

2025 Jährliches Weißbuch zur Qualität von PV-Kraftwerken und Modulauswahl für verschiedene Szenarien

Carbon Discovery NERI

Solarbe

Gsolar Test

Vorwort

Vor dem Hintergrund der sich beschleunigenden globalen Energiewende hängen die langfristigen Erträge und der sichere Betrieb von Photovoltaik-Kraftwerken zunehmend von der wissenschaftlichen Auswahl ihrer Kernkomponente ab – den PV-Modulen. Verschiedene Anwendungsszenarien (wie Wüsten/Gobi, Berge, Wasserflächen, dezentrale Aufdachanlagen usw.) stellen unterschiedliche Anforderungen an Module hinsichtlich Witterungsbeständigkeit, Stromerzeugungseffizienz, Degradationsrate usw. Der Industrie fehlte es jedoch lange an einer systematischen Auswahlhilfe auf der Grundlage tatsächlicher Betriebsdaten, was dazu führte, dass einige Projekte aufgrund ungeeigneter Modulauswahl eine geringere Leistung als erwartet und hohe Zuverlässigkeitsrisiken aufweisen.

Dieser Bericht basiert auf empirischen Erkenntnissen, umfangreichen Feldtestdaten und typischen Fallstudien. Er konzentriert sich auf die reale Leistung von Modulen in mehreren Szenarien, analysiert eingehend Schlüsselindikatoren wie Schwachlicheigenschaften, Bifazialitätsgewinn, Leistungsdegradation und Umweltpassungsfähigkeit. Basierend auf den Kernherausforderungen jedes Szenarios werden gezielte Auswahlempfehlungen vorgeschlagen. Gleichzeitig veröffentlicht der Bericht erstmals die "2025 SOLARBE TEST Awards for PV Module on Specific Performance Index". Durch ein systematisches Bewertungsprotokoll werden Modulprodukte bekannt gegeben, die in bestimmten Leistungsdimensionen herausragend sind, und bieten globalen Investoren, Projektentwicklern, Planern und O&M-Personal quantifizierbare und vergleichbare Auswahlkriterien.

Wir glauben, dass diese Zusammenfassung und Erkenntnis auf der Grundlage realer Betriebsdaten ausländischen Kunden helfen wird, ihre Modulauswahlstrategien wissenschaftlicher und rationaler zu optimieren, Projektrisiken effektiv zu reduzieren und die Kapitalrendite über den gesamten Lebenszyklus zu verbessern. Wir freuen uns darauf, mit Branchenkollegen weltweit zusammenzuarbeiten, um die Praxis und den Fortschritt der qualitativ hochwertigen Entwicklung von PV-Kraftwerken zu fördern.

Inhaltsverzeichnis

1. Leitfäden für die PV-Modulauswahl in verschiedenen Szenarien	4
1.1 Analyse der Modulauswahl für Wüsten-/Gobi-Kraftwerke	4
1.1.1 Kernherausforderungen des Szenarios	4
1.1.2 Kernanforderungen an Module	4
1.1.3 Wichtige Leistungsdaten	5
1.1.4 Empfohlene bevorzugte Produkte	6
1.2 Analyse der Modulauswahl für Berg- und Hügelkraftwerke	6
1.2.1 Kernherausforderungen des Szenarios	6
1.2.2 Kernanforderungen an Module	7
1.2.3 Wichtige Leistungsdaten	8
1.2.4 Empfohlene bevorzugte Produkte	8
1.3 Analyse der Modulauswahl für Wasseroberflächen-Kraftwerke (Fischergie-Photovoltaik-Kombination, Offshore-PV)	9
1.3.1 Kernherausforderungen des Szenarios	9
1.3.2 Kernanforderungen an Module	9
1.3.3 Wichtige Leistungsdaten	10
1.3.4 Empfohlene bevorzugte Produkte	11
1.4 Analyse der Modulauswahl für dezentrale Aufdach-Kraftwerke	11
1.4.1 Kernherausforderungen des Szenarios	11
1.4.2 Kernanforderungen an Module	12
1.4.3 Wichtige Leistungsdaten	12
1.4.4 Empfohlene bevorzugte Produkte	12
Anhang 1: Bekanntgabe der 2025 SOLARBE TEST Awards for PV Module on Specific Performance Index	14
I. Bewertungshintergrund	14
II. Bewertungsprotokoll	14
III. Bekanntgabe der Bewertungsergebnisse	15
3.1 Sieger der Schwachlichtleistung von PV-Modulen	15
3.2 Sieger des Wirkungsgrads von PV-Modulen bei 800W/m ² Einstrahlung	16
3.3 Sieger des Bifazialitätsgrads von PV-Modulen	17
3.4 Sieger der Gesamtleistung von PV-Modulen	19
Anhang 2: PV-Modul-Lieferranking 2025	21

1. Leitfäden für die PV-Modulauswahl in verschiedenen Szenarien

1.1 Analyse der Modulauswahl für Wüsten-/Gobi-Kraftwerke

1.1.1 Kernherausforderungen des Szenarios

Wüsten-/Gobi-Regionen bezeichnen speziell Wüsten-, Gobi- und Ödlandgebiete. Solche Szenarien zeichnen sich durch extrem raue natürliche Umgebungen aus und stellen multiple extreme Herausforderungen für den Betrieb von PV-Modulen dar: Erstens starke Wind- und Sanderosion. Orkanartige Winde der Stärke 8 oder mehr, begleitet von Staub, sind in diesen Gebieten häufig. Der Aufprall von Sandpartikeln mit hoher Geschwindigkeit kann leicht zu Abrieb auf Moduloberflächen und Schäden an Rahmen führen. Gleichzeitig kann Sandansammlung die Lichteintrittsfläche der Module verdecken, Hot-Spot-Probleme verursachen und die Stromerzeugungseffizienz verringern. Zweitens extreme Temperatur, Luftfeuchtigkeit und hohe ultraviolette Strahlung. Die durchschnittliche Sommeroberflächentemperatur kann bis zu 70°C erreichen, während die winterlichen Tiefsttemperaturen auf -40°C fallen können. Die thermische Belastung durch solch drastische Temperaturschwankungen kann leicht zu Rahmenkorrosion und Rissbildung in der Verkapselung führen. Langanhaltende hohe UV-Strahlung beschleunigt die Alterung der Verkapselungsmaterialien und reduziert den Zellenwirkungsgrad. Drittens hohe Albedo-Eigenschaften der Oberfläche. Die Oberflächenalbedo in Wüsten-/Gobi-Regionen liegt typischerweise zwischen 25% und 30%. Während diese Eigenschaft Gewinnpotenzial für die rückseitige Stromerzeugung von bifazialen Modulen bietet, stellt sie auch höhere Anforderungen an die Bewertung der Gesamtstromerzeugungseffizienz der Module. Viertens raue Betriebs- und Wartungsbedingungen. Die spärliche Vegetation und die unwegsame Infrastruktur in diesen Gebieten machen Modulreinigung und Fehlerbehebung schwierig und kostspielig und stellen strenge Anforderungen an die Selbstreinigungsfähigkeit und Langzeitzuverlässigkeit der Module.

1.1.2 Kernanforderungen an Module

Basierend auf den oben skizzierten Kernherausforderungen stellt das Wüsten-/Gobi-Großanlagen-Szenario Kernanforderungen an PV-Module von "hoher Zuverlässigkeit, hohem Wirkungsgrad, einfacher Wartung und starker Anpassungsfähigkeit":

Wind-Sand-Widerstand und mechanische Belastbarkeit: Module benötigen eine ausgezeichnete Schlagfestigkeit gegen Windverfrachtung. Nach kontinuierlichem Betrieb in einer Umgebung mit einer Staubkonzentration von 5g/m^3 und Windgeschwindigkeit $>20\text{m/s}$ sollte das Erscheinungsbild keine Abriebspuren zeigen, Zellen keine Mikrorisse aufweisen und die Leistungsdegradation sollte in einem angemessenen Bereich kontrolliert werden. Gleichzeitig muss die mechanische Belastbarkeit gestärkt werden, um mindestens 6000Pa auf der Vorder- und 4000Pa auf der Rückseite standzuhalten, um Druckbelastungen durch starke Winde zu bewältigen.

Stabilität unter extremen Umgebungen: Module müssen eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen Hoch- und Niedrigtemperaturwechsel aufweisen. Verwenden Sie tieftemperaturbeständige Verkapselungsfolien, die für -40°C geeignet sind, und korrosionsbeständige Rahmematerialien (wie Zink-Aluminium-Magnesium-Beschichtung), um Strukturschäden durch Temperaturschwankungen zu vermeiden. Verkapselungsmaterialien benötigen eine hohe UV-Beständigkeit; durch Optimierung der Zellenpassivierungsschichtstruktur und der Zusammensetzung der Verkapselungsmaterialien sollte die durch UV-Strahlung verursachte Degradation minimiert werden.

Hohe Gesamtstromerzeugungseffizienz: Um sich an die hohen Oberflächenalbedo-Eigenschaften von Wüsten-/Gobi-Regionen anzupassen, priorisieren Sie Module mit hohen Bifazialitätsgraden, um rückseitig reflektiertes Licht für eine erhöhte Stromerzeugung vollständig zu nutzen. In Anbetracht der höheren Breitengrade dieser Gebiete müssen die Auswirkungen des Einstrahlwinkels auf die Stromerzeugungseffizienz berücksichtigt werden. Außerdem ist eine ausgezeichnete Schwachlichtleistung erforderlich, um eine stabile Leistungsabgabe unter Schwachlichtbedingungen wie Dämmerung/Morgengrauen und bei staubigem Wetter aufrechtzuerhalten, was den Ertragsbedarf während Hochstrompreiszeiten im marktbasieren Stromhandel entspricht.

Einfache Wartung und lange Lebensdauer: Module benötigen Selbstreinigungsfähigkeiten. Durch Technologien wie selbstreinigendes Glas und nanostrukturierte Beschichtungen sollte die Staubhaftung reduziert und die Reinigungsintervalle verlängert werden. Produktgarantien müssen den hohen Industriestandards von 15 Jahren für Materialien und 30 Jahren für lineare Leistungsabgabe entsprechen, um die langfristigen Betriebs- und Wartungskosten zu senken.

1.1.3 Wichtige Leistungsdaten

(1) Bifazialitätsgrad-Leistung: Testdaten zeigen signifikante Unterschiede in den Bifazialitätsgraden verschiedener Technologierouten, was sich direkt auf das Potenzial für rückseitigen Stromerzeugungsgewinn auswirkt. HJT-Module (Heterojunction) schneiden

am besten ab, mit Bifazialitätsgraden, die allgemein 85% überschreiten, bis zu 89,47%. TOPCon-Module (Tunnel Oxide Passivated Contact) folgen mit Werten zwischen 75% und 85,74%. BC-Module (Back Contact) haben relativ niedrigere Bifazialitätsgrade, etwa 57,65%.

(2) Einstrahlwinkel-Ansprechverhalten: Schwachwinkliges Sonnenlicht (früher Morgen, Abend) macht in Wüsten-/Gobi-Regionen einen relativ hohen Anteil aus. Die Modulleistung bei schwacher Einstrahlung ($200\text{--}400\text{W/m}^2$) kann als wichtiger Referenzwert für das Einstrahlwinkel-Ansprechverhalten dienen. Messungen zeigen, dass die Modulleistung bei Schwachlicht erheblich variiert; einige HJT- und TOPCon-Proben zeigen bei 200W/m^2 Einstrahlung Schwachlichtverlusten unter 3%, was auf eine bessere Schwachlichterzeugungsfähigkeit hinweist.

1.1.4 Empfohlene bevorzugte Produkte

In Wüsten-/Gobi-Szenarien sind HJT und TOPCon geeignetere Wahlmöglichkeiten. HJT hat klare umfassende Vorteile bei Bifazialitätsgrad und Schwachlichtleistung; TOPCon ist wettbewerbsfähig in Bezug auf Bifazialitätsgrad, Witterungsbeständigkeit und Kostenbalance. Falls bifaziale Module ausgewählt werden, müssen effiziente automatische Reinigungslösungen eingesetzt werden, um die rückseitige Stromerzeugungseffizienz aufrechtzuerhalten.

1.2 Analyse der Modulauswahl für Berg- und Hügelkraftwerke

1.2.1 Kernherausforderungen des Szenarios

Berg- und Hügelgelände zeichnen sich durch komplexe Topographie aus, wobei die natürlichen Umgebungen eine erhebliche Fragmentierung und Vielfalt aufweisen. Dies stellt multiple einzigartige Herausforderungen für die Modulauswahl, Installation und den langfristigen Betrieb dar: Erstens unebenes Gelände und variable Hangneigungen. Einige Gebiete haben steile Hänge, was den Installationsraum einschränkt und die Anordnungskomplexität erhöht. Zusätzlich ist die Tragfähigkeit von Hängen begrenzt, was hohe Anforderungen an leichte Module und Gestelle stellt. Zweitens prominente Verschattungsprobleme. Bäume und Sträucher in Berggebieten, zusammen mit Schatten, die vom Gelände selbst geworfen werden, wenn sich der Sonnenhöhenwinkel ändert, können leicht dynamische Verschattungen bilden. In Verbindung mit häufiger Bewölkung sind Module anfällig für Teilverschattung, was Hot-Spot-Effekte auslöst, die die Stromerzeugungseffizienz und Modullebensdauer stark beeinträchtigen. Drittens

komplexe Temperatur-, Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedingungen. Die meisten Berg- und Hgelgebiete liegen in höheren Lagen mit reichlich Niederschlag und hoher Luftfeuchtigkeit. Einige Gebiete erleben auch raues Wetter wie sauren Regen oder gefrierenden Regen, was leicht zu Rahmenkorrosion, Verkapselungshydrolyse und Glasbeschlag führen kann. Viertens schwieriger Transport und Wartung. Schmale Straßen mit vielen Kurven und steilen Hängen machen den Transport großer Module kostspielig und riskant. Dichte Vegetation und raues Gelände verringern die Zugänglichkeit für Modulreinigung und Fehlerbehebung, was zu langen Wartungszyklen und hohen Kosten führt. Fünftens häufige lokale schwere Konvektionswetter. Berggebiete neigen zu lokalisierten starken Winden und Gewittern, die Module momentanen starken Windlasten und Blitzeinschlagsrisiken aussetzen.

1.2.2 Kernanforderungen an Module

Basierend auf den Kernherausforderungen stellen Berg- und Hgelszenarien Kernanforderungen an PV-Module von "Leichtbauweise, starke Antiverschattungsfhigkeit, Beständigkeit gegen Feuchtigkeit und Korrosion, einfacher Transport und Installation und hohe Zuverlässigkeit":

Leichtbauweise und einfache Installationsanpassungsfhigkeit: Module müssen streng gewichtskontrolliert sein. In Anbetracht gängiger Groen wie 182*210 und 210*210 sollte das Gewicht pro Modul 33kg nicht berschreiten. Priorität sollte leichten Konstruktionen wie dünnem Glas und leichten Rahmen gegeben werden, um den Hanglastdruck und die Transport-/Installationsschwierigkeiten zu reduzieren. Zusätzlich müssen die Modulabmessungen flexibel an fragmentierte Installationsrume anpassbar sein und verschiedene Neigungswinkeinstellungen unterstützen, um die Gelndeanpassungsfhigkeit zu verbessern.

Starke Antiverschattungs- und Hot-Spot-Unterdrückungsfähigkeit: Module benötigen eine ausgezeichnete Schwachlichtansprechleistung, um eine stabile Leistungsabgabe unter Schwachlichtbedingungen aufrechtzuerhalten, die durch Wolken- oder Baumverschattung verursacht werden. Verwenden Sie effiziente Hot-Spot-Unterdrckungstechnologien, wie die Optimierung von Zellenverschaltungsstrukturen und den Einbau von Bypass-Dioden, um Leistungsverluste und Modulschden durch Teilverschattung zu minimieren.

Beständigkeit gegen Feuchtigkeit, Hitze und Korrosion sowie Umweltstabilität: Module sollten feuchtigkeitsbestndige Verkapselungsmaterialien (z.B. POE, hydrolysebestndiges EVA) verwenden, um Verkapselungshydrolyse und Delamination in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit zu verhindern. Rahmen sollten vorzugsweise korrosionsbeständige Materialien wie Zink-Aluminium-Magnesium-Beschichtung oder Edelstahl übernehmen, um Korrosionsrisiken durch sauren Regen und hohe Luftfeuchtigkeit zu bewältigen. Eine gute Beständigkeit gegen Hoch- und Niedrigtemperaturwechsel ist ebenfalls erforderlich, um thermischen Belastungen durch

drastische tägliche Temperaturschwankungen standzuhalten.

Hohe Zuverlässigkeit und Beständigkeit gegen extremes Wetter: Module müssen die mechanische Belastbarkeit stärken, um mindestens 5400Pa auf der Vorder- und 3600Pa auf der Rückseite standzuhalten, um lokalisierten starken Windeinwirkungen in Berggebieten zu begegnen. Ein umfassendes Blitzschutzkonzept sollte integriert werden, um Ausfallrisiken bei Gewittern zu reduzieren. Produktgarantien müssen den hohen Industriestandards von 15 Jahren für Materialien und 30 Jahren für lineare Leistungsabgabe entsprechen, um langfristige Betriebs- und Wartungskosten zu senken.

Anpassungsfähigkeit für bifazialen Stromerzeugungsgewinn: Berg- und Hügelgebiete haben reichlich reflektiertes Licht (z.B. von Gras, Felsen) und Streulicht. Module benötigen einen relativ hohen Bifazialitätsgrad, um die rückseitige Lichteinfangung vollständig zu nutzen, die Gesamtstromerzeugungseffizienz zu verbessern und Leistungsverluste durch Geländerverschattung auszugleichen.

1.2.3 Wichtige Leistungsdaten

(1) Schwachlicht- und Einstrahlwinkel-Ansprechverhalten: Dies ist der primäre Indikator für dieses Szenario. Bei 200W/m² Einstrahlung variieren die Schwachlichtverlustraten zwischen verschiedenen Modulen erheblich (im Bereich von 2,14% bis 6,57%). Daten zeigen, dass einige HJT- und TOPCon-Module unter diesen Bedingungen stabil arbeiten, mit Verlustraten unter 3%, was eine effektivere Erfassung von Streulicht und direktem Schwachwinkellicht ermöglicht.

(2) Mismatch-Widerstandsfähigkeit: Die Leistungstoleranz und die Stromselektionsgenauigkeit der Module sind entscheidend. Module mit positiver Leistungstoleranz und konsistenten Stromklassen innerhalb desselben Projekts sollten ausgewählt werden, um den im Bericht hervorgehobenen "Reihen-Parallel-Verschaltungs-Mismatch-Verlust" zu minimieren.

1.2.4 Empfohlene bevorzugte Produkte

In Anbetracht der Kernmerkmale von Berg- und Hügel Szenarien—komplexes Gelände, häufige Verschattung, schwieriger Transport und Installation sowie hohe Luftfeuchtigkeit—und mit dem Ziel "optimale Geländeanpassungsfähigkeit, niedrigste Betriebskosten und maximierte Rendite über den gesamten Lebenszyklus", wird empfohlen, mittelgroße TOPCon-Module mit hohen Bifazialitätsgraden als bevorzugte Wahl für Berg- und Hügelkraftwerke zu priorisieren. Merkmale: Gewicht pro Modul ≤33kg, Bifazialitätsgrad ≥80%, POE-Verkapselungsfolie + Zink-Aluminium-Magnesium-Rahmendesign. Dies reduziert

Transport-/Installationsschwierigkeiten und Hanglastdruck, minimiert Projekteinschränkungen aufgrund des Geländes und verbessert die Nutzung von reflektiertem Licht vom Gelände.

In feuchten (durchschnittliche jährliche relative Luftfeuchtigkeit $\geq 80\%$) und regnerischen Berg-Subregionen in Südwest- und Südostchina können HJT-Module nach Bewertung der Auswirkungen ihres Preisaufschlags auf die Projektrenditen selektiv eingesetzt werden.

1.3 Analyse der Modulauswahl für Wasseroberflächen-Kraftwerke (Fischergie-Photovoltaik-Kombination, Offshore-PV)

1.3.1 Kernherausforderungen des Szenarios

Wasseroberflächen-PV nutzt Wasserkörper als Installationsträger, hauptsächlich unterteilt in zwei Sub-Szenarien: Erstens Fischerei-PV-Komplementarität, errichtet auf Süßwasserkörpern wie Seen, Teichen und Stauseen, die PV-Stromerzeugung mit Aquakultur kombinieren. Die Umgebung ist durch hohe Luftfeuchtigkeit und Süßwasserdampferosion gekennzeichnet. Zweitens Offshore-PV, eingesetzt in küstennahen oder offenen Meeresumgebungen, die extrem rauen Bedingungen wie hoher Salznebel und starke Winde/Wellen ausgesetzt sind. Eine Gemeinsamkeit der beiden Szenarien ist die relativ niedrige Albedo der Wasseroberfläche, die den rückseitigen Stromerzeugungsgewinn begrenzt. Der Stromerzeugungsnutzen hängt hauptsächlich vom Frontseitenwirkungsgrad ab. Daher werden höhere Anforderungen an den Frontseiten-Konversionswirkungsgrad gestellt; Module mit hohem Frontseitenwirkungsgrad können die Anzahl der Module und die Installationsfläche pro erzeugter Leistungseinheit reduzieren und helfen, Systemkosten zu senken. Die Unterschiede liegen im korrosiven Medium, der Wetterintensität, den Betriebsbedingungen usw. Besonders hervorzuheben ist, dass die Pfahlgründungsinvestitionen für Offshore-PV deutlich höher sind als für landbasierte PV, daher ist die Notwendigkeit, BOS-Kosten (Balance of System) zu senken, noch dringender. Diese Notwendigkeit verstärkt weiter die Präferenz für Module mit hohem Frontseitenwirkungsgrad.

1.3.2 Kernanforderungen an Module

Starke Korrosionsbeständigkeit: Rahmen sollten vorzugsweise Materialien wie 316L-Edelstahl oder hochkorrosionsbeständige

Zink-Aluminium-Magnesium-Beschichtungen verwenden. Glas sollte mit Anti-Salznebel-/Anti-Schimmel-Beschichtungen ausgestattet sein. Verkapselungsfolien sollten hochhydrolysebeständiges POE/EVA verwenden. Anschlussdosen sollten IP68-zertifizierte, abgedichtete und korrosionsgeschützte Konstruktionen übernehmen, um Erosion durch hohe Feuchtigkeit/Salznebel zu widerstehen.

Hohe mechanische Zuverlässigkeit: Verstärkte strukturelle Konstruktion. Szenarien der Fischerei-PV-Komplementarität erfordern das Aushalten von 6000Pa frontseitigen und 4000Pa rückseitigen mechanischen Lasten; Offshore-Szenarien sollten 7000Pa frontseitigen und >5000Pa rückseitigen Lasten standhalten. Ausgezeichnete Vibrations- und Schlagfestigkeit sind ebenfalls notwendig.

Hoher Frontseitenwirkungsgrad und Verschattungsbeständigkeit: Anpassung an die niedrige Albedo der Wasseroberfläche und begrenzten Rückseitengewinn, muss der Sicherstellung eines hohen Frontseiten-Konversionswirkungsgrads Priorität eingeräumt werden. Dies steigert nicht nur den Kernstromerzeugungsnutzen, sondern reduziert auch die Anzahl der Module, die pro Energieertragseinheit benötigt werden, minimiert die Belegung der Installationsfläche—dies entspricht dem Kernbedarf zur Senkung der BOS-Kosten bei Offshore-PV. Gleichzeitig sollten Bypass-Dioden-Layout und Zellenstruktur optimiert werden, um die Verschattungsbeständigkeit und das Schwachlichtansprechverhalten (Schwachlicht-Leistungsverhältnis $\geq 0,98$) zu verbessern und mit Lichtintensitätsschwankungen und Teilverschattung umzugehen.

Einfache Wartung und lange Lebensdauer: Besitzen Sie selbstreinigende Eigenschaften, um Schadstoffhaftung zu reduzieren und Reinigungsintervalle zu verlängern. Produktgarantien müssen den Industriestandards von 15 Jahren für Materialien und 30 Jahren für lineare Leistungsabgabe entsprechen, um langfristige Betriebs- und Wartungskosten zu senken.

Zusätzlich für Offshore-PV-Szenarien: Muss 1000-stündigen neutralen Salzsprühtest und 500-stündigen sauren Salzsprühtest bestehen; Verwenden Sie UV-beständige, verstärkte Verkapselungsmaterialien.

1.3.3 Wichtige Leistungsdaten

(1) Frontseitig gemessene Leistung: Vorzugsweise 23,8% oder höher erreichen, um Kosten für Pfahlgründungen, Bau, Wartung usw. zu amortisieren.

(2) Bewitterungsleistung: Zuverlässigkeitsdaten unter rauen Bedingungen müssen vorgelegt werden. Module müssen einen vollständigen Bericht über das Bestehen des "Doppel-85"-PID-Tests mit Vorspannung (z.B. 85°C, 85% Luftfeuchtigkeit, -1500V) vorlegen. Die Wasserdichtigkeitsklasse der Anschlussdose sollte IP68 oder höher sein.

1.3.4 Empfohlene bevorzugte Produkte

BC-Module passen mit ihrem hohen Frontseitenwirkungsgrad perfekt zu den Kernanforderungen der Offshore-PV, BOS-Kosten zu senken und sich an Szenarien mit niedriger Albedo anzupassen. Aktuelle BC-Module haben die Serienproduktion erreicht. Ihr vollständiges rückseitiges Elektrodendesign reduziert die Metallbelastungsfläche um über 90% und verbessert grundlegend die Beständigkeit gegen Salznebelkorrosion. Labordaten deuten auf eine Leistungsdegradationsrate von unter 8% nach 30 Jahren Betrieb in einer simulierten Meeresumgebung hin, was herkömmliche Module deutlich übertrifft. Gleichzeitig kann ihre hohe Leistungsdichte pro Flächeneinheit die Anzahl der Tragstrukturen und Pfähle um 15% reduzieren und die Systemzusatzkosten erheblich senken. Es sollten in Serie gefertigte Modelle mit optimierter Verkapselung ausgewählt werden, die sicherstellen, dass sie den 1000-stündigen neutralen Salzsprühtest bestehen. Kombinieren Sie sie mit windwellenbeständigen schwimmenden Plattformsystemen und wählen Sie Hersteller mit Offshore-Wartungsfähigkeiten, um den Kundendienst sicherzustellen.

Darüber hinaus können einige hocheffiziente TOPCon- und HJT-Produkte mit einem Frontseitenwirkungsgrad von über 23,8% ebenfalls als wichtige Optionen dienen.

1.4 Analyse der Modulauswahl für dezentrale Aufdach-Kraftwerke

1.4.1 Kernherausforderungen des Szenarios

Dezentrale Aufdach-Photovoltaik nutzt Gebäudedächer als Installationsträger, hauptsächlich unterteilt in zwei Sub-Szenarien: Erstens dachnahe Montageszenarien (einschließlich Farbstahlziegeldächer, Betonflachdächer, glasierte Ziegeldächer usw.), bei denen Module flach oder mit geringem Neigungswinkel verlegt werden. Die Kernanforderung ist die Maximierung der Nutzung begrenzter Dachfläche, Anpassung an die Dachmorphologie und Minimierung der Auswirkungen auf die Tragfähigkeit des Daches und die ursprünglichen Funktionen. Zweitens Solar-Überdachungsszenarien (einschließlich Terrassenüberdachungen von Wohngebäuden, Durchgangsüberdachungen von Industrie-/Gewerbegebäuden usw.), bei denen Module über erhöhten Trägern installiert werden und sowohl der Stromerzeugung als auch Zusatzfunktionen wie Beschattung, Durchgang und Lagerung dienen. Die Kernanforderung ist die Balance zwischen Stromerzeugungseffizienz, struktureller Sicherheit und funktionaler Kompatibilität.

Bei dachnahen Montageszenarien kann es Hindernisse rund um das Dach geben, wie

Brüstungen, Lüftungsöffnungen, Schornsteine und Leitungen, die Teilverschattung verursachen können, Hot-Spot-Effekte induzieren und die Stromerzeugungseffizienz sowie die Modullebensdauer beeinträchtigen können. Manche Dächer (z.B. glasierte Ziegeldächer) sind selbst uneben, was ebenfalls zu Teilverschattung der Module führen kann. Zusätzlich stellt die Tragfähigkeit von Farbstahlziegeldächern Anforderungen an die Modulauswahl.

Bei erhöhten Installationsszenarien müssen das Modul und das Trägersystem gemeinsam Windlasten und Schneelasten (in nördlichen Regionen) standhalten, was eine hohe mechanische Zuverlässigkeit und Kompatibilität des Trägersystems erfordert, um strukturelles Schwanken oder Einsturz bei starkem Wind zu vermeiden.

1.4.2 Kernanforderungen an Module

Anforderungen: hoher Konversionswirkungsgrad und hohe Leistungsdichte, um die installierte Kapazität auf begrenzter Fläche zu maximieren; gute Schwachlichterzeugungsfähigkeit, um mit Teilverschattung und städtischen Lichtverhältnissen umzugehen; höchste Sicherheitsstandards (Brandschutz, Schutz vor elektrischem Schlag); ästhetische Abstimmung mit dem Gebäude.

1.4.3 Wichtige Leistungsdaten

(1) Schwachlichtleistung: Für Dächer mit Verschattung oder nicht optimalen Neigungswinkeln ist die Leistungsabgabefähigkeit des Moduls im üblichen Einstrahlungsbereich von 400-800W/m² wichtiger als die Spitzenleistung. Es sollte darauf geachtet werden, ob die Wirkungsgradkurve des Moduls in diesem Bereich flach ist.

(2) Sicherheits- und Zuverlässigkeitsleistung: Überprüfen Sie, ob das Modul höhere Brandschutzzertifizierungen für dezentrale Szenarien erhalten hat. Für Farbstahlziegeldächer bewerten Sie auch die Korrosionsbeständigkeit des Moduls in einer Metaldachumgebung.

1.4.4 Empfohlene bevorzugte Produkte

Für dachnahe Montageszenarien, bei denen die rückseitige Stromerzeugung keine Rolle spielt, sollte BC-Modulen mit höherem Konversionswirkungsgrad Priorität eingeräumt werden, um die begrenzte Dachfläche vollständig zu nutzen.

Für erhöhte Installationsszenarien sollte unter Berücksichtigung der rückseitigen

Stromerzeugung eine umfassende Bewertung der Stromgestehungskosten (LCOE) durchgeführt werden, wobei TOPCon-Modulen mit besserer Kostenwirksamkeit der Vorzug gegeben werden sollte.

Anhang 1: Bekanntgabe der 2025 SOLARBE TEST Awards for PV Module on Specific Performance Index

I. Bewertungshintergrund

Die 2025 SOLARBE TEST Awards for PV Module on Specific Performance Index zielen darauf ab, die "Parameterverstrickung" der Branche zu beenden. Das Carbon Discovery Research Institute und Solarbe haben in Zusammenarbeit mit dem autoritativen Drittprüflabor Gsolar Test eine horizontale Bewertung der teilnehmenden Module unter realitätsnahen, rauen Bedingungen durchgeführt, wobei der Schwerpunkt auf der "Einzelpunkt-Grenzleistung" lag. Durch diese Veranstaltung suchen wir die "Einzelsieger" zu identifizieren, die in jeder spezifischen Dimension wie Schwachlichtansprechverhalten, Bifazialitätsgrad, Hochtemperatur-Stromerzeugung und mechanischer Belastung herausragen. Es wird erhofft, dass diese Module in den Umgebungen, für die sie am besten geeignet sind, eine maximale Stromerzeugung erreichen können. Dies ist wie das Aufstellen klarer Leuchttürme für die Branche und bietet Endverbrauchern eine entscheidende Datennavigation für wissenschaftliche Auswahlentscheidungen in komplexen Szenarien.

II. Bewertungsprotokoll

Diese Bewertung konzentriert sich hauptsächlich auf mainstreamige inländische Modulhersteller und deckt in Serie gefertigte Flaggschiffprodukte der aktuellen Mainstream-Technologierouten ab, einschließlich TOPCon, HJT und BC. Die Schlussfolgerungen wurden durch verschiedene Formen der Probenahme und Probeneinreichung, gefolgt von Labortestdaten, ermittelt. Die Bewertung umfasst Innenraumtests und Freilandvalidierung. Innenraumtests untersuchen hauptsächlich vier Punkte: Schwachlichtansprechverhalten, Bifazialitätsgrad, Wirkungsgrad bei 800W/m² Einstrahlung und Gesamtleistungsverhalten. Die Freilandvalidierung ist derzeit mit einer einjährigen Testdauer im Gange.

III. Bekanntgabe der Bewertungsergebnisse

3.1 Sieger der Schwachlichtleistung von PV-Modulen

3.1.1 Testziel

Umfassende Bewertung der Stromerzeugungsleistung von PV-Modulen unter realen Bedingungen, insbesondere bei unzureichendem Sonnenlicht, Bereitstellung wichtiger Daten für Moduldesign, Systemdesign und Renditeberechnungen.

3.1.2 Testmethode

Messen Sie die PV-Modulleistung unter Standard-Testbedingungen (STC: Einstrahlung 1000W/m^2 , Temperatur 25°C , AM1.5G) und unter Schwachlichtbedingungen (LIC: Einstrahlung 200W/m^2 , Temperatur 25°C , AM1.5G).

3.1.3 Wert der Auszeichnung

Diese Ehre würdigt außergewöhnliche Leistungen von PV-Modulen unter Schwachlichtbedingungen. Produkte mit erstklassigem Schwachlichtansprechvermögen können die knappe Lichtenergie in der Morgen- und Abenddämmerung effizient einfangen, die täglichen effektiven Stromerzeugungsstunden deutlich verlängern und den Kraftwerken greifbare Leistungssteigerungen bringen. Es bedeutet, dass die PV-Technologie von der Verfolgung der Spitzenleistung unter Laborstandard-Testbedingungen zum Streben nach Ganzzeit-Energieerfassung in realen Stromerzeugungsszenarien übergegangen ist. Es ist eine der Schlüsselinnovationen zur Reduzierung der Stromgestehungskosten (LCOE) über den gesamten Lebenszyklus.

3.1.4 Ausgezeichnetes Unternehmen

Trina Solar Co., Ltd.

3.1.5 Bewertungsdaten

200W/m² Low-Irradiance Rankings													
Date	Company	Module Model	ID	200W/m² Irradiance	Size (m²)	P _{max} [W]	I _{sc} [A]	V _{oc} [V]	I _{pm} [A]	V _{pm} [V]	FF [%]	T _{Object} [°C]	Low-irradiance performance
2025/11/19 11:51	Trina Solar	TSM-710NEG21C.20	A12251000100800-L200	L200	3.106	139.04	3.61	46.67	3.42	40.61	82.53	24.1	0.1984 99.18%
2025/11/19 11:48	Trina Solar	TSM-710NEG21C.20	A12251000100802-L200	L200	3.106	139.09	3.61	46.66	3.43	40.61	82.50	24.0	0.1983 99.14%
				L200	3.106	127.98	3.61	43.11	3.44	37.17	82.14	22.6	0.1976 98.82%
				L200	2.703	121.87	3.12	46.64	3.00	40.56	83.62	24.1	0.1962 98.08%
				L200	2.703	121.49	3.12	46.62	3.00	40.55	83.50	24.1	0.1961 98.03%
				L200	2.795	123.92	2.76	54.90	2.62	47.36	81.71	22.5	0.1961 98.03%
				L200	2.795	122.62	2.73	54.79	2.59	47.43	81.86	23.8	0.1956 97.82%
				L200	2.795	122.95	2.75	54.68	2.60	47.25	81.80	20.6	0.1952 97.59%
				L200	3.106	137.46	3.62	46.25	3.44	39.95	82.04	19.8	0.1951 97.57%
				L200	2.795	122.51	2.73	54.59	2.60	47.21	82.09	21.0	0.1946 97.28%
				L200	2.701	122.34	3.13	46.65	3.02	40.57	83.72	24.0	0.1938 96.90%
				L200	2.701	122.22	3.13	46.65	3.01	40.56	83.83	23.8	0.1937 96.85%
				L200	3.106	137.07	3.60	46.21	3.43	39.94	82.44	20.6	0.1935 96.75%
				L200	2.795	121.45	2.72	54.40	2.58	47.04	81.99	20.8	0.1934 96.70%
				L200	2.795	125.68	2.82	55.59	2.62	48.01	80.13	20.4	0.1915 95.73%
				L200	2.701	121.28	3.15	46.42	3.02	40.18	82.87	24.1	0.1914 95.71%
				L200	2.701	121.12	3.15	46.45	3.01	40.25	82.87	24.4	0.1911 95.57%
				L200	2.701	121.15	3.15	46.43	3.01	40.23	82.71	24.2	0.1909 95.45%
				L200	2.701	120.86	3.16	46.41	3.01	40.16	82.44	23.9	0.1908 95.41%

3.2 Sieger des Wirkungsgrads von PV-Modulen bei 800W/m²

Einstrahlung

3.2.1 Testziel

Bewertung der realen Leistung von Modulen unter einem üblichen mittleren Einstrahlungsniveau, Verschiebung der Modulleistungsbewertung von einem idealen "Laborgipfel" zurück zu einem häufigeren "realen Gipfel".

3.2.2 Testmethode

Messen Sie den Frontseitenwirkungsgrad von PV-Modulen unter Einstrahlung von 800W/m², Temperatur 25°C und AM1.5G.

3.2.3 Wert der Auszeichnung

Diese Ehre würdigt erstklassige Wirkungsgradleistungen von PV-Modulen unter 800W/m² Einstrahlung. Sie repräsentiert nicht nur den Leistungsgipfel unter Einstrahlungsniveaus, die häufig in realen Kraftwerken vorkommen, sondern bedeutet auch, dass das Modul

während mehrerer Einstrahlungsintervalle des Tages einen effizienten und stabilen Leistungsausgang aufrechterhalten kann, wodurch die unterschiedlichen Stromerzeugungsanforderungen verschiedener Regionen und Szenarien präzise erfüllt werden.

3.2.4 Ausgezeichnetes Unternehmen

GCL System Integration Technology Co., Ltd.

3.2.5 Bewertungsdaten

800 W/m² Efficiency Rankings													
Date	Company	Module Model	ID	800W/m² Irradiance	Size (m²)	Pmax [W]	Isc [A]	Voc [V]	Ipm [A]	Vpm [V]	FF [%]	T_Object [°C]	Eff [%]
2025/12/22 19:12	GCL	GCL-NTLR-66GDF625	562510118210017-800	Z800	2.701	506.35	12.60	48.47	12.02	42.13	82.91	24.1	0.23432
2025/12/22 19:27	GCL	GCL-NTLR-66GDF625	562510118210019-800	Z800	2.701	505.95	12.55	48.50	12.00	42.17	83.11	24.4	0.23413
2025/12/22 18:27	GCL	GCL-NTLR-66GDF625	562510118210015-800	Z800	2.701	505.87	12.58	48.48	12.02	42.10	82.94	24.1	0.23410
2025/12/22 17:30	GCL	GCL-NTLR-66GDF625	562510118210016-800	Z800	2.701	505.69	12.57	48.54	12.03	42.02	82.88	24.3	0.23401
				Z800	2.701	505.13	12.54	48.74	11.97	42.18	82.68	23.8	0.23375
				Z800	2.701	504.99	12.51	48.66	11.97	42.19	82.93	23.7	0.23369
				Z800	2.703	498.90	12.50	48.64	11.96	41.73	82.03	24.5	0.23068
				Z800	2.703	497.28	12.49	48.72	11.94	41.64	81.74	23.9	0.22993
				Z800	3.106	566.84	14.37	48.30	13.69	41.40	81.68	20.6	0.22810
				Z800	3.106	565.63	14.46	48.69	13.72	41.23	80.35	24.0	0.22761
				Z800	3.106	565.39	14.44	48.32	13.69	41.31	81.03	19.8	0.22760
				Z800	3.106	565.06	14.44	48.69	13.71	41.21	80.35	24.5	0.22738
				Z800	2.795	507.36	11.01	57.45	10.41	48.72	80.25	22.5	0.22688
				Z800	2.795	505.75	10.94	57.14	10.40	48.62	80.91	20.4	0.22616
				Z800	2.795	504.76	10.91	57.14	10.35	48.75	80.95	21.2	0.22572
				Z800	2.795	503.09	10.91	57.35	10.35	48.63	80.43	23.7	0.22497
				Z800	2.795	502.82	10.83	56.97	10.29	48.85	81.49	20.9	0.22485
				Z800	3.106	520.93	14.38	45.44	13.70	38.04	79.70	22.7	0.20962

3.3 Sieger des Bifazialitätsgrads von PV-Modulen

3.3.1 Testziel

Genaue Messung der inhärenten rückseitigen Stromerzeugungsfähigkeit von Modulen und deren Quantifizierung in eine einzelne Kennzahl (Bifazialitätsgrad), die mit der Frontseitenleistung vergleichbar ist. Diese Kennzahl ist der Eckpfeiler für die bifaziale Technologie, um vom "Konzept" zur "Kommerzialisierung" überzugehen, und liefert unverzichtbare Schlüsseldaten für den Modulhandel, die Systemauslegung, die Ertragsprognose und die Finanzanalyse.

3.3.2 Testmethode

Messen Sie unter Standard-Testbedingungen (STC: Einstrahlung 1000W/m², Temperatur 25°C, AM1.5G) die elektrischen Leistungsparameter der Vorder- und Rückseite des Moduls und berechnen Sie den Bifazialitätsgrad des Moduls (Leistungs-Bifazialitätsgrad, Strom-Bifazialitätsgrad usw.).

3.3.3 Wert der Auszeichnung

Diese Ehre konzentriert sich auf das ultimative Niveau der bifazialen Stromerzeugungsfähigkeit von PV-Modulen. Ein höherer Bifazialitätsgrad bedeutet, dass das Modul bodenreflektiertes Licht und Streulicht effizienter nutzen kann, was insbesondere in Umgebungen mit hoher Albedo wie Wüsten und Gobi erhebliche zusätzliche Stromerträge für Kraftwerke schafft. Es stellt einen tiefgreifenden Wandel in der PV-Wertbewertung von der alleinigen Frontseitenleistung hin zum systematischen Stromerzeugungsgewinn dar, spiegelt die präzise Anpassungsfähigkeit von Produkten an spezifische Anwendungsszenarien wider und ist ein zentraler technischer Faktor, der eine verbesserte Kapitalrendite für PV-Kraftwerke antreibt.

3.3.4 Ausgezeichnetes Unternehmen

Trina Solar Co., Ltd.

3.3.5 Bewertungsdaten

Bifaciality Rate Rankings													
Date	Company	Module Model	ID	Rear Irradiance	Size (m²)	Pmax [W]	Isc [A]	Voc [V]	Ipm [A]	Vpm [V]	FF [%]	T_Object [°C]	BifR
2025/11/19 14:17	Trina Solar	TSM-63SNEG19RC.20	A12251000100805-B1000	B1000	2.701	534.70	13.11	48.77	12.65	42.27	83.64	24.7	0.8474
2025/11/19 14:04	Trina Solar	TSM-63SNEG19RC.20	A12251000100806-B1000	B1000	2.701	534.78	13.13	48.76	12.66	42.23	83.54	24.9	0.8471
2025/11/19 14:39	Trina Solar	TSM-710NEG21C.20	A12251000100802-B1000	B1000	3.106	574.65	14.87	48.65	13.81	41.61	79.43	24.1	0.8192
2025/11/19 14:51	Trina Solar	TSM-710NEG21C.20	A12251000100800-B1000	B1000	3.106	574.16	14.96	48.74	13.77	41.68	78.72	24.8	0.8191
				B1000	2.703	506.22	12.78	48.70	11.97	42.30	81.33	24.7	0.8170
				B1000	3.106	575.31	14.87	48.39	13.78	41.74	79.93	17.6	0.8167
				B1000	2.701	513.7	13.18	48.56	12.14	42.31	80.23	24.5	0.8095
				B1000	2.701	511.7	13.19	48.54	12.10	42.30	79.92	24.3	0.8076
				B1000	2.703	500.23	12.66	48.69	11.79	42.45	81.14	24.6	0.8051
				B1000	2.701	508.2	13.12	48.54	12.02	42.30	79.80	23.8	0.8024
				B1000	2.701	504.0	13.16	48.40	11.95	42.18	79.10	23.3	0.7953
				B1000	2.795	493.33	10.76	57.04	10.07	48.97	80.36	17.4	0.7871
				B1000	3.106	555.05	14.27	48.24	13.38	41.49	80.61	17.2	0.7836
				B1000	2.795	494.50	10.65	57.18	10.03	49.28	81.22	17.8	0.7824
				B1000	2.795	492.47	10.89	57.25	9.98	49.34	78.98	18.9	0.7821
				B1000	2.795	489.74	10.61	57.10	9.95	49.22	80.82	17.7	0.7775
				B1000	2.795	482.73	10.37	57.06	9.81	49.19	81.56	18.7	0.7687
				B1000	2.795	463.87	10.11	57.61	9.34	49.65	79.66	17.7	0.7067

3.4 Sieger der Gesamtleistung von PV-Modulen

3.4.1 Testziel

Übergang von "Laborleistung" zu "Vor-Ort-Leistung" und von "Nennwert" zu "tatsächlichem Wert". Dies macht die Modulleistungsbewertung realistischer und reduziert die Investitionsunsicherheit erheblich.

3.4.2 Testmethode

Testen Sie die PV-Modulleistung simultan unter Blitzlichtbedingungen: Frontseite unter Standard-Testbedingungen (STC: Einstrahlung 1000W/m^2 , Temperatur 25°C , AM1.5G); Rückseite unter Einstrahlungsniveaus von 200W/m^2 , 300W/m^2 bzw. 400W/m^2 .

3.4.3 Wert der Auszeichnung

Diese Ehre konzentriert sich auf die erstklassige Leistung von PV-Modulen in der Gesamtleistungsdimension. Sie bedeutet, dass das Produkt nicht nur unter Standard-Testbedingungen Leistungsspitzen erreicht, sondern auch in allen Szenarien des tatsächlichen Kraftwerksbetriebs eine dauerhaft stabile hohe Leistungsabgabe liefert und sich so präzise an die unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Umgebungen und Projekte anpasst.

3.4.4 Ausgezeichnetes Unternehmen

Shenzhen Skyworth Photovoltaic Technology Co., Ltd.

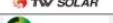
3.4.5 Bewertungsdaten

Total Power Gain (1000+200)													
Date	Company	Module Model	ID	Different Irradiance	Size (m²)	Pmax [W]	Isc [A]	Voc [V]	Ipm [A]	Vpm [V]	FF [%]	T_Object [°C]	Total Power Coefficient
2025/12/19 16:22	Skyworth	QM182THCD630-78	QMACTASWD012504137756-1000+B200	Z1000+B200	2.795	730.27	15.73	57.60	14.94	48.89	80.59	20.7	1.1628
				Z1000+B200	2.795	731.27	15.86	57.75	15.04	48.61	79.83	21.0	1.1613
				Z1000+B200	2.701	732.70	18.17	49.19	17.37	42.18	81.95	23.9	1.1612
				Z1000+B200	3.106	822.17	20.90	48.83	19.86	41.41	80.55	20.7	1.1607
				Z1000+B200	2.795	733.30	15.99	58.12	15.13	48.46	78.94	22.7	1.1602
				Z1000+B200	2.795	727.12	15.88	58.01	15.01	48.46	78.95	23.7	1.1602
				Z1000+B200	2.701	732.37	18.22	49.19	17.37	42.15	81.73	24.2	1.1601
				Z1000+B200	2.795	729.69	15.89	57.80	15.04	48.51	79.46	21.0	1.1584
				Z1000+B200	2.703	714.66	18.05	49.27	17.19	41.57	80.36	24.0	1.1533
				Z1000+B200	2.703	715.69	18.05	49.27	17.20	41.61	80.45	24.3	1.1519
				Z1000+B200	3.106	806.24	20.94	49.23	19.53	41.27	78.21	24.0	1.1493
				Z1000+B200	3.106	804.71	20.90	49.24	19.50	41.26	78.18	24.5	1.1480
				Z1000+B200	2.795	751.16	16.10	58.47	15.11	49.70	79.80	20.7	1.1444

Anhang 2: PV-Modul-Lieferranking 2025

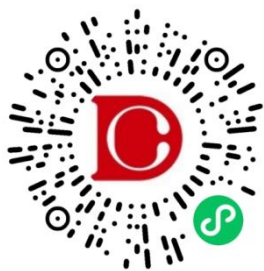
Um der Industriekette zu helfen, den aktuellen Stand der Branchenentwicklung vollständig zu verstehen, haben Solarbe & Solarbe Consulting kürzlich zwei Wochen intensiver Recherche, Verifizierung und Analyse durchgeführt und diese Rangliste der Modullieferungen 2025 für 27 PV-Unternehmen als Referenz veröffentlicht.

Insgesamt bleiben die Top 4 Marken stabil, mit Lieferungen von über 300 GW, was fast der Hälfte des Marktanteils entspricht und auf eine weiter erhöhte Konzentration hindeutet. Die Top 15 Marken zusammen lieferten etwa 560 GW aus und stellen bereits die absolute Hauptstütze des Marktangebots dar.

SOLARBE Ranking of Chinese PV Companies by Module Shipments in 2025 Data Source: Solarbe & Solarbe Consulting		
Rank	Company	Full-Year Shipment (GW)
1	 Jinko	85~90
2	 LONGi	≈85
3	 Trina Solar	65~70
3	 JA SOLAR	65~70
5	 TWS SOLAR	45~47
6	 ASTROENERGY	35.6
7	 GCL SYSTEM INTEGRATION	25~26
8	 Canadian Solar	24.5~24.7
9	 DMEGC	23.2
10	 YINHE SOLAR	21~22
10	 TCL SOLAR	21~22
10	 DASOLAR	21~22
13	 AIKO	14~15
14	 risen	12~14
15	 HuaYao PV	10+
16	 RENMA	7+
17	 Gokin	6
18	 CEC	5.5
19	 RUNERGY	5.05
20	 HY SOLAR	4.7
20	 SUNREV SOLAR	4.7
22	 Osda	4.5
23	 SOLARBE	3.8~4
24	 CECEP SOLAR	3.8
25	 HANERSUN	3.1
26	 ReneSola	2.918
27	 ZNSHINE SOLAR	2.367

Notes:

1. All data is compiled by Solarbe & Solarbe Consulting through channels including telephone surveys, supplier visits, and customer visits, combined with public news, announcements, investor communications, bidding information, and supply contracts. Reproduction must be attributed to the source.
2. The statistics represent brand shipment volume, including capacity used by the company's own downstream segments, but excluding OEM production for other brands. Capacity used by downstream segments that originates from other companies' products.
3. Statistics only account for module shipments; separately sold cells are not included.
4. This data shall not be used as a basis for investment or procurement decisions. If the figures differ from a company's actual shipment volume, please refer to the official announcements of listed companies.



Solarbe