende zählt nur der tatsächliche Wert der Leistung am Arbeitspunkt, wo sie maximal ist.

Leistungsparameter/Wirkungsgrad: Der Wirkungsgrad gibt an, wie gut die eingesetzte Zell- und Modultechnologie ist. Will man eine Anlage mit einer bestimmten Leistung, zum Beispiel fünf Kilowatt, bauen, hängt die notwendige Dachfläche vom Wirkungsgrad ab. Je höher er ist, desto weniger Fläche benötigt der Bauherr. Allerdings wird die Rendite nur indirekt vom Wirkungsgrad beeinflusst. Denn dafür zählt nur das Verhältnis der Investitionssumme zur gekauften Modulleistung. Eine Technologie mit niedrigerem Wirkungsgrad kann also vorteilhaft sein, wenn die auf die Modulleistung bezogenen Kosten niedrig sind. Deshalb bewertet PV+Test den Wirkungsgrad nicht.

Der Wirkungsgrad wird berechnet, indem die Modulleistung auf die Modulfläche und die in den Standardtestbedingungen definierten 1.000 Watt pro Quadratmeter Strahlungsintensität normiert wird. Er beschreibt damit das Verhältnis der Ausgangsleistung des Moduls und der Strahlungsleistung der Sonne, die auf die Modulfläche trifft.

Leistungsparameter/Relative Wirkungsgradminderung bei Schwachlicht: Dass bei schwachem Lichteinfall ein Solarmodul weniger elektrische Leistung erzeugt, ist sonnenklar. Die interessante Frage ist, wie viel weniger es tatsächlich ist. Denn das bestimmt zu einem beachtlichen Teil den Ertrag und die Rendite im strahlungsarmen Deutschland. Die Nennleistung wird bei 1.000 Watt pro Quadratmeter Strahlungsleistung gemessen. Bei einem Fünftel dieser Strahlungsleistung (200 Watt pro Quadratmeter) sinkt die Leistung des Moduls meist auf einen Wert, der kleiner ist als ein Fünftel der Nennleistung. Wie viel kleiner, beschreibt der Wert „Wirkungsgradmin-

derung bei Schwachlicht“. Er hängt von der eingesetzten Zell- und Modultechnologie ab. Ist er null Prozent oder positiv, vergibt PV+Test die volle Punktzahl. Liegt er unter minus fünf Prozent, gibt es in dieser Kategorie null Punkte.

Leistungsparameter/Relative Wirkungsgradminderung bei 50 Grad: Die Leistung eines Moduls sinkt, wenn ein Modul warm wird, und das reduziert den Ertrag und die Rendite einer Anlage. Die Betriebstemperatur von Modulen liegt in

der Regel um die 50 Grad und damit deutlich über der Temperatur von 25 Grad, bei der die Nennleistung gemessen wird. Die Wirkungsgradminderung gibt an, wie groß der Effekt ist.

PV+Test hat den Temperaturkoeffizienten bestimmt, aus dem man die Wirkungsgradänderung bei Erwärmung ausrechnen kann. Die volle Punktzahl gibt es für einen Temperaturkoeffizienten, der größer ist als -0,41 Prozent pro Kelvin (wegen des Minuszeichens ent- »

TÜCKEN DES LEISTUNGSVERGLEICHS

Eine Schlüsselfrage bei der Beurteilung eines Solarmoduls ist dessen tatsächliche elektrische Leistung zum Zeitpunkt der Lieferung und nach einer gewissen Alterung. Zum Leid der Experten bei Instituten und Herstellern unterliegt die Leistungsmessung aber Einschränkungen, die ihnen das Leben sehr kompliziert machen.

Üblicherweise messen die Experten während eines kurzen Lichtblitzes die Strom-Spannungs-Kennlinie der Module. Daraus berechnen sie die Leistung (Produkt aus Strom und Spannung) an dem Arbeitspunkt, an dem sie maximal ist (Maximum Power Point, MPP). Die Blitzlampen sollen möglichst exakt die Lichtintensität und das Lichtspektrum reproduzieren, wie sie in den Standardtestbedingungen festgelegt sind. Das ist aber nur mit geringen Abweichungen möglich. Deshalb vermessen Experten den Lichtpuls gleichzeitig zur Messung mit einer kalibrierten Referenzzelle und berücksichtigen rechnerisch Korrekturen.

Selbst wenn man das gleiche Modul mehrmals hintereinander misst, treten dadurch zwangsläufig Messunsicherheiten von rund einem halben Prozent auf. Diese Reproduzier-Unsicherheit besteht etwa, wenn man die Leistungen vor und nach den Belastungen bei den Tests zur Alterungsbeständigkeit miteinander vergleicht. Daher muss man sie im Zweifelsfall so berücksichtigen, dass es für das getestete Modul positiv ist.

Die absolute Messunsicherheit für die Leistungsmessung liegt beim TÜV Rheinland zwar ähnlich wie bei anderen Prüfinstituten bei plus/minus 2,4 Prozent. Dieser Wert gilt, wenn man die Leistungsmessung an einem Modul in einem Institut mit der Messung an dem gleichen Modul in einem anderen Institut vergleicht. Wenn man allerdings nur die Messungen in einem Institut an verschiedenen Modulen miteinander vergleicht, muss man nicht die gesamte absolute Messunsicherheit berücksichtigen. Um

eine Rangfolge der Leistungsabweichung der Module von der jeweils angegebenen Nennleistung aufzustellen, gilt eine Unsicherheit von maximal plus/minus einem Prozent. Dieser Wert entspricht auch den Resultaten des letzten sogenannten Round-Robin-Tests („PV module output power characterization in test laboratories and in the pv industry – results of the european performance project“, EU PVSEC 2010). Bei diesen Tests beteiligen sich die wichtigsten Prüfinstitute Europas. Sie vermessen die gleichen Module hintereinander und vergleichen die Ergebnisse.

Was diese Unsicherheit für die Rangfolge bedeutet, zeigt folgendes Beispiel: Angenommen, Modul A liegt 2,6 Prozent über der Nennleistung, Modul B 1,8 Prozent darüber und Modul C 0,3 Prozent. Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit kann man sich nicht sicher sein, ob Modul A wirklich 2,6 Prozent über der Nennleistung liegt oder vielleicht nur 1,6 Prozent. Modul C könnte unter Berücksichtigung der Messunsicherheit dagegen auch 1,3 Prozent oberhalb der Nennleistung liegen. Deshalb kann man nur die Aussage treffen, dass Modul A bestimmt mit einem höheren Wert als Modul C positiv von der Nennleistung abweicht. Man kann aber nicht die Aussage treffen, dass Modul A mehr als Modul B oder Modul B mehr als Modul A von der Nennleistung abweicht.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass auch die Modulhersteller diese Messunsicherheit haben, wenn sie ihre Module in eine Leistungsklasse einsortieren. Viele berücksichtigen diese Messunsicherheit nicht. Es kann also durchaus sein, dass der Kunde Module erhält, deren Leistung nicht der Nennleistung entspricht. Da die Messunsicherheit bei den Flashern, die in die Serienproduktion eingebaut sind, deutlich über der der Prüfinstitute liegt, ist die Leistungsangabe zusätzlich mit Vorsicht zu betrachten.

JETZT EISKALT ZUSCHLAGEN



DAS SCHOTT SOLAR WINTER-SPECIAL BIS 31.03.2011

Kein Wintermärchen: Wenn Ihre Kunden bis 31.03.2011 zuschlagen und sich für eine Photovoltaik-Anlage (ab 6 kWp) mit Modulen von SCHOTT Solar entscheiden, legen wir ein **nagelneues iPad*** von Apple drauf. Nutzen Sie das SCHOTT Solar Winter-Special und setzen Sie mit uns zusammen ein Zeichen: Photovoltaik lohnt sich nach wie vor!

Alle Infos zum SCHOTT Solar Winter-Special finden Sie unter www.schottsolar.com/solarertrag/winterspecial
Oder rufen Sie uns an unter +49 6131 66-14105.



* Das Angebot gilt für PV-Anlagen mit Modulen von SCHOTT Solar größer 6 kWp; Anlieferung der PV-Anlage beim Endkunden bis zum 31.03.2011 (Nachweis durch vollständig ausgefüllte Garantiekarte); nur für Endkunden (keine Wiederverkäufer); nur ein iPad pro Endkunde und Installationsort, solange der Vorrat reicht; SCHOTT Solar übernimmt die Steuer für das iPad; dieses Angebot kann nicht mit anderen von SCHOTT Solar angebotenen Sonderkonditionen kombiniert werden.



SCHOTT
solar

spricht das einem kleineren Absolutwert). Bei diesem guten Wert sinkt der Wirkungsgrad um 10,25 Prozent bei 50 Grad Celsius im Vergleich zum Wirkungsgrad bei 25 Grad Celsius. Wenn der Temperaturkoeffizient mehr als drei Prozent kleiner ist als im Datenblatt angegeben, wertet PV+Test zusätzlich ab.

Blick in die Zukunft

Alterungsbeständigkeit/Temperaturwechseltest: Die Leistung zum Zeitpunkt der Installation ist eine wichtige Größe. Doch ebenso wichtig ist die Leistung nach zehn oder 20 Jahren. Module sind dem Wetter ausgesetzt, und jede Änderung der Temperatur führt zu mechanischen Spannungen im Modul, da einzelne Komponenten, wie zum Beispiel metallene Verbinder und Siliziumwafer, eine unterschiedliche temperaturabhängige Wärmeausdehnung haben.

In die Zukunft schauen können auch die Testexperten nicht. Doch um ein Maß dafür zu haben, wie beständig ein Modul gegen diese Temperaturwechsel ist, setzt PV+Test, genauso wie in der IEC-Zertifizierung üblich, die Module einem Temperaturwechsel in einer Klimakammer aus. 200 Mal in circa 40 Tagen wechselt die Temperatur von plus 85 auf minus 40 Grad Celsius und zurück. Die Testexperten kontrollieren danach das optische Erscheinungsbild, decken mit Elektrolumineszenz die Schädigung von Zellen auf, führen eine Isolationsmessung durch, wie sie auch für die Prüfung der elektrischen Sicherheit verlangt wird, und prüfen schließlich mit einer Leistungsmessung, wie sehr die Module degradiert sind. Alle diese Parameter werden bewertet. Die Leistung darf laut IEC-Norm durch die Temperaturwechselbelastung nicht um mehr als fünf Prozent fallen. Auch bei PV+Test bekommen Module dann in dieser Kategorie null Punkte. Allerdings wird dem Modul noch eine Messunsicherheit von 0,5 Prozent für Wiederholungsmessungen der Leistung zugute gerechnet. Für PV+Test müssen pro Typ zwei Module diesen Test durchlaufen. Der schlechtere Wert zählt.

Der Temperaturwechseltest lässt wie auch die anderen Alterungsbeständigkeitstests keine Rückschlüsse auf die wirkliche Lebensdauer zu. Aber sehr wahrscheinlich halten Module, die in diesem Test gut abschneiden, länger als

Module, die schlecht abschneiden. Da es die beste Methode ist, um die Qualität der Module in Bezug auf die Alterung zu untersuchen, gewichtet PV+Test alle Alterungsbeständigkeitstests zusammen mit 25 Prozent in der Gesamtwertung.

Alterungsbeständigkeit/Feuchte-Wärme-Test: Für den Feuchte-Wärme-Test wird ein Modul über einen bestimmten Zeitraum einer mit 85 Prozent sehr hohen Luftfeuchtigkeit bei einer Temperatur von 85 Grad ausgesetzt. Die Belastung entsteht dadurch, dass bei diesen Bedingungen Feuchtigkeit in das Modul eindringen und es zerstören kann. Dabei zeigt sich Materialversagen zum Beispiel bei der Rückseitenfolie, den Kabeln und Anschlussdosen, und eventuell werden elektrische Verbindungen schlechter, so dass der Serienwiderstand steigt.

Die IEC-Norm sieht vor, dass Module für 1.000 Stunden diesem Klima ausgesetzt werden müssen. Danach analysieren die IEC-Experten wie beim Temperaturwechseltest das optische Erscheinungsbild, die Zellen, die Isolation und die Leistung. So ähnlich macht es auch PV+Test.

PV+Test erhebt die Daten für zwei Module zunächst nach 1.000 Stunden, die die IEC-Normen verlangen. Doch danach müssen die Module noch einmal für 500 Stunden in die Klimakammer. Mit dem verlängerten Zeitraum von 1.500 Stunden lassen sich Qualitätsunterschiede aufdecken, die nach 1.000 Stunden eventuell noch nicht sichtbar sind.

Alterungsbeständigkeit/Mechanischer Belastungstest: Eines der zwei Module, die den Feuchte-Wärme-Test mit 1.500 Stunden durchlaufen haben, geht bei PV+Test genauso wie bei der IEC-Zertifizierung in den mechanischen Belastungstest, der Schnee- und Windlasten im Labor simuliert. In der ersten Stufe wird ein Druck von 2.400 Pascal gleichförmig auf die gesamte Modulfläche aufgesetzt. Das entspricht einem Gewicht von 240 Kilogramm, das auf einen Quadratmeter verteilt wird. Danach werden zur Kontrolle die gleichen Daten aufgenommen wie bei den anderen Alterungsbeständigkeitstests. In einer zweiten Stufe wird der Druck auf 5.400 Pascal erhöht. In der IEC-Norm ist das freiwillig, doch für Regionen, in denen hohe Schnee- oder Windlasten vorkommen, halten ihn die PV+Test-Experten für sehr sinnvoll.

Dokumentation: PV+Test bewertet in dieser Kategorie mit einer hohen Gewich-

tung, ob Module die Bauartzertifizierung EN IEC 61215 und das Zertifikat nach EN IEC 61730 haben, das Sicherheitsstandards enthält. Außerdem bewertet PV+Test, ob die Anforderungen, die IEC 61730 an die dem Produkt beiliegende Dokumentation stellt, eingehalten werden. Sie muss Angaben zum Beispiel zur Erdung, zur Verschaltung und zu weiteren Aspekten der elektrischen Sicherheit enthalten. Wichtig sind auch Angaben darüber, wie viele Module parallel und in Reihe geschaltet werden dürfen und wie sich das Modul bei Schwachlicht verhält.

Auch beim Datenblatt und beim Typenschild müssen Modulhersteller verschiedene Anforderungen erfüllen. Diese sind in der Europäischen Norm EN 50380 zu finden. Das Datenblatt muss eine Angabe zur Zellbetriebstemperatur, der sogenannten Nominal Operation Cell Temperature (NOCT) enthalten. Das ist ein nach genau definierten Bedingungen gemessener Wert, der einen Anhaltspunkt dafür liefert, welche Temperatur ein Modul im Betriebszustand hat. Im Testlabor wird dann die Leistung des Moduls bei NOCT bestimmt, die auch im Datenblatt aufgeführt werden muss.

Außerdem muss auf dem Typenschild der Module, damit sie in Europa in Verkehr gebracht werden dürfen, das CE-Zeichen aufgebracht sein.

Der Härtetest: Benässung

Elektrische Sicherheit/Isolationstest: Der Isolationstest nach der IEC-Bauartzertifizierung wird sowohl direkt nach dem Einkauf des Moduls als auch nach den Alterungsbeständigkeitstests durchgeführt. Dazu verbindet man die beiden Pole des Solarmoduls und legt eine Spannung in Höhe der doppelten Systemspannung plus 1.000 Volt gegenüber dem Rahmen an. Der Widerstand darf nicht unter 40 Megaohm mal Quadratmeter Modulfläche fallen, um die IEC-Zertifizierung zu bestehen beziehungsweise um bei PV+Test Punkte in dieser Kategorie zu bekommen. Der Wert ist wichtig, weil die Kriechströme sonst die Sicherheit gefährden oder zu einer Abschaltung des Wechselrichters führen können. Deshalb bewertet PV+Test umso höher, je höher der Isolationswiderstand ist.

Ein ähnlicher Test findet unter Benässung statt. Dazu wird das Modul in ein

genau auf 22 Grad Celsius temperiertes Wasserbad getaucht, bis das Wasser knapp über die Unterkante der Anschlussdose reicht, so dass es die Kabelöffnungen gerade berührt. Kabel und Stecker müssen dabei auch eingetaucht werden. Dem Wasser ist ein Tensid beigemischt, um die Oberflächenspannung zu reduzieren. Es wird im Gegensatz zum Test ohne Benässung bei einfacher Systemspannung gemessen.

Nach der IEC 61730 bestimmt PV+Test auch die Impulsfestigkeit und die Hochspannungsfestigkeit. Zum Test der Impulsfestigkeit wird das Modul komplett inklusive Anschlussdose in eine leitende Folie eingepackt und eine Spannung von 8.000 Volt zwischen Folie und Modulanschlüssen angelegt. Dadurch entsteht ein starkes elektrisches Feld, dem die Module standhalten müssen, ohne dass es zu einem elektrischen Durchschlag kommt. Außerdem bewertet PV+Test nach dem optischen Eindruck, ob es Luft- und Kriechstrecken gibt, und prüft die Qualität von Steckern, Kabeln und Dosen, wie es die IEC-Normen festlegen. Die elektrische Sicherheit insgesamt geht mit 25 Prozent Gewicht in die Gesamtwertung ein.

Installateursärgernis scharfe Kanten

Verarbeitung/Kantentest: Scharfe Kanten beeinträchtigen zwar nicht die Leistung des Moduls, aber sie sind für die Monteure ein Risiko, da sie sich daran leicht verletzen können. PV+Test misst deshalb nach einem in der UL-Zertifizierung festgelegten Verfahren die Kantenschärfe.

Über einen Prüfzylinder ist dazu erst ein schwarzes Material, darüber ein weißes Material und darüber eine dünne graue Kunststoffolie gezogen (siehe Foto Seite 63). Diese Fingerat-trappe wird mit einem genau festgelegten Andruck über die Kanten gezogen. Ein Modul besteht den Test, wenn die Kunststoffolie und das weiße Material nicht so stark beschädigt werden, dass das schwarze Material durchscheint.

Verarbeitung/Elektrolumineszenz: Elektrolumineszenz deckt auf, was mit dem Auge nicht sichtbar ist: In den Aufnahmen ist hell erleuchtet, wo eine Zelle funktioniert, es erscheint dunkel, wo Zellen ausfallen (siehe Bild Seite 70). Bei dieser Methode wird eine Spannung an die Zellen angelegt. Dadurch dreht sich das Funktionsprinzip um. Statt Licht zu absorbieren und in elektrische Energie umzuwandeln, wandelt bei der Elektrolumineszenz die Solarzelle elektrische Energie in Licht – dort, wo sie funktioniert. Deshalb kann man mit dieser Methode zum Beispiel Mikrorisse aufspüren. Experten verstehen diesen Mechanismus in der Theorie zwar sehr gut. In der Praxis ist die Methode aber noch nicht alt. Deshalb ist noch in Diskussion, wie man die Bilder mit Blick auf die Lebensdauer richtig interpretiert. Besonders interessant sind die Elektrolumineszenzaufnahmen nach dem Temperaturwechseltest, da durch die dabei auftretenden mechanischen Belastungen Risse entstehen und sich eventuelle Vorschädigungen vergrößern können. PV+Test wertet bei großen Auffälligkeiten ab.

Verarbeitung/optische Auffälligkeiten: In diese Bewertungskategorie gehört alles, was einem Beobachter auffällt. Dazu gehört etwa, wenn Lötbandchen nicht exakt auf den Kontaktlinien der Zellen verlötet sind oder die Zellen eines Strings im Modul nicht genau in Reihe liegen. Das beeinflusst zwar nicht den Ertrag, kann aber als optischer Nachteil empfunden werden. Andere optische Fehler, zum Beispiel Fremdkörper-einschlüsse im Modul, können sich allerdings auch negativ auf die Haltbarkeit auswirken. ♦

Michael Fuhs

Anzeige

HIGHTECH FÜR DIE ZUKUNFT BIETEN WIR SCHON SEIT GESTERN.

INNOVATIVES MONTAGESYSTEM FÜR SOLARMODULE



- 1 **TB-EASY** > Das Profil für Trapezblech- und Sandwichdächer
- 2 **ECO-LT** > Das Profil für kostenbewusste Montageprofile
- 3 **HS-100** > Das Profil für große Spannweiten.

- >> Einfache, günstige und schnelle Montage
- >> Nach DIN 1055 geprüft und TÜV-zertifiziert
- >> Flexibel durch modularen Aufbau