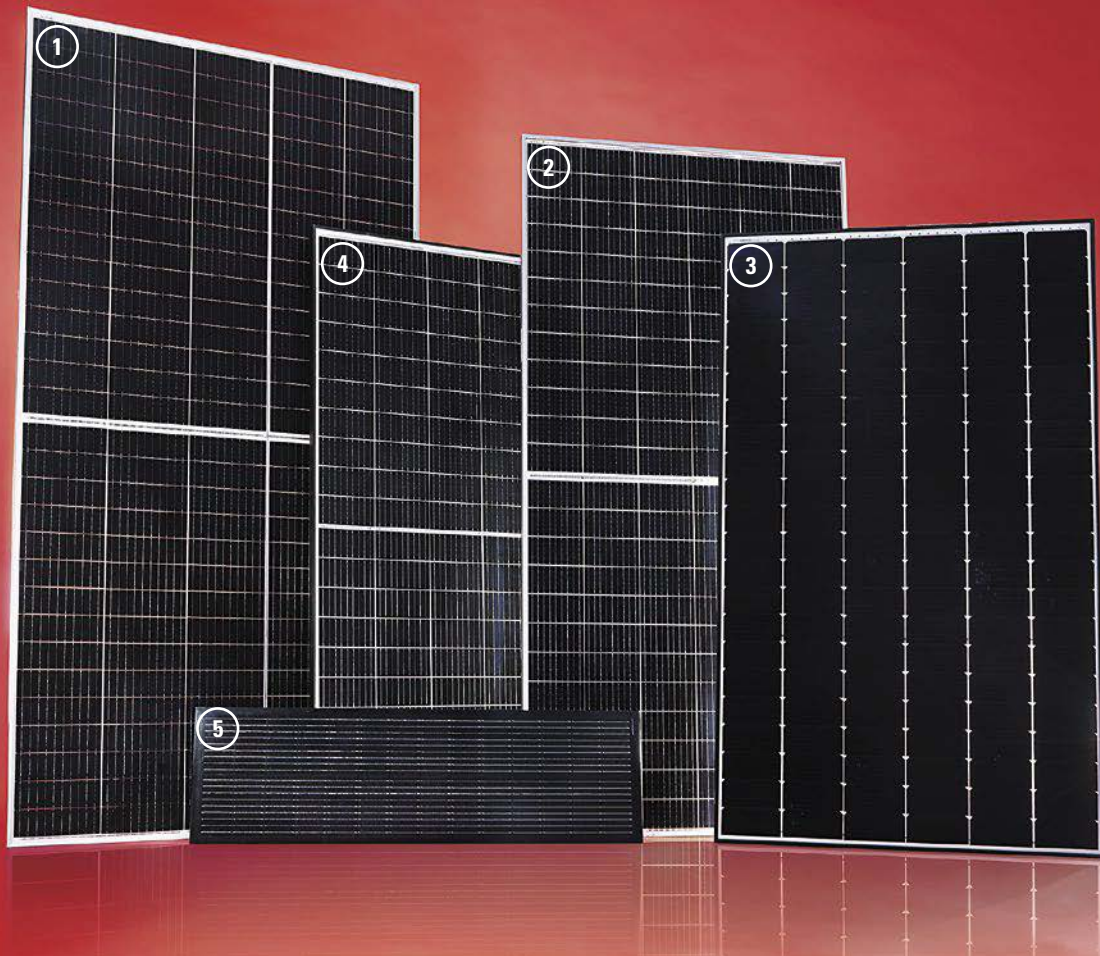


Volle Power

Ob für kleine Dächer oder große Parks: Solarmodule gibt es für alle Anwendungen und Ansprüche



Eine kaum zu übersehene Entwicklung bei Solarmodulen ist der Trend zu immer höheren Nennleistungen. Inzwischen haben rund 30 Hersteller Module mit mehr als 500 Watt im Angebot. Auf der anderen Seite des Spektrums gibt es inzwischen auch wieder besonders handliche Module für kleine Dächer. Wir geben einen Überblick zum Stand der Technik und worauf bei der Auswahl zu achten ist.

Viele Verbesserungen bei Solarmodulen sind kaum oder gar nicht sichtbar. Bei einer Weiterentwicklung des letzten Jahres ist das allerdings anders: Der Trend geht zu immer größeren Leistungen, inzwischen werden Module mit bis zu 800 Watt angeboten. Dass diese dann auch deutlich größer und schwerer sind, versteht sich von selbst. Baureihen mit einer Nennleistung oberhalb 500 Watt sind im letzten Jahr wie die Pilze aus dem Boden geschossen und werden inzwischen von nahezu allen namhaften Herstellern angeboten, darunter Trina Solar, Seraphim Solar, Jinko, Jolywood, Canadian Solar, Risen, GCL, LDK, Suntech, Risen, Longi und Yingli. Daneben gibt es auch weniger bekannte und kleinere Hersteller, die das

Marktsegment für sich erschließen, wie die chinesische SPIC Xi'an Solar Power. Das leistungsstärkste Modul am Markt ist derzeit das »JumboBlue« von JA Solar mit 800 Watt.

Möglich wurde diese Entwicklung letztlich durch die Halbzellentechnologie, also den Trend, Zellen zu halbieren (oder auch zu dritteln, vierteln etc.), um so die Ströme und damit die Verluste zu reduzieren. Problematisch war hierbei bis vor einiger Zeit noch, dass die Zerteilung der Zellen zu unsauberen Kanten führen konnte, die dann Kurzschlüsse verursachten. Inzwischen ist das Verfahren aber gut im Griff, sodass immer mehr Modulhersteller auf diesen leistungssteigernden Kniff zurückgreifen.

Für jeden etwas: Großmodule wie hier aus der Baureihe »Vertex« von Trina Solar (1) leisten inzwischen über 500 Watt und sind insbesondere für große Solarparks geeignet. Das etwas kleinere Modul (2) mit 400 Watt stammt von der chinesischen SPIC Xi'an Solar Power aus Xining und zeichnet sich durch seine Bifacialität aus. Ein weitere Trend sind Module mit überlappender Zellanordnung, wie hier der Typ CS1H-335MS (3) von Canadian Solar, die besonders hohe Leistung erbringen. Wer auf Langlebigkeit Wert legt, sollte Doppelglasmodule (4) in Betracht ziehen, wie das »Solon R-WG 120n/340« der deutschen Solycy Technology. Von Solycy stammt auch das kleinste Modul in dieser Gruppe (5): Das »Solo« hat eine Leistung von 75 Watt und ist mit seinen geringen Abmessungen auch für kleine oder verwinkelte Dächer geeignet.

Damit wurde jedoch auch der Weg frei zu immer größeren Wafern und Zellen. Waren Kantenlängen zwischen 158 und 166 Millimetern das Maß der Dinge, kamen im letzten Jahr auch deutlich größere Wafer auf den Markt mit 182 beziehungsweise 210 Millimetern Kantenlänge. Dabei sind Solarzellen mit diesen Abmessungen keine neue Idee. Bereits 2004 hatte die damalige Q-Cells SE (heute Hanwha Q Cells) auf dem Photovoltaik-Symposium in Bad Staffelstein ihre »Q8«-Zelle mit einer Kantenlänge von 200 Millimetern vorgestellt. Abnehmer fanden sich dann allerdings keine, da die Ströme dieser Riesenzellen den Modulherstellern zu hoch waren. Das Problem konnte erst jetzt durch die Verbesserung der Zellschneideprozesse überwunden werden.

Wettrüsten um große Zahlen

Man produziert also größere Zellen, um sie anschließend wieder zu zerkleinern. Was auf den ersten Blick paradox erscheint, hat das Potenzial, die Produktionskosten deutlich zu senken. Größere Zellformate werden sich somit künftig durchsetzen, da ist sich Klaus Hofmeister, Produktmanager bei Trina Solar, ziemlich sicher: »Wir haben eine hohe Nachfrage nach diesen großen Modultypen. Mit dem 550-Watt-Modul, das wir mit der 210er-Zelle schon in Produktion haben, werden schon die ersten Projekte beliefert.«

Zum Einsatz kommen diese Module hauptsächlich in großen Solarkraftwerken. Für Aufdach-Anlagen sind sie wegen ihrer Größe und der Herausforderungen beim Handling weniger geeignet. Maximilian Schurade, Direktor Technisches Marketing bei Hanwha Q Cells, kennt die Probleme: »Es gibt am Markt jetzt durchaus Module mit Maßen von mehr als 2,5 mal 1,1 Metern. Man muss sich bei diesen Formaten deutlich mehr Gedanken auch über die mechanische Stabilität machen.« Auch werde die Montage ja immer noch von Hand ausgeführt: »Da gibt es natür-

lich Hilfsmittel wie Carrier, die bei der Installation mitfahren, aber am Ende sind es immer noch Menschen, die diese extrem großen Module bewegen müssen.« Sein Unternehmen ist deshalb dem Club der Über-500-Watt-Module noch nicht beigetreten, auch weil seiner Erfahrung nach bei den Kunden »eine gewisse Ernüchterung eintritt, wenn die gesehen haben, wie groß diese Module eigentlich sind.« An dem »Wettrüsten im letzten Jahr«, bei dem »jeder Modulhersteller dann eine etwas größere Zahl auf sein Modul draufschreiben wollte« habe man nicht teilnehmen wollen. Das größte Modul von Hanwha Q Cells, das XL-G9, misst 2,17 mal 1,03 Meter, wiegt 26 Kilogramm und leistet immerhin 460 Watt. Die Nachfolgegeneration soll dann aber auch über 500 Watt kommen.

Großformatige Zellen kommen jedoch auch in etwas kleineren Modulen zum Einsatz. Trina beispielsweise hat mit seiner »Vertex S«-Baureihe nun auch kleinere Module mit den 210er-Zellen im Angebot. Das Modul misst 1,75 mal 1,1 Meter, hat ein Gewicht von 21 Kilogramm und leistet bis zu 400 Watt. Zum 15. Januar wurde mit der Produktion begonnen, berichtet Hofmeister: »Mit diesem Produkt möchten wir künftig das Segment der Hausdächer sowie der Gewerbedächer bedienen.« Die Produktion kleinerer Modultypen mit 158-Millimeter-Zellen werde derzeit beendet. Der Preisdruck bei den großen Solarkraftwerken, der letztlich zu den Großmodulen führte, bringt somit auch preisgünstigere Modulen für kleine Anlagen.

Abstände verringern

Eine Fläche von zweieinhalb bis drei Quadratmetern und ein Gewicht über 25 Kilogramm, wie sie Großmodule aufweisen, mögen beeindruckend, Wirklich bemerkenswert ist aber, dass diese Module mit Leistungen oberhalb 500 Watt nicht noch deutlich größer und schwerer sind. Das liegt daran, dass Modulhersteller parallel zur Erhöhung der Nennleistung auch bei der Erhöhung der Modulwirkungsgrade immer noch Fortschritte machen. Obwohl die Technologie der Silizium-Einfachzellen, die nicht aus mehreren gestapelten Teilzellen bestehen, bereits nahe am physikalisch möglichen Optimum ist, realisieren die Hersteller durch Verbesserungen des Moduldesigns immer noch ein Quäntchen mehr Leistung je Fläche.

Ein Ansatz ist hierbei, die Packungsdichte zu erhöhen, also die Abstände zwi-

schen den Zellen zu reduzieren. Bei der Standardverschaltung, also der Verbindung der Vorderseite der einen Zelle mittels Draht zur Rückseite der nächsten Zelle, betrug die Lücke bislang noch zwei bis drei Millimeter. Manche Modulhersteller haben es geschafft, diesen Abstand deutlich zu reduzieren – mit speziellen Tricks wie einem Z-förmigen Verbindungsdraht zwischen den Zellen sind auch 0,3 Millimeter möglich. Auch Trina kommt mit seiner »High-Density«-Technologie, die auf konventioneller Ribbon-Löttechnologie basiert, auf einen Abstand in Längsrichtung von nur noch 0,5 Millimetern.

Hanwha Q Cells geht mit der hauseigenen »Zero Gap«-Technologie nun noch einen Schritt weiter. Die Zellen werden ganz leicht überlappend verschaltet (bis zu 0,5 Millimeter). Der verbindende Draht bleibt hier gerade, Z-Verbinders sind nicht nötig (siehe Grafik auf Seite 24). Schurade weist darauf hin, dass das Verkippen der Zellen eigentlich nicht die relevante Neuerung ist (die Grafik stellt dies zur besseren Verständlichkeit deutlich übertrieben dar): »Man muss den Zell-String einfach so einstellen, dass der Abstand reduziert wird. Das war der einfache Teil.« Die Herausforderung habe dann darin bestanden, die nachfolgenden Prozesse so anzupassen, dass später keine mechanischen Probleme auftreten: »Wie hoch ist der Druck während der Lamination? Wie heiß muss die Folie sein? Das sind Fragen, die bei dieser Technologie deutlich relevanter sind als bei einer Standardverschaltung.«

Deutlich stärker als bei »Zero Gap« fällt die Überlappung bei Schindelmodulen aus. Die leitende Verbindung wird hier mittels eines leitfähigen Klebers zwischen der Oberseite der einen und der Unterseite der nächsten Zelle hergestellt. Ein Vorteil ist, dass die Zelloberfläche hierbei nicht mit Verbindern verdeckt wird, ein Nachteil, dass es bislang noch wenig Erfahrung mit den Klebern gibt. Auch bei einem Zellbruch können die Auswirkungen auf den Ertrag des Gesamtmoduls deutlich ausfallen. Experten mit langjähriger Erfahrung in der Zell- und Modulproduktion wie Armin Froitzheim, Technologie-Geschäftsführer beim Dresdener Modulhersteller Solarwatt, halten diese Technologie deshalb auch für noch nicht ausgereift (siehe Interview Seite 22). Hofmeister findet die Schindeltechnik zwar interessant, man habe das Thema »definitiv auf dem Schirm«, aber die Zuverlässigkeit sei noch nicht so weit, dass man die Technologie einsetzen wolle.

»Auf jeden Fall einen etablierten Anbieter nehmen«

Armin Froitzheim, Technologie-Geschäftsführer beim Dresdener Photovoltaik-Systemanbieter Solarwatt, bewertet die Trends bei Solarmodulen

PHOTON Sie sind seit 1999 im Solarbereich tätig und haben bei mehreren großen Zell- und Modulherstellern in der technologischen Entwicklung gearbeitet. Worauf soll man denn bei einem guten Solarmodul achten?

Armin Froitzheim Man sollte wirklich auf die Firma achten, bei der man einkauft. Man sollte das Vertrauen haben, dass es diese in längerer Zeit noch geben wird. Ich würde auf jeden Fall einen etablierten Anbieter nehmen. Ein gutes Produkt sind für mich Glas-Glas-Module, weil sie eine deutlich bessere Langlebigkeit versprechen, weniger Feuchte eindringen kann und sie mechanisch stabiler sind.

PHOTON Die meisten Module sind jedoch heute noch Glas-Folien-Module. Woran liegt das?

Froitzheim Diese lassen sich insgesamt einfacher herstellen und sind in der Produktion auch günstiger. Bei Glas-Glas brauchen sie, was die Herstellung betrifft, insgesamt deutlich mehr Know-how. **PHOTON** Wie viel teurer sind Glas-Glas-Module in der

Produktion im Vergleich zu Glas-Folien-Modulen?

Froitzheim Sie sind etwas teurer.

PHOTON Und wie viel länger halten diese Module?

Froitzheim Viele Hersteller geben 25 Jahre Garantie, wir gewähren auf unsere Glas-Glas-Module 30 Jahre. Wir haben bisher noch kaum Ausfälle registriert; die Reklamationsrate ist extrem niedrig.

PHOTON Lieber mit oder ohne Rahmen?

Froitzheim Der Rahmen ist natürlich besser für die Stabilisierung. Und ein gerahmtes Modul ist auch einfacher zu installieren.

PHOTON Welchen Zelltyp würden Sie bevorzugen?

Froitzheim Bei der Solarzellentechnologie erleben wir gerade einen Wandel. Aktuell sind Hauptprodukt PERC-Solarzellen¹⁾, und ich glaube, das wird auch noch weiter so bleiben. Aber es kommen jetzt vermehrt auch Module mit Hetero-Kontaktzellen auf den Markt, das sind interessante Produkte.

PHOTON Diese Heterojunction-Zellen sind aber empfindlicher gegenüber Feuchtigkeit im Modul als andere Zellen.

Froitzheim Ja genau, da müssen Sie die richtigen Folien einsetzen. Man kann das in den Griff kriegen, das ist auch ein Kostenthema. Wichtig ist, dass die Folien nicht feuchtigkeitsdurchlässig sind und



Armin Froitzheim ist seit Oktober Geschäftsführer Technologie beim Photovoltaik-Systemanbieter Solarwatt. Davor hat der promovierte Physiker bei der Ersol Solar Energy AG und Bosch Solar Energy gearbeitet und war vier Jahre als Director Operations für die Zell- und Modulfertigung bei Solarworld zuständig.

dann auch richtig verarbeitet werden. Dafür bieten Heterojunction-Zellen aber auch Vorteile gegenüber PERC-Zellen. Sie haben häufig einen höheren Wirkungsgrad und einen niedrigeren Temperaturkoeffizient. Der Nachteil ist natürlich, dass sie noch teuer sind. Da gibt's auch noch einiges zu tun.

PHOTON Es kommen auch immer mehr Module mit halbierten Zellen auf den Markt. Funktioniert das auch mit Heterojunction-Zellen, oder stört hier die TCO-Schicht?²⁾

Froitzheim Diese Halbierungstechnologie muss man immer im Griff haben, denn

Vorteile für »TopCon«-Zellen

Zur Leistungserhöhung trägt auch der Trend zu Multi-Busbar-Verschaltungen der Zellen bei. Durch die höhere Anzahl der Strom abführenden Drähte können diese deutlich schmaler sein und decken so weniger Zellfläche ab. Sind die Drähte zudem rund, geht im Vergleich zu flachen, breiten Busbars nicht so viel Licht durch Reflexionen verloren. Und es fließt pro Draht weniger Strom, deshalb sind die Verluste geringer.

All das sind Gründe für Lars Podlowski, Geschäftsführer der Berliner Solyco GmbH, die unter der Marke Solon Module vertreibt, auf diese Technologie zu setzen. Bei seinen Überlegungen, wie das im Auftrag von Solyco zu fertigende, perfekte langlebige Module aufzubauen sei, sollten die Zellen unbedingt mit der Multi-Busbar-Technologie verschaltet werden, und zwar mit neun Runddrähten – bei vielen großen asiatischen Her-

stellern inzwischen Standard. Hingegen fand Podlowski in »ganz Europa« keinen einzigen Modulhersteller, der ihm diese Technologie angeboten hat. Die Solon-Module (die auch auf dem Eingangsfoto auf Seite 20 zu sehen sind), werden deshalb in Asien produziert.

Bei den Zellen hat Podlowski sich für »TopCon«-Zellen entschieden. Dies sei eines der vielversprechendsten Konzepte, die es derzeit am Markt gibt, denn die Zellen »zeigen keine lichtinduzierte Leistungsabnahme, sind sehr viel weniger anfällig für spannungsinduzierte Leistungsabnahme und die bei PERC-Zellen aufgetretene licht- und temperaturabhängige Degradation«. Der Reduzierung oder, besser noch Eliminierung dieser drei Phänomene – abgekürzt LID, PID und LeTiD – misst nicht nur Podlowski zentrale Bedeutung bei.

Die nicht vorhandene lichtinduzierte Degradation von TopCon-Zellen ist in-

des darauf zurückzuführen, dass es sich um Zellen auf Basis von n-type-Silizium handelt. Weil dieses Material, anders als p-type-Silizium, nicht mit Bor dotiert ist, können sich auch keine Bor-Sauerstoffkomplexe bilden, die den LID-Ärger verursachen. Das ist aber bei allen n-type-basierten Zellen so.

Weitere Vorteile der TopCon-Zelle sind ein vergleichsweise niedriger Temperaturkoeffizient von minus 0,32 Prozent Leistungsminderung je Grad Temperaturerhöhung sowie ein Bifacialkoeffizient von 80 Prozent, was bedeutet, dass der Wirkungsgrad der Zellrückseite immer noch 80 Prozent von dem der Vorderseite beiträgt. Gute PERC-Zellen (die auf p-type-Silizium basieren) kommen inzwischen aber auch schon auf Temperaturkoeffizienten von minus 0,35 Prozent. »So viel schlechter ist das auch nicht, aber immerhin noch ein merklicher Unterschied«, meint Podlowski.

es kann zu Kontakten an den gebrochenen Grenzflächen kommen. Dann gibt es Kurzschlüsse. PHOTON Solarzellen aus n-type-Silizium³⁾, wie Heterojunction-Zellen, sind ja auch weniger anfällig für Degradationseffekte, also Leistungsmin- derung. Wie sehen Sie vor diesem Hinter- grund Zellen aus p-type-Silizium wie PERC?

Froitzheim Natürlich gab's da Probleme am Anfang. Das fängt mit der richtigen Passivierung der Zelle an. Es gibt aber Tests auf die verschiedenen Degradati- onsmechanismen; werden diese bestan- den, dann ist es kein Problem.

PHOTON Tendenziell geben Hersteller auf Module mit p-type-Zellen eher kürzere Leistungs- garantien und auch auf einen geringeren Prozentsatz der Ausgangslei- stung als Hersteller, die n-type-Zellen ver- wenden.

Froitzheim Ich glaube nicht, dass n-type- Zellen von sich aus eine längere Lebens- dauer haben. Die Anfangsdegradation bei p-type-Zellen kann man inzwischen niedrig halten, und dann sind sie ebenso stabil wie n-type-Zellen.

PHOTON Kommen wir zum Verkapse- lungsmaterial der Module: meist wird EVA⁴⁾ eingesetzt, manchmal auch eine Polyolefinfolie

Froitzheim Die EVA-Folien sind feuchte- durchlässiger und empfindlicher. Wenn sie mehr Gewicht auf Langlebigkeit bei Ihrem Produkt legen, ist es wichtig, dass

keine Feuchtigkeit in die Module kommt, vor allem wenn sie feuchtigkeitsemp- findliche Zellen verwenden. Bei PERC- Solarzellen ist das aber nicht so schlimm. **PHOTON** Ist die Verwendung von EVA auch eine Kostenfrage?

Froitzheim Es ist ein auch ein Kostenthe- ma. EVA-Folien sind aber, wie die kristal- line Solarzellentechnologie, ein bewähr- tes Produkt. Deshalb wechselt man auch nicht so gerne auf andere Folien, wenn man es nicht wirklich muss, weil man 30, 40 Jahre Erfahrung mit EVA-Folien hat.

PHOTON Welche Trends gibt es bei der Verschaltung der Zellen?

Froitzheim Sinnvoll ist auf jeden Fall eine Technologie, bei der man weniger Strom pro Busbar⁵⁾ hat und so die Verluste re- duziert. Man hat bei Multi-Busbar-Ver- schaltungen auch eine geringere Ver- schattung, und die feineren Drähtchen führen zu einer geringere Reflektion des Lichts zurück in die Atmosphäre. Das ist ein Trend, der weitergehen wird.

PHOTON Zellen werden immer dichter im Modul gepackt, bis hin zu einer Überlap- pung. Wie schätzen Sie diese Module mit Schindeltechnik ein?

Froitzheim Da ist man, glaube ich, noch am Anfang. Man muss genau bewerten ob sie einen Vorteil gegenüber der Mul- ti-Busbar-Verschaltung haben. Die Auto- matisierung ist noch nicht soweit, und je mehr manuelle Schritte sie haben, desto größer werden die Risiken in der Produk-

tion. Aus meiner Sicht ist diese Tech- nologie noch nicht ausgereift

PHOTON Eine Fehlerquelle im Modul sind Bypassdioden. Welche Entwick- lung sehen Sie hier?

Froitzheim Die Standard-Bypassdioden gibt es auch schon ganz lange, und wir haben wenig Ausfälle mit diesen Dio- den zu verzeichnen. Aber es gibt na- türlicherweise auch elektronische Bypassdioden, die das noch verbessern können. Man hat dann möglicherwei- se andere Probleme, weil die Elektronik ausfällt. Das muss man halt testen. Die Standard-Bypassdiode ist jedenfalls eine lang etablierte Technologie.

PHOTON Wo geht die Entwicklung in der Zelltechnologie ihrer Meinung nach hin?

Froitzheim Es gibt in der Perowskit-Welt viele interessante Ansätze, Monozel- len wie auch Tandemzellen mit Silizi- um. Da gibt es wirklich viele interes- sante Entwicklungen. Zu kaufen sind diese Produkte meines Wissens noch nicht. Ich rechne damit in einigen Jahren. Interview: Anne Kreutzmann

*1) Passivated emitter rear cell (Rückkontaktzelle mit passiviertem Emitter)

*2) Transparent conducting oxides (transparente, leitfähige Oxide)

*3) Silizium (-Wafer) mit negativer, für Solarzellen norma- lerweise mit Phosphor ausgeführter Dotierung; positive Dotierung (p-type) erfolgt mit Bor

*4) Ethylenvinylacetat

*5) Sammelschiene, Sammelkontakt

SOLON 



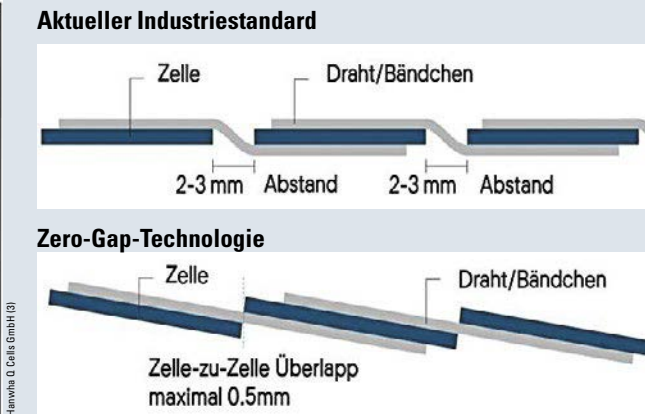
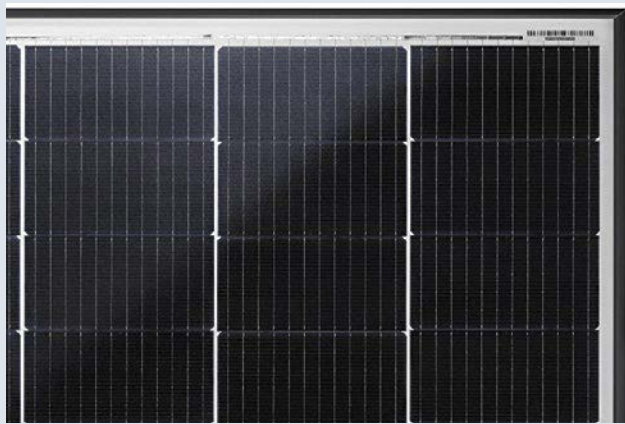
R-xG 120n Serie

Doppelglas-Module für alle Anwendungen

- Für Anspruchsvolle, ästhetisch & leistungsstark (standard; full-black; transluzent)
- n-TOPCon Solarzellen
- Frei von LID, PID und LeTID
- Hochwertige Ausstattungsdetails

Entwickelt und designt in Deutschland

Verschaltung von Zellen



Keine Lücken mehr zwischen den Zellen: Hanwha Q Cells hat mit der Baureihe »Q.PEAK DUO-G9« Ende 2020 seine ersten Module mit der »Zero-Gap«-Technologie auf den Markt gebracht

»Immer wieder ein Thema«

Das Besondere am TopCon-Konzept ist eine spezielle Passivierungsschicht, die je nach Hersteller aus Polysilizium oder Aluminiumoxid bestehen kann. Der Wirkungsgrad der von Solyco bei einem nicht namentlich genannten asiatischen Hersteller bezogenen Zellen beträgt rund 23 Prozent. Das liegt etwas über den besten PERC-Zellen. Auf Laborebene hat Jinko Solar mit einer TopCon-Zelle kürzlich sogar 24,9 Prozent bekanntgegeben. Erstmals kommerzialisiert wurde das Konzept dabei schon vor etlichen Jahren durch den Dünnschichthersteller First Solar in seiner kristallinen Modulbaureihe mit »Tetrasun«-Zellen (PHOTON 9-2012), die jedoch bald darauf wieder vom Markt verschwanden.

Noch sind Hersteller von TopCon-Zellen dünn gesät. Seinen Lieferanten würde »in Europa kein Mensch kennen«, so Podlowski, und ihm seien lediglich eine Handvoll weiterer Hersteller bekannt. Auch Trina Solar hat bereits Erfahrung mit TopCon-Zellen und 2019 ein Modul mit den hauseigenen »i-TopCon« herausgebracht, diese Baureihe dann aber wieder aus dem Programm genommen. Nach Gründen gefragt, erzählt Klaus Hofmeister, man habe »weder bei der Effizienz noch bei den Kosten einen signifikanten Vorteil gesehen«. Zumindest sei der Abstand zu aktuellen p-type-PERC-Zellen aus monokristallinem Silizium »nicht so groß, dass sich das wirtschaftlich darstellen lässt«. N-type-Zellen seien immer wieder ein Thema bei Trina Solar, man schaue sich aber neben TopCon auch andere n-type-Konzepte wie Heterojunction-Zellen an. 2021 werde

man »möglicherweise« ein neues n-type-Modul auf den Markt bringen. Ein solches Produkt wäre dann im Premium-Segment für den Hausdachbereich angesiedelt.

Auch bei Hanwha Q Cells beobachtet man die TopCon-Technologie mit großem Interesse: »Das ist einer von mehreren Kandidaten für die nächste Generation, ganz klar«, sagt Maximilian Schurade. Bei Heterojunction-Zellen, wie sie demnächst die Schweizer Meyer Burger AG in Deutschland herstellen will, sieht er eine der Herausforderungen bei der Feuchtigkeitsempfindlichkeit dieses Zelltyps. Allerdings hätten Hersteller wie Panasonic bereits jahrzehntelange Erfahrung mit dieser Technologie: »Man sieht deshalb, dass man das in den Griff bekommen kann.«

Und die kleinen Formate?

Ein Ansatz, besonders feuchtigkeitsempfindliche Zellen zu verarbeiten, ist die Wahl der richtigen Folie. Hier kommt bei Glas-Folien-Modulen immer noch vor allem EVA zum Einsatz, eine Alternative sind Polyolefin-Folien. Auch Glas-Glas-Module schützen Zellsensibelchen besonders gut. Nicht nur, dass die Zellen in der sogenannten neutralen Phase liegen und so keiner Zug- oder Druckspannung ausgesetzt sind, auch die Feuchtigkeit wird weitgehend draußen gehalten. Der Trend zu immer dünneren Gläsern macht zudem den Nachteil des höheren Gewichts von Glas-Glas-Modulen gegenüber Glas-Folien-Modulen wett. Üblich ist inzwischen die Verwendung von zwei Millimeter dicken Scheiben auf der Vorder- und Rückseite, die Markteinführung

von Scheiben mit nur noch 1,6 Millimetern wird erwartet. Handelsübliche Glas-Folien-Module haben heute Scheibendicken zwischen 2,8 und 3,2 Millimetern. Auch die Produktionskosten für Glas-Glas-Module nähern sich denen von Glas-Folien-Modulen immer weiter an. Damit könnten diese Bauform, der eine deutliche höhere Lebensdauer nachgesagt wird, auch für Großprojekte interessant werden: »Man sollte im Großanlagenbereich das Thema Glas-Glas nie aus den Augen lassen, speziell die Baureihe der bifazialen Module ist für Investoren und Anlagenbauer ein sehr erfolgreiches Produkt« so Hofmeister.

Großmodulen, vermutlich als Glas-Glas-Variante, mit besonders dicht gepackten Zellen, gefertigt nach Hochleistungs-konzepten wie Heterojunction und TopCon, wird damit die Zukunft gehören. Die Vorteile der gesunkenen Produktionskosten werden sich dabei auf die gesamten Produktpalette der Hersteller auswirken.

Schon jetzt sind aber am Markt kaum noch wirklich kleine Module zu finden, die aber für bestimmte Fälle, etwa Dächer mit Gauben, Schornsteinen und Dachfenstern, nun einmal häufig benötigt werden. Es bildet sich im wahrsten Sinne des Wortes eine Marktlücke. Eine kleine Umfrage von PHOTON unter Modulherstellern hat dann aber doch noch auch in diesem Segment einen kleinen Lichtblick erbracht. Solyco wird im April ein 75-Watt-Modula auf den Markt bringen (siehe Eingangsfoto). Das »Solo« misst 1,2 mal 0,35 Meter und wiegt 5,5 Kilogramm. Und enthält, natürlich, TopCon-Zellen.

Anne Kreutzmann