



AIKO-ABC-Module

Technisches
Weißbuch



Die Geburtsstunde der ABC-Module

AIKO beschäftigt sich seit vielen Jahren intensiv mit der Technologie von Photovoltaik- (PV)-Zellen und verfügt über eine branchenführende Forschungs- und Entwicklungs- (F&E-) sowie Fertigungstechnik für PV-Zellen, die von Unternehmen für kristalline Siliziummodule weltweit anerkannt wird. Angesichts der Tatsache, dass der Wirkungsgrad der herkömmlichen „Passivated Emitter and Rear Cell“- (PERC)-Technologie nahe an der theoretischen Grenze des Wirkungsgrads in der Massenproduktion liegt, sowie aufgrund der dringenden Anforderungen an die Entwicklung neuer Energien im In- und Ausland sowie des harten Wettbewerbs in der Branche hat AIKO die „All Back Contact“- (ABC)-Zellentechnologie (bassierend auf eigenen Patenten) entwickelt, die sich durch extrem hohe Leerlaufspannung, Stromstärke, Wirkungsgrad sowie einen extrem niedrigen Temperaturkoeffizienten, eine extrem niedrige Arbeitstemperatur des Moduls und eine hervorragende Zuverlässigkeit des Moduls auszeichnet.

AIKO ABC wurde entwickelt, um eine grüne Entwicklung zu fördern und um einen Beitrag zur Begrenzung der Kohlenstoffemissionen und zur Kohlenstoffneutralität zu leisten. Mit der starken Unterstützung der ABC-Zellentechnologie konzentriert sich das F&E-Team für Module auf die „Knackpunkte“ der PV-Industrie, wie z. B. die Erhöhung der Ausgangsleistung, die Reduzierung der Verluste und der Systemkosten (BOS). Mit dem Modulkonzept von hoher Leistung und hoher Zuverlässigkeit umfassen die ABC-Module zwei Serien – die „Black Hole“- und die „White Hole“-Serie –, mit einem maximalen Modulwirkungsgrad von bis zu 24 % und einer maximalen Ausgangsleistung des 72-Zellen-M10-Moduls (AIKO-A-MAH72Mw) von bis zu 620 W.



445–460 W
AIKO-A-MAH54Mb



595–615 W
AIKO-A-MAH72Mb



450–465 W
AIKO-A-MAH54Mw



600–620 W
AIKO-A-MAH72Mw



440–455 W
AIKO-A-MAH54Db



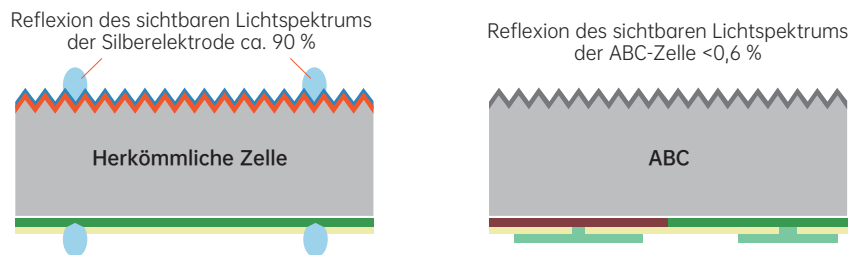
595–615 W
AIKO-A-MAH72Dw

Modulmodell	Modulleistung	Modulwirkungsgrad	Modulabmessungen
AIKO-A-MAH54Mb	445–460 W	23,6 %	1722x1134x30
AIKO-A-MAH72Mb	595–615 W	23,8 %	2278x1134x35
AIKO-A-MAH54Mw	450–465 W	23,8 %	1722x1134x30
AIKO-A-MAH72Mw	600–620 W	24,0 %	2278x1134x35
AIKO-A-MAH54Db	440–455 W	23,3 %	1722x1134x30
AIKO-A-MAH54Dw	445–460 W	23,6 %	1722x1134x30
AIKO-A-MAH72Dw	595–615 W	23,8 %	2278x1134x30

Untersuchung des extremen Wirkungsgrads von kristallinen ABC-Siliziumzellen

▪ Ganzflächige Licht-Absorption

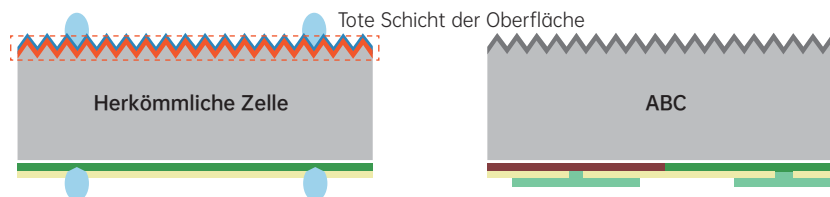
Die ABC-Zelle hat keine Verschattungsverluste auf der Vorderseite, was zu einem höheren Wirkungsgrad der Module und zu einer extrem hohen Lichtabsorption führt, die sozusagen ein „schwarzes Loch“ für die Lichtabsorption bildet. Da sich auf der Vorderseite der Zelle keine Elektroden befinden, können sich auch keine "Schnecken Spuren" bilden.



Schematische Darstellung der herkömmlichen bzw. ABC-Zellstruktur: Verschattung auf der Vorderseite

▪ Stromerzeugung auf der Basis von Siliziumatomen

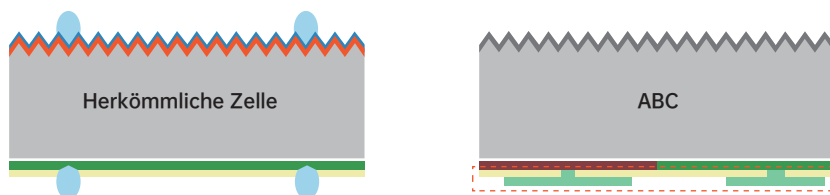
Bei der herkömmlichen Zellstruktur wird die Hochtemperaturdiffusion verwendet, und es bildet sich eine fehlerhafte Schicht, die so genannte „tote Schicht“. Die Elektronen-Loch-Paare, die durch das von den Siliziumatomen in der Nähe der toten Schicht absorbierte Licht entstehen, werden schnell eliminiert, so dass sie nicht zur Stromerzeugung beitragen. Allerdings werden alle Oberflächen und das Innere der ABC-Zellen mit einer hochwertigen Passivierungstechnik passiviert, während die durch die hohe Dotierung entstandene „tote Schicht“ beseitigt wird, um eine Stromerzeugung auf der Basis von Siliziumatomen zu erreichen.



Schematische Darstellung der herkömmlichen bzw. ABC-Zellenstruktur: Tote Schicht

▪ „All-Back“-Elektroden

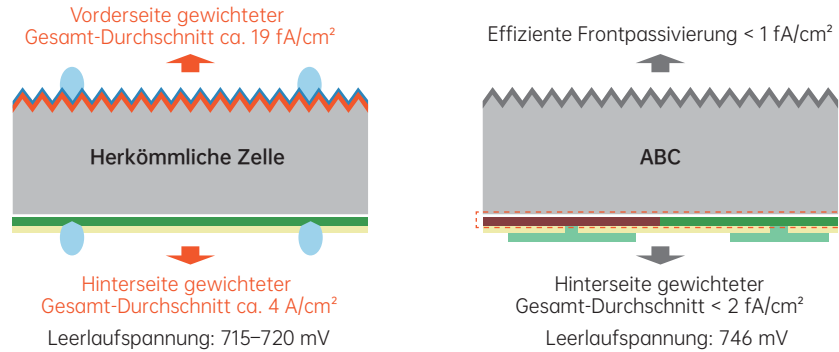
Bei der Breite der Vorderseitenelektrode herkömmlicher Zellen besteht ein Widerspruch zwischen Widerstand und Verschattung, was dazu führt, dass die Elektrode den Strom nicht effektiv übertragen kann. Für die ABC-Zelle wird die sog. All-Back-Elektroden-Konstruktion verwendet, um den Widerspruch zwischen Widerstand und Verschattung zu beseitigen. Dank unserer eigenen patentierten Konstruktion wird der Wärmeverlust des Elektrodenwiderstands um 60 % reduziert.



Schematische Darstellung der herkömmlichen bzw. ABC-Zellenstruktur: Rückseitenelektrode

Passivierte Kontakte an der Rückseite

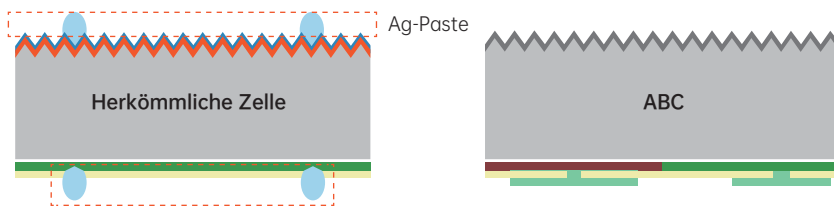
Die ABC-Zellen sind in der patentierten Rückseitenkontakt-Technologie gefertigt, bei der sich Emitter und Basis auf der Rückseite der ABC-Zelle befinden. Im Vergleich zur herkömmlichen Zellstruktur ist die Oberflächenrekombination um 87 % verringert, d. h. die Leerlaufspannung übersteigt 746 mV, was zu einem hervorragenden Verhalten des Temperaturkoeffizienten führt.



Schematische Darstellung der herkömmlichen bzw. ABC-Zellenstruktur: Oberflächenpassivierung

Vollkommen silberfreie Metallisierung

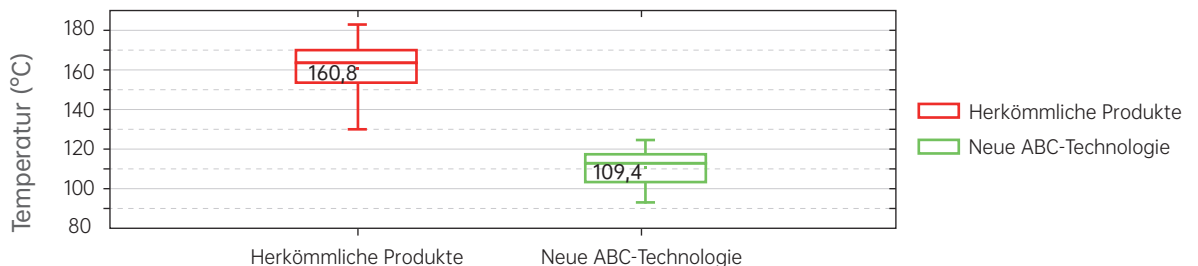
Bei herkömmlichen Zellen wird zumindest auf der Vorderseite Silber (Ag) verwendet, da die Zugkraft pro Flächeneinheit bei der silberfreien Metallisierung im Hinblick auf die Zuverlässigkeit, nicht sehr gut ist und Kontakte auf der Vorderseite nicht im Einklang mit reduzierter Verschattung steht. Für die ABC-Zellkonstruktion wird die patentierte silberfreie Technologie verwendet, bei der 0 % Silbergehalt in den Zellprozess einfließt und alle verwendeten Metalle kostengünstig sind. Darüber hinaus weisen sie eine ausgezeichnete Säurekorrosionsbeständigkeit auf, wodurch die durchschnittliche Degradation von in Essigsäure getränkten ABC-Zellen weniger als 0,25 %_{rel} beträgt, während sie bei Ag-Pastenprodukten mehr als 1,5 %_{rel} beträgt.



Schematische Darstellung der ABC- bzw. herkömmlichen Zellenstruktur: Metallisierung

Hotspot-Risikokontrolle während der gesamten Lebensdauer

Das neue ABC-Modul mit 72 Zellen senkt die Hotspot-Temperatur um 50 °C im Vergleich zur herkömmlichen Struktur, verringert die Häufigkeit der Diodenanläufe und verlangsamt die Alterung der Anschlussdose. Zukünftig wird eine kontinuierliche Optimierung erreicht, wobei die Hotspot-Temperatur voraussichtlich unter 100 °C liegen wird. Die Leistungsausbeute der Module wird dadurch um mehr als 40 % steigen, wenn nur einzelne Zellen bzw. einzelne Zellen einzelner Strings verschattet werden.



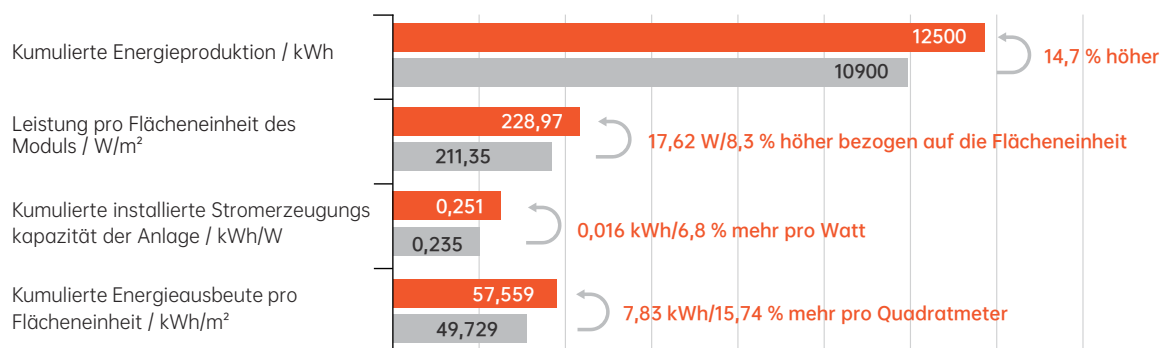
Ergebnisse des Hotspot-Temperaturtests nach 1 Stunde kontinuierlicher Verschattung einer einzelnen Zelle

Kundenwerte der ABC-Module

Hohe Ausgangsleistung

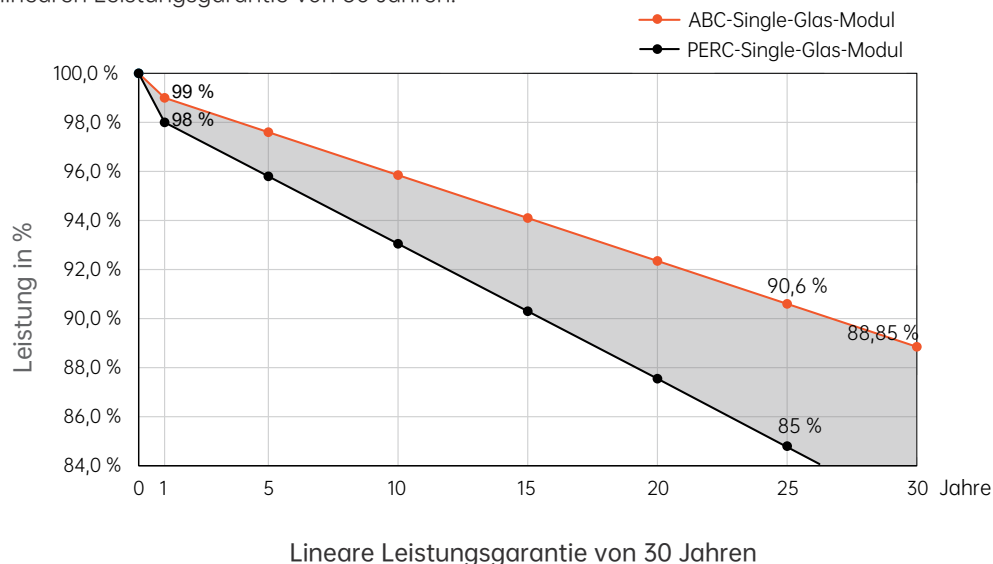
Da der Wirkungsgrad der ABC-Module mit 24 % deutlich höher ist als der herkömmlicher Module (21,6 %) und keine Kontakte auf der Vorderseite der Zelle vorhanden sind, können die ABC-Module das Sonnenlicht besser absorbieren und selbst bei schrägem Lichteinfall eine höhere Leistung erzeugen. Außerdem hat das ABC-Modul einen niedrigeren Temperaturkoeffizienten als das herkömmliche Modul, d. h. $-0,278 \text{ \%/}^\circ\text{C}$ beim ABC-Modul und $-0,34 \text{ \%/}^\circ\text{C}$ beim herkömmlichen Modul, was bei heißem Wetter zu größeren Vorteilen in der Stromerzeugung führt. Nachstehend sehen Sie die tatsächliche Ausgangsleistung des ABC-Moduls und des herkömmlichen Moduls des 1,05-MW-PV-Kraftwerksprojekts in Wanshangyu in der chinesischen Provinz Anhui (Zeitraum der Statistik: 30. Dezember 2022 bis 13. April 2023):

- Bei gleicher Fläche ist die Leistung pro Flächeneinheit des ABC-Moduls 8,3 % höher als jene des herkömmlichen Moduls.
- Vergleicht man die installierte Stromerzeugungskapazität der Anlage in derselben Umgebung und im gleichen Zeitraum, dann erzeugt das ABC-Modul 0,016 kWh mehr Energie pro Watt als das herkömmliche Modul; dies entspricht 6,8 % mehr Leistung.
- Im gesamten Zeitraum ist die Stromerzeugung pro Flächeneinheit des ABC-Moduls 7,83 kWh höher als jene des herkömmlichen Moduls, was einer Steigerung von 15,74 % entspricht.



Hohe Qualitätssicherung

Für die ABC-Module werden hochwertige N-Typ-Siliziumwafer und eine optimierte ABC-Technologie verwendet. Die Leistungsdegradation der ABC-Module beträgt im ersten Jahr nicht mehr als 1 % und im darauffolgenden Jahr nicht mehr als 0,35 %, bei einer linearen Leistungsgarantie von 30 Jahren.



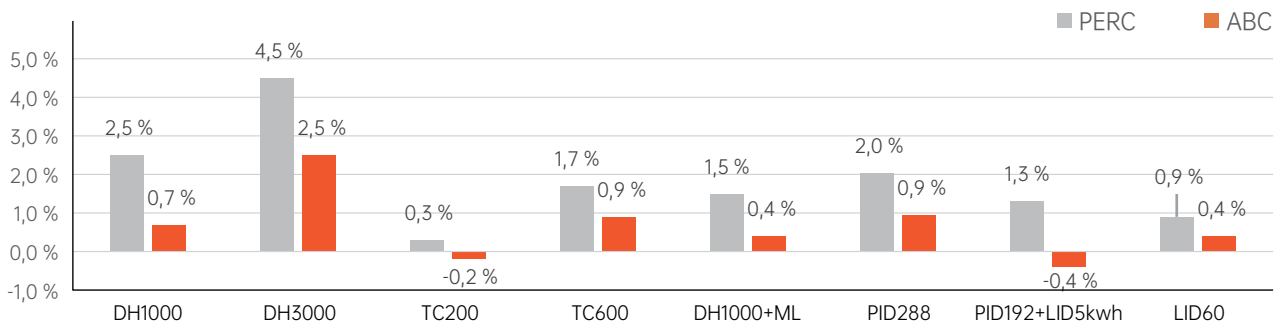
■ Hohe Zuverlässigkeit

Um die Zuverlässigkeit der Produkte zu gewährleisten, hat AIKO Standards für die Zuverlässigkeitsprüfung von Modulen festgelegt, die zwei- bis dreimal strenger sind als die IEC-Normen.

Testparameter	Norm IEC 61215/61730	AIKO-Standard
Feuchte Wärme	1000 Stunden	3000 Stunden
Wärmezyklus	200 Zyklen	400–600 Zyklen
PID	96 Stunden	288 Stunden
Feuchte-Frost-Zyklus	10 Zyklen	20–30 Zyklen

Die Testergebnisse zeigen, dass ABC-Module im Vergleich zu herkömmlichen Produkten deutlich zuverlässiger sind und in der Branche eine Spitzenposition einnehmen.

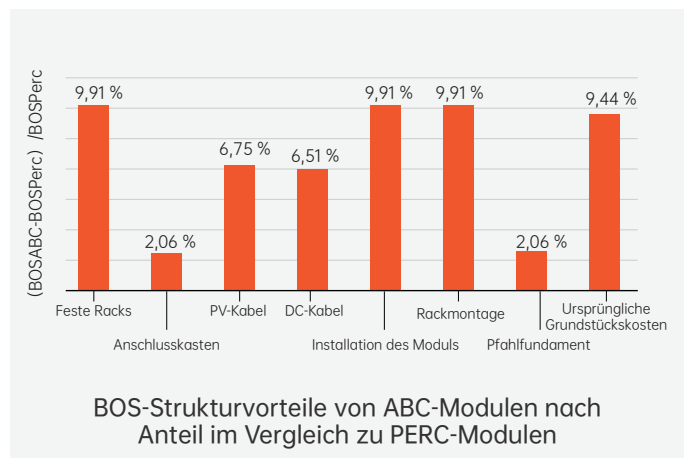
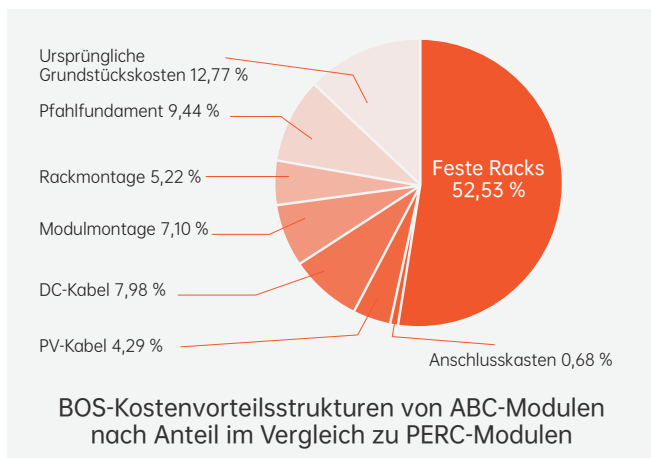
Nehmen wir zum Beispiel die Prüfung mit feuchter Wärme: Nach einer Prüfzeit von 3000 Stunden (dreimal so lang wie die IEC-Norm) beträgt die Leistungsdegradation der ABC-Module weniger als 2,5 %, was deutlich unter dem in der IEC-Norm angegebenen Indikator von weniger als 5 % nach 1000 Teststunden liegt.



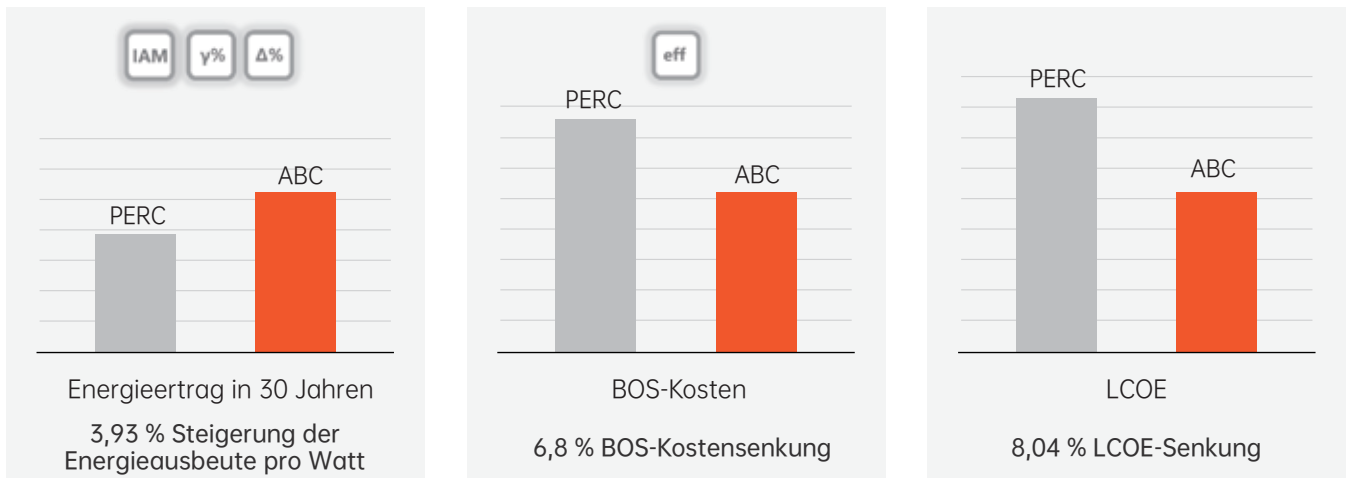
Vergleich der Leistungsdegradation zwischen ABC-Modulen und PERC-Modulen nach dem Test

■ Geringere BOS-Kosten und LCOE-Kosten

ABC-Module haben einen höheren Wirkungsgrad und einen besseren Temperaturkoeffizienten. Dies bedeutet, dass weniger Module für die gleiche installierte Leistung benötigt werden. In der Folge ergeben sich niedrigere BOS-Kosten der Anlage. Basierend auf der Berechnung eines 10-MW-Solarkraftwerks in Zhuhai in der chinesischen Provinz Guangdong sind die BOS-Kosten der ABC-Module 6,8 % niedriger als von herkömmlichen Modulen.



Am Beispiel der 10-MW-Solkraftwerke in Zhuhai in der chinesischen Provinz Guangdong können die Stromgestehungskosten (LCOE) von ABC-Modulen im Vergleich zu herkömmlichen Modulen um 8,04 % gesenkt werden, wenn man davon ausgeht, dass die Standortfläche und die installierte Leistung des Kraftwerks sowie die Installationsmethode und die Lebensdauer des Systems gleich sind.



*Die entsprechende Analyse basiert auf den Berechnungsergebnissen eines Kraftwerks mit 10 MW Leistung in einem 30-jährigen Betriebszyklus in Zhuhai (Provinz Guangdong). Der TÜV stellt die PAN-Datei des ABC-Moduls zur Verfügung.

▪ Ansprechende einheitliche Optik

Die ABC-Module der Black Hole-Serie sind perfekt auf die Bedürfnisse des BIPV-Marktes abgestimmt. Die Vorderseite der ABC-Zellen weist keine Frontkontakte auf, und der PN-Übergang und die entsprechenden positiven und negativen Metallelektroden sind in einem ineinander greifenden Muster auf der Rückseite der Zelle angeordnet, was nicht nur zu einem höheren Wirkungsgrad der Zelle führt, sondern auch zu einem ultimativen Erscheinungsbild des Moduls.



Zusammenfassung

Im Zuge der Innovation bei den Kernprodukten der ABC-Modulserie hat sich AIKO auch mit Fragen der Produktzuverlässigkeit, der Versorgung mit Geräten für die Massenproduktion, der Rohstoffversorgung und der Systemanpassung befasst. Dies geschah durch vor- und nachgelagerte gemeinsame Innovation sowie synchrone F&E, um eine kontinuierliche Optimierung und eine schnelle Industrialisierung und Anwendung der ABC-Module zu erreichen. AIKO hat seine Wurzeln in China und ist heute bereits weltweit vertreten. Das Unternehmen hält sich an den Kernwert „Kundenorientierung“, konzentriert sich auf wissenschaftliche und technologische Innovation, kombiniert Energietechnik und Digitaltechnik, konzentriert sich auf die wesentlichen Lösungsmöglichkeiten, bietet seinen Kunden intelligente Energielösungen, die den gesamten Bereich Erzeugung-Netz-Last-Speicherung umfassen, fördert kontinuierlich die Entwicklung sauberer Energie und die effiziente Nutzung traditioneller Energie, indem es verschiedene Branchen und zahlreiche Haushalte mit sicherer, intelligenter und kohlenstoffarmer Energie versorgt.



Find your power



AIKO Energy Germany GmbH
Niederkasseler Lohweg 18
40547 Düsseldorf
marketing@aikosolar.com

www.aikosolar.com

*AIKO Energy behält sich das Recht vor, die Spezifikation ohne vorherige Ankündigung zu aktualisieren