

N-Peak-Technologie von REC: Wie REC die preisgekrönte Technologie einer monokristallinen N-Typ-Plattform einsetzt, um langfristige Leistung für dauerhafte Erträge zu liefern

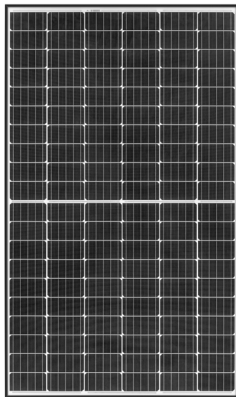
REC N-Peak ist ein brandneues Solarmodul des führenden europäischen Herstellers, das auf preisgekrönter Technologie aufbaut und sich durch einen innovativen Modulaufbau mit hoher Leistung auszeichnet. Durch den erstmaligen Einsatz einer N-Typ-Monosilizium-Plattform in der Serienproduktion von REC ist REC N-Peak in Wattklassen bis 330 Wp erhältlich und bietet den Kunden ein Produkt, das hohe Leistungen mit der höchsten Produktqualität am Markt verbindet.

Was ist das REC N-Peak?

REC N-Peak ist ein neues Solarmodul, das auf der mehrfach preisgekrönten Technologie von REC aufbaut und über eine innovative, hocheffiziente Zelltechnologie für höchste Leistung verfügt. Basierend auf monokristallinen N-Typ-(Mono-)Siliziumzellen erreicht die 60-zellige N-Peak-Reihe von REC Watt-Klassen von bis zu 330 Wp.

Das erste wesentliche Merkmal von REC N-Peak, das es von anderen REC-Produkten unterscheidet, ist der Zelltyp. Damit ist REC zum ersten Mal in die Produktion von monokristallinen N-Typ-Zellen eingestiegen. N-Peak basiert auf Mono-Wafern in Standardgröße, die durch unsere Halbzellen-Technologie in zwei gleich große Stücke geteilt wurden, sodass insgesamt 120 separate Zellen vorhanden sind.

Abb. 1: Das N-Peak-Modul von REC mit Monozellen und „Twin“-Zellen-Anordnung



Die 120 Zellen werden dann auf zwei Modulhälften mit je drei 20-Zellensträngen verteilt und die beiden Hälften dann parallel zusammengeschaltet. Dieser Aufbau wird durch eine Reihe weiterer technischer Voraussetzungen ergänzt:

- Fünf Busbars
- PERT (Passivated Emitter Rear Cell Totally Diffused)
- Geteilte Anschlußdosen

REC N-Peak verfügt außerdem über eine neue Generation von Rahmenausführungen, mit einer niedrigeren Rahmenhöhe, jedoch mit Querstreben auf der Rückseite, um eine erhöhte Tragfähigkeit zu gewährleisten.

Was unterscheidet eine Monozelle von einer Multizelle?

Wie der Name schon sagt, werden Multisilizium-Ingots aus mehreren Kristallen gebildet, während Monosilizium aus einem einzigen gewachsen ist. Das bedeutet, dass ein Mono-Ingot, und somit der Wafer oder die Zelle, eine höhere Reinheit des Siliziums aufweist, was ihm eine höhere Absorptionseffizienz, keine sichtbare Kristallstruktur und eine gleichmäßig dunkle Farbe verleiht. Diese Unterschiede haben einen entscheidenden Einfluss auf die Leistung der Zellen und führen zu einer niedrigeren Zelltemperatur, was die Energieausbeute vor allem bei höheren Temperaturen verbessert.

Die Herstellung eines Mono-Wafers unterscheidet sich von dem eines Multi-Wafers und erzeugt die ausgeprägten abgerundeten Ecken einer Monozelle. Der Grund hierfür ist, dass Mono-Silizium aus der Schmelze als Zylinder erstarrt und Poly-Silizium als Quader. Entsprechend weisen die daraus geschnittenen Wafer eine Abrundung der Ecken auf oder sind rein quadratisch.

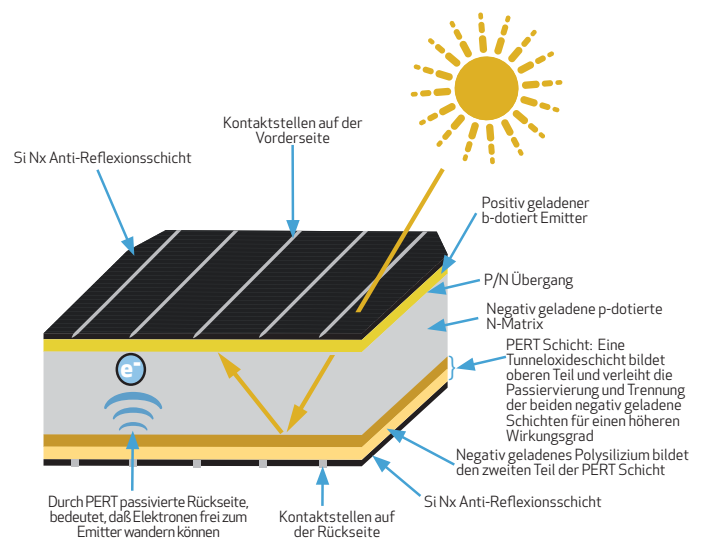
Was ist die N-Typ-Technologie und welche Vorteile bietet sie?

REC-Module basieren bisher auf der P-Typ-Multi-Wafer-Technologie. Der Markt verlangt jedoch nach immer leistungsfähigeren und effizienteren Modulen und der Umstieg auf eine Mono-Wafer-Plattform ermöglicht es REC, dieser Nachfrage gerecht zu werden. Das P in P-Typ steht für positiv, wobei die Zellmatrix mit Bor dotiert ist, das ein Elektron weniger besitzt als Silizium, wodurch eine positive Ladung erzeugt wird.

Beim N-Typ wird die Zellmatrix dagegen mit Phosphor dotiert, das ein Elektron mehr besitzt als Silizium, wodurch eine negative Ladung entsteht. Da Mono-Zellen in der Regel effizienter sind als Multi-Zellen, wird die N-Typ-Technologie bisher ausschließlich bei Mono-Zellen eingesetzt, um ihre hohen Wirkungsgrade optimal zu nutzen und immer höhere Wattklassen zu erreichen.

Noch wichtiger ist, dass wegen des Fehlens des Bors es auch keine Reaktion von Bor und Sauerstoff geben kann. Diese Reaktion ist die Hauptursache für die lichtinduzierte Degradation der Zelle, so dass diese vom ersten Moment an ohne Leistungsabfall arbeitet.

Abb. 2: Querschnitt einer REC N-Peak-Zelle mit negativ geladener Masse und PERT-Schicht



Marktstudien haben gezeigt, dass in den nächsten zehn Jahren mit einem Anstieg der N-Typ Marktanteils auf rund 25 % gerechnet wird. Deshalb hat sich REC entschlossen, die P-Typ-Mono-Technologie zu überspringen und gleich N-Typ-Lösungen anzubieten. Es gilt jedoch zu beachten, dass die Multi-Technologie bis Mitte der 2020er Jahre immer noch bei etwa 50 % Marktanteil liegen und damit ein wichtiger Industriezweig bleiben wird.¹

Was hat REC in der Mono-N-Typ-Produktion erreicht?

REC hat in seinem integrierten Werk in Singapur eine neue hochmoderne Mono-Zellen-Produktionsanlage errichtet. Mit der gesamten Erfahrung in der Halbzellen-Technologie und der Passivierung von Zellenrückseiten hat REC viel investiert, um sicherzustellen, dass die Mono-N-Typ-Produktion den hohen hauseigenen Qualitätsansprüchen genügt.

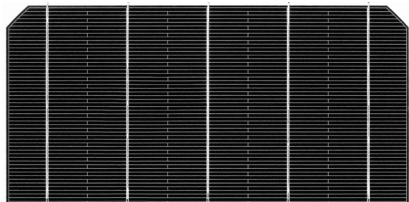
¹ ITRPV Ninth Edition 2018, International Technology Roadmap for Photovoltaic Results 2018, www.itrpv.net/Reports/Downloads/

Welche Vorteile bieten Halbzellen?

Wie in Abb. 3 zu sehen ist, werden die Monozellen von REC N-Peak in zwei gleiche rechteckige Stücke geschnitten. Die Halbierung der Zelle reduziert den internen Strom um 50%. Da die Verlustleistung proportional zum Quadrat des Stroms ist, wird die Verlustleistung im gesamten Modul um den Faktor vier reduziert.¹

Die Reduzierung des Leistungsverlusts in einer Halbzelle erzeugt einen höheren Füllfaktor - ein Indikator für die Zellqualität. Module mit einem höheren Füllfaktor haben einen niedrigeren Serienwiderstand, was einen geringeren Verlust in der Zelle bedeutet. Dies führt wiederum zu höheren Energieerträgen, insbesondere in Zeiten mit hoher Bestrahlungsstärke.

Abb 3: REC N-Peak Mono-Halbzelle N-Typ, mit 5 Busbars und dem dunkleren, einheitlichen Aussehen einer Monozelle mit ihren ausgeprägten abgerundeten Ecken



Welche Vorteile bringen fünf Busbars für das Produkt?

Fünf Busbars auf einer Zelle verringern die Entfernung, die die Elektronen zurücklegen müssen. Dadurch wird der innere Widerstand in der Zelle gesenkt, sodass der Zellenstrom ansteigt. Zusätzlich ergibt sich eine höhere Redundanz des Elektronenflusses, und somit eine höhere Zuverlässigkeit des Moduls.

An den N-Peak-Zellen wurden strenge beschleunigte Alterungstests durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten eine hohe Langlebigkeit des Produkts bei gleichbleibend hoher Effizienz.

Was sind die Vorteile der PERT-Technologie?

Im Jahr 2015 hat REC als erster Modulhersteller die PERC-Technologie (Passivated Emitter Rear Cell) für die Massenproduktion von Multi-Silizium-Zellen eingeführt. PERC ist eine zusätzliche Schicht auf der Rückseite der Zelle mit vielen kleinen Löchern, die eine elektrische Kontaktierung der Rückseite ermöglichen. Dies reduziert die Elektronenrekombination und reflektiert auch bestimmte Wellenlängen. Dadurch wird der Zelle eine zweite Chance verliehen das Licht einzufangen. Dadurch sinkt die Betriebstemperatur und der Wirkungsgrad steigt.

Durch die große Erfahrung und das Know-how in der Anwendung der rückseitigen Zellpassivierung mit PERC konnte REC diese Technologie für N-Typ-Mono-Zellen entwickeln, bei denen die Rückseite der Zelle nun völlig passiviert ist, d.h. keine winzigen Löcher mehr aufweist. Diese Passivierungsschicht wird als Passivated Emitter Rear Cell Totally Diffused (PERT) bezeichnet und wirkt wie eine Sperrschicht über den gesamten Bereich der Zelle, die die beiden negativ geladenen Schichten trennt und eine Rekombination von Elektronen auf der Rückseite verhindert (Passivierung).

Um dies zu untermauern, haben unabhängige Tests gezeigt, dass die REC N-Peak-Reihe einen NMOT-Wert (Normal Module Operating Temperature) von marktführenden 44°C und einen beeindruckenden Temperaturkoeffizienten von -0,35 %/°C aufweist.

Welche Vorteile bietet eine geteilte Anschlussdose?

Die Verwendung einer dreiteiligen Anschlussdose (Abb. 4) ist der Schlüssel für die „Twin“-Zellenanordnung der Module der REC N-Peak-Reihe. Die Aufteilung der Dose erfordert weniger Leitermaterial, was wiederum den Widerstand im Modul reduziert und Platz spart. Dies ermöglicht einen etwas größeren Abstand zwischen den Zellen, wodurch die Reflexion von Licht erhöht wird, das nicht direkt auf eine Zelle auftrifft. Somit kann es eingefangen werden und zur Energieerzeugung beitragen.

Bei drei kleineren Dosen verringert sich die Temperaturentwicklung im Vergleich zu einem Standardmodul um 15 bis 20°C. Dadurch erhöht sich die Zuverlässigkeit der Module und somit die Gesamtleistung.

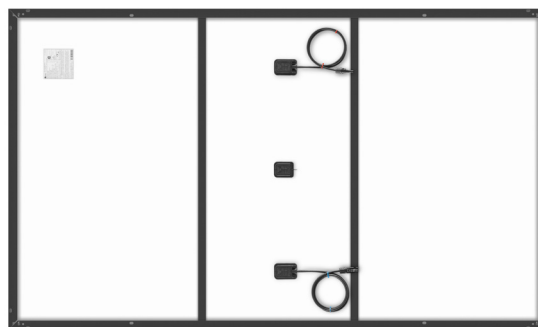
Die Verwendung der geteilten Anschlussdose ermöglicht es das Modul in zwei ‚Zwillingszellenabschnitte‘ von 60 parallel geschalteten

Halbzellen aufzuteilen (Abb. 1). Mit dieser Anordnung kann das Modul weiterhin Energie produzieren, auch wenn ein Teil des Moduls oder der Strang verschattet ist. Das bedeutet, dass bei Verschattung kein ganzer Zellenstrang über die gesamte Länge des Moduls über die Diode kurzgeschlossen wird, sondern nur die halbe Länge, sodass mindestens 50% des Moduls weiterhin zum Gesamtenergieertrag beiträgt.

Welche Vorteile bietet die neue Rahmenkonstruktion von REC?

Die neue Rahmenkonstruktion der REC N-Peak Reihe bietet trotz ihrer geringen Höhe von nur 30 mm mehr Festigkeit und Robustheit als Standardprodukte. Ein dreijähriges Entwicklungsprojekt ermöglichte erstmals den Einsatz von zwei Querstreben auf der Rückseite eines 60-Zellen-Moduls, wodurch die Tragfähigkeit drastisch erhöht wurde.

Abb 4: Rückansicht des REC N-Peak-Moduls mit Querstreben und geteilten Anschlussdosen



Die beiden Querstreben auf der Rückseite verhindern, dass sich Glas und Laminat so weit verbiegen, wie es sonst bei hoher Belastung der Fall wäre. Durch die geringere Durchbiegung sind die Zellen weniger anfällig für Schäden, was ihre Haltbarkeit und langfristige Zuverlässigkeit erhöht, da die Wahrscheinlichkeit von Bruch und Verformung stark reduziert wird. Mechanische Belastungstests haben dies mit weniger als 1% Degradation bewiesen. Die Querstreben verleihen dem Modul so viel zusätzliche Festigkeit, dass es sogar Abwärtsbelastungen von bis zu 7000 Pa standhält.

Fazit:

Der Einsatz der Mono-N-Typ-Technologie in der REC N-Peak-Reihe bringt die Modulleistung, den Wirkungsgrad und die Wattklassen immer weiter voran. Mit ihrem höheren Reinheitsgrad sind Mono-Zellen in der Lage, Sonnenlicht effizienter in Energie umzuwandeln, wobei die N-Typ-Technologie den Wirkungsgrad der Zellen noch weiter steigert. PERT hilft, die Zellen vor Überhitzung zu schützen und damit einen noch höheren Wirkungsgrad zu erreichen. Da kein Bor in der Zellmatrix vorhanden ist, tritt kein LID auf: Das Ergebnis ist ein gleichbleibend hoher Energieertrag für den Kunden, denn es ist nicht nur die anfängliche Ausgangsleistung eines Solarmoduls entscheidend, sondern auch die Leistung über seine gesamte Lebensdauer. Hier zeichnet sich die REC N-Peak-Reihe mit der neuen Rahmenkonstruktion durch eine zusätzliche Robustheit aus.

Dank der Technologie auf Zellenebene, die eine höhere Energieerzeugung ermöglicht und der stärkeren Rahmenkonstruktion, die sicherstellt, dass die Leistung über Jahrzehnte hinweg erhalten bleibt, wird die REC N-Peak Reihe durch eine Garantie für maximal 2% Degradation im ersten Jahr und 0,5% Degradation in den Jahren 2-25 unterstützt. Dies führt nach 25 Jahren zu einem Endwert von 86%, was dieses Modul zum idealen Solarmodul für eine hohe Energieerzeugung über die gesamte Lebensdauer macht.

¹ Verlustleistung = R x I², wobei R der Widerstand und I der Strom ist