



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 beratschlagt 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 elektri- »

Foto: Solarpraxis AG

**Unabhängiger Modultest
von Solarpraxis
und TÜV Rheinland**

PV+Test

GUT

photovoltaik 02/2011

So sieht das neue Gütesiegel für Module aus.

sche 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.

In der ersten Testrunde – weitere werden folgen und ab jetzt kontinuierlich veröffentlicht – wurden acht Module untersucht. Alle erfüllen die Mindestvo-

oraussetzung: 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 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 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 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. 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.

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 Steifheit 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.

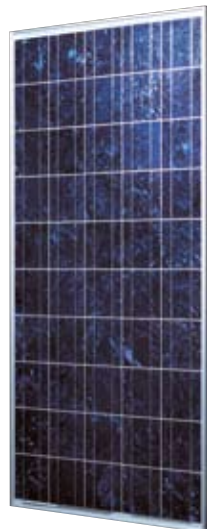


Foto: Mitsubishi Electric

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 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

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.



Foto: Conergy

Electric an, dass die Module, die man im Doppelpack in einem Paket kauft, im Mittelwert genau der Nennleistung entsprechen. Wenn das eine Modul 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 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 Anlagenertrag 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.

Allerdings zählt nicht nur die Nennleistung. Denn sie wird im Labor mit einer Strahlungsintensität von 1.000 Watt pro Quadratmeter gemessen. In Deutschland erreicht die Sonne diesen Wert nur an guten Sonnentagen um die Mittagszeit. Deshalb ist auch die Leistung »

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 schwermetallfrei 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.



Foto: TÜV Rheinland

Foto: TÜV Rheinland



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.

des Moduls bei geringer Sonnenstrahlung 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 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.

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.

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 Leistungsdegradation 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

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.



Foto: Schott Solar

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 Scha-

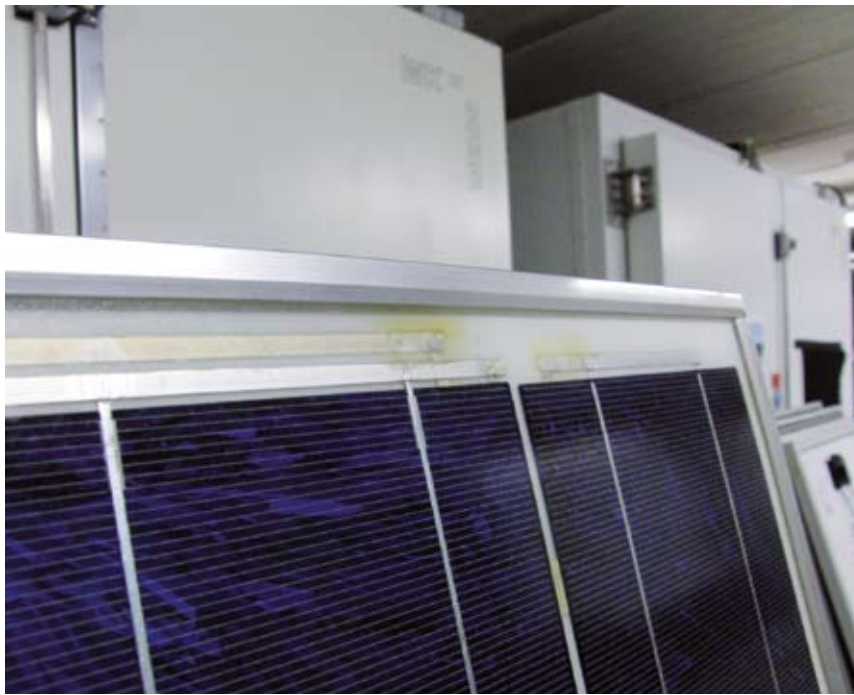
den. Auch nach den Testvorschriften der IEC-Norm hätte ein Wiederholungstest stattfinden können, da dieser Fehler nur bei einem der zwei im Temperaturwechseltest geprüften Module vorkam. Allerdings hätte dafür die gesamte Testabfolge inklusive des Temperaturwechseltests wiederholt werden müssen.

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 Steckernorm 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 müs-

	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
	+++	+++	++
	+	+++	++
	+++	-	-
	+++	++	+

Foto: TÜV Rheinland



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

sen. 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 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

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-Klebebander 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.

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.

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.



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).

Die TÜV-Experten haben das Modul getrocknet und noch einmal vermessen. Dabei reproduzierten sie den Abfall des

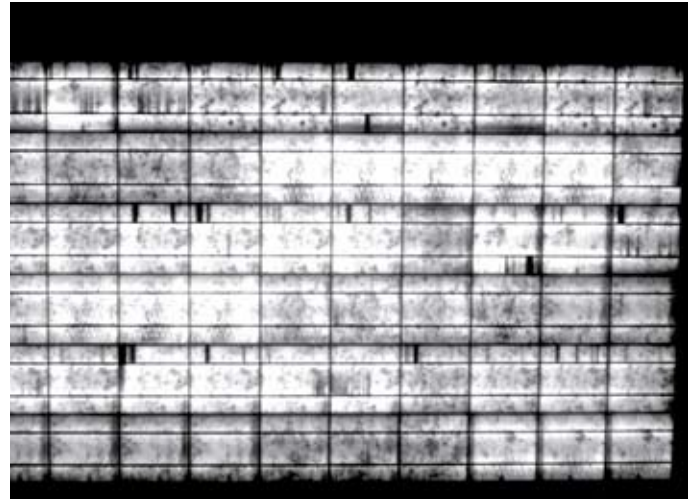
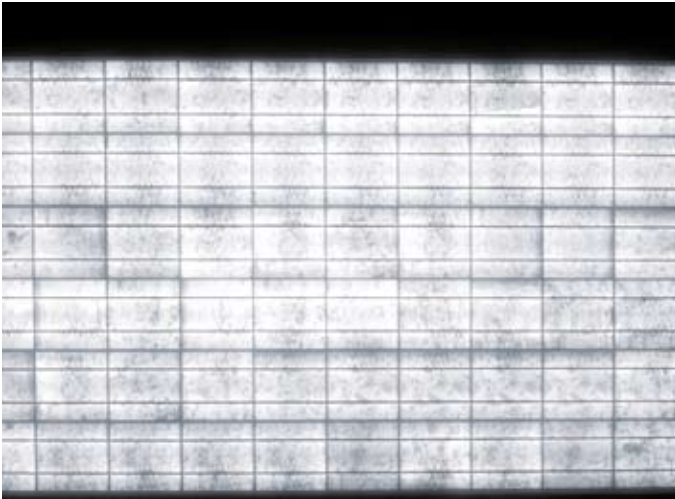
Isolationswiderstandes in dem Moment, in dem die Anschlussdose wieder bis kurz über den unteren Rand unter Wasser geriet. Vermutlich hat sich bei der Belastung an der Klebung der Anschlussdose an das Modul ein Riss oder Pfad gebildet, durch den etwas Wasser eindringen konnte. Bei einer Wiederholungsmessung 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 scheidet 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 Alterungsbeständigkeits-tests spielt eine relativ junge Messmethode eine immer wichtigere Rolle: Elektrolumineszenz deckt Bereiche auf, in denen Zellen inaktiv sind, und macht dadurch auch Mikrorisse sichtbar. »

	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.
	+	+

Fotos: TÜV Rheinland



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

Vermeehrt 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

<small>Photovoltaik Modultest</small> PV+Test	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.

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

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 verhalte 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.



Foto: Sovello

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
+++	+++	++

lässt, wie viele Module parallel und in Reihe geschaltet werden dürfen. Vorgeschieden 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 An-

i AKTUELLE TESTS UND KONTAKT

Aktuelle Testergebnisse finden Sie auf:

www.photovoltaik.eu

Homepage des Modultests:

www.pvtest.de

Ansprechpartner für Hersteller:

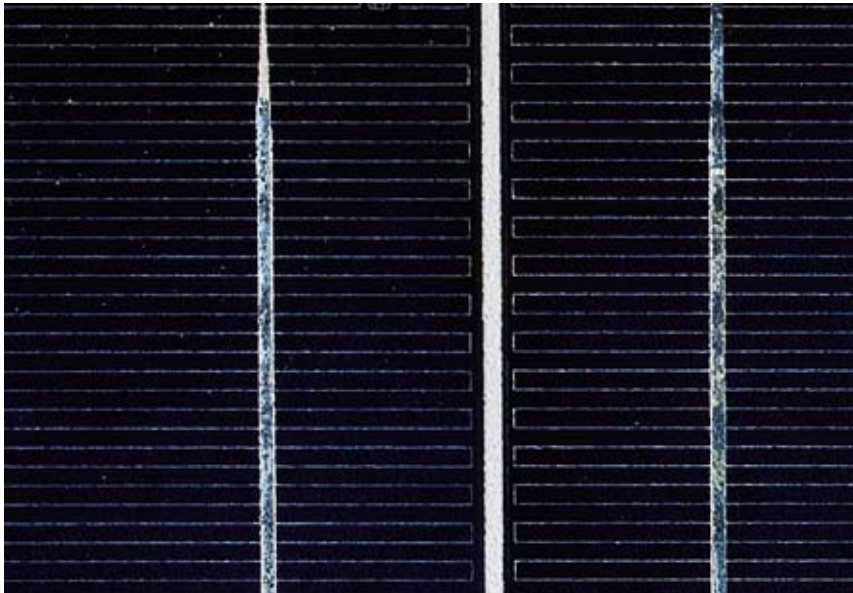
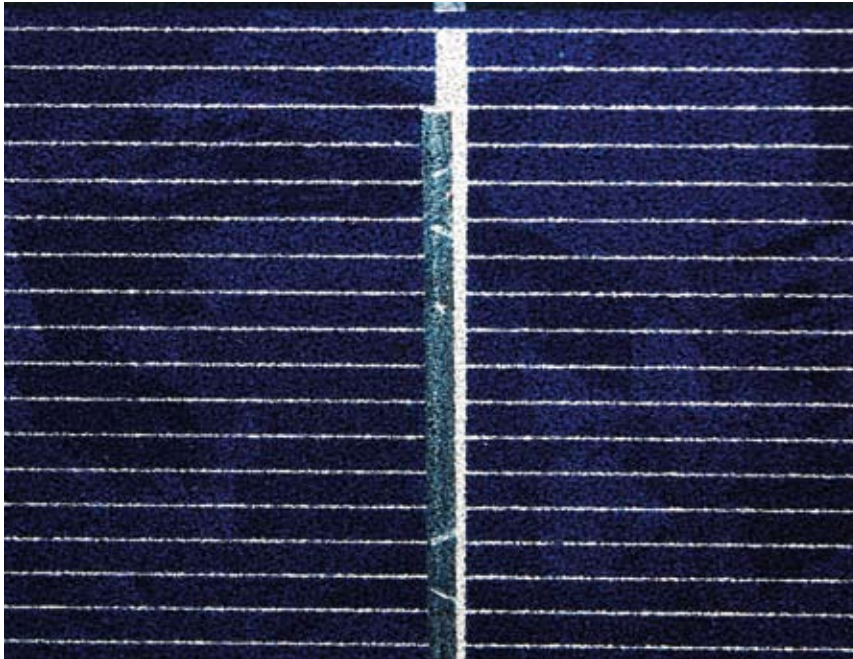
Fabian Krömke: +49 30 726 296-413

fabian.kroemke@solarpraxis.de

Andreas Cox: +49 221 806 2477

cox@de.tuv.com

Fotos: TÜV Rheinland



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

ben 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



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

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.

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.