



ZKFN Solar Leichtes PV-Modul

Planungshandbuch für Photovoltaik-Systeme

Shandong ZKFN Solar Technologie GmbH

Ausgabedatum: 2026-04-25 | Version: ZKFN-ATSD-FLX-02

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Allgemeine Bestimmungen.....	4
1.1 Anwendungsbereich	4
1.2 Zweck der Erstellung	4
1.3 Einordnung des Dokuments	4
1.4 Vier Grundprinzipien der Planung	4
1.5 Referenzwerte für die Umgebungsbedingungen.....	4
1.6 Risikohinweise	5
Kapitel 2: Begriffe	5
Kapitel 3: Zitierte Normen und Referenzdokumente	6
3.1 Nationale und Branchenstandards	6
3.2 Unternehmenseigene technische Dokumente	7
3.3 \triangle Zwei verbindliche Voraussetzungen.....	7
Kapitel 4 Produktvorstellung und Auswahlübersicht.....	7
4.1 Produktserienübersicht	7
4.2 Entscheidungsflussdiagramm für die Auswahl aller Szenarien	8
Kapitel 5 – Auslegungsgrundsätze	9
5.1 Sicherheit hat Priorität	9
5.2 Strukturelle Kompatibilität	9
5.3 Umweltverträglichkeit	9
5.4 Wartungsfreundlichkeit	10
Kapitel 6 – Grundlagen der Lastberechnung	10
6.1 Schnellübersicht der Eigengewichtslasten von PV-Modulen.....	10
6.2 Windlastberechnung (GB 50009)	10
6.3 Schneelastberechnung (GB 50009)	11
6.4 Erdbebeneinwirkung (GB 50011)	11
6.5 Lastkombinationen	11
Kapitel 7: Modulanordnung und -auslegung.....	11
7.1 Anordnungsprinzipien	11
7.2 Typische Anordnungsparameter der Serien	11
7.3 Verschattungsdesign.....	12
7.4 Sicherheitsauslegung der elektrischen Anordnung.....	13
Kapitel 8: Modulmontage-Design	13
8.1 Bewertung der Eignung des Untergrunds (Dachfläche)	14
8.2 Zwingende Anforderungen an den Modul-Neigungswinkel.....	15
8.3 Verarbeitungstechnik des Strukturklebstoffs	15
8.4 Detaillierte Montageanleitungen für die einzelnen Serien	17
8.5 Anforderungen an die Begehbarkeit von Modulen (Pega-Serie).....	21
8.6 Küstenlinien- & Sonderumgebungsplanung	22
Kapitel 9 Auswahl des Wechselrichters	22
9.1 DC/AC-Verhältnis (DC/AC Ratio) – Referenz (NB/T 10394-2020)	22
9.2 Spannungsanpassungsauslegung	23
9.3 MPPT-Kanalauslegung	25

9.4 Netzanschlussanforderungen	25
9.5 Schutzart und Umgebungsanpassung	25
9.6 Sicherheit und Schutz	25
9.7 Verbindliche Anforderung zur MC4-Steckerkonsistenz	26
Kapitel 10 Betriebs- und Wartungsdesign	26
10.1 Auslegung des Wasserreinigungssystems	26
10.2 Blitzschutz und Erdung	27
10.3 Planungsanforderungen für die tägliche Inspektion	28
10.4 Planerische Vorkehrungen für die regelmäßige Wartung elektrischer Systeme	28
Kapitel 11 Garantieumfang und Haftungsausschluss	28
11.1 Übersichtstabelle der Garantiefristen	28
11.2 Marktbeschränkungen der Garantie	29
11.3 Typische Fälle des Garantieverlusts.....	29
11.4 Informationspflicht des Planungsbüros.....	29
Kapitel 12 – Liste der Planungsunterlagen	30
12.1 Grundlagendaten.....	30
12.2 Planungsunterlagen.....	30
12.3 Planungsprüfung.....	30
Kapitel 13: Häufige Planungsfehler und deren Vermeidung	31
Kapitel 14: Anhang.....	32
Anhang A: Parameter des festgelegten Strukturklebstoffs (Guangzhou Baiyun SMG533).....	32
Anhang B: Zuordnungstabelle für Profiblech-Typen und Montageverfahren	32
Anhang C: Schnellnachschlagetabelle für Temperaturkoeffizienten (TDS-Daten)....	33
Anhang D: Liste von Stoffen, die korrosiv auf PV-Steckverbinder wirken	33
Anhang E: Abweichungen der Montagefläche und Behandlungsmaßnahmen.....	34
Anhang F: Elektrische Parameter der SolarVela/Noah-Modulstrings (typische Werte)	34
Anhang G: Elektrische Parameter der SolarPega-Modulstrings (typische Werte) ...	34
Anhang H: Abkürzungsverzeichnis der Referenzbegriffe.....	35
Kapitel 15: Technischer Support und Kontaktmöglichkeiten.....	35

Kapitel 1: Allgemeine Bestimmungen

1.1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Systemplanung von PV-Modulen der Serien SolarVela, SolarNoah und SolarPega, hergestellt von der Shandong ZKFN Solar Technologie GmbH (nachfolgend "ZKFN Solar"), bei der Planung von Systemlösungen für gewerbliche und öffentliche Gebäudedächer, Sonderdachkonstruktionen sowie BIPV-/BAPV-Projekte.

1.2 Zweck der Erstellung

Ziel ist es, den Planungsprozess für leichte PV-Modulsysteme zu standardisieren, einheitliche technische Anforderungen festzulegen und Planungsunternehmen bei der Konzeptentwicklung, Produktauswahl, Anordnung und elektrischen Konfiguration zu unterstützen. Dadurch sollen Risiken wie unzureichende Dachlastkapazität, ungeeignete Modulauswahl, Verschattung, elektrische Fehlanpassung und fehlerhafte Montage vermieden werden, um eine sichere, zuverlässige, wirtschaftliche und normgerechte Projektdurchführung zu gewährleisten.

1.3 Einordnung des Dokuments

Diese Richtlinie dient als technisches Leitdokument für die Planungsphase und ersetzt nicht die nationalen und branchenspezifischen verbindlichen Normen. Die technische Planung muss gleichzeitig die geltenden Normen wie GB 50797, GB 50009, GB 50016, GB 50205, NB/T 10394, GB/T 38946, IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62109 sowie die Montageanleitungen und die beschränkte Garantie von ZKFN Solar einhalten.

1.4 Vier Grundprinzipien der Planung

Prinzipien	Bedeutung
Sicherheit hat Priorität	Das PV-Modul, das Tragsystem und das elektrische System müssen während der geplanten Nutzungsdauer von 25/30 Jahren die Anforderungen an strukturelle Sicherheit, elektrische Sicherheit und Brandschutz erfüllen.
Strukturelle Anpassung	Die Montageart des PV-Moduls muss an das Material, die strukturelle Festigkeit und die Abdichtungskonstruktion der Dachunterlage angepasst sein.
Umweltanpassung	Umweltbedingungen wie Wind, Schnee, Salznebel, Temperaturunterschiede und Korrosion sind umfassend zu berücksichtigen, um sicherzustellen, dass das System den Anforderungen extremer Betriebsbedingungen entspricht.
Wartungsfreundlichkeit	Wartungsgänge, Betriebs- und Wartungsschnittstellen sowie zerstörungsfreie Montage- und Demontageräume sind angemessen vorzusehen, um die Wartbarkeit des Systems zu gewährleisten.

1.5 Referenzwerte für die Umgebungsbedingungen

Projekt	Referenzwert
Basiswindgeschwindigkeit	Gemäß den Daten für ein 50-jährliches Ereignis am Standort des Projekts oder gemäß höheren Anforderungen des Bauherrn
Schneelast	Nach der lokalen Grundsneelast mit einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren
Betriebstemperatur des Moduls	-40 °C bis +85 °C
Langzeitige relative Umgebungsfeuchte	≤ 85 % RH
Installationshöhe	≤ 2000 m (für Höhen über 2000 m ist eine gesonderte Bewertung erforderlich)
Küstenentfernung	≥ 500 m (für küstennahe Projekte ist eine schriftliche Bestätigung von ZKFN Solar erforderlich)

1.6 Risikohinweise

Diese Richtlinie ist ein Referenzdokument für die Planungsphase. Die endgültige Lösung muss durch eine statische und elektrische Fachprüfung sowie durch die zuständigen Prüfstellen genehmigt werden. Eine unzureichende Bewertung der Dachkonstruktion, der Umgebungsbedingungen und der elektrischen Kompatibilität kann zu Modulausfällen, Leistungsabfall, Garantieverlust oder strukturellen Sicherheitsunfällen führen.

Kapitel 2: Begriffe

1. SolarVela-Serie: Leichtes, flexibles, mikrorissbeständiges kristallines Silizium-PV-Modul (Light-flexible PV Module without Frame), dünn und leicht, biegsam mit einem minimalen Biegeradius von 0,3 m, geeignet für Dächer mit geringer Tragfähigkeit und unregelmäßige Dachformen, direkte Verklebung mit Strukturklebstoff. Umfasst SolarVela, SolarVela Pro, SolarVela Max.
2. SolarNoah-Serie: Flexibles PV-Modul mit Rückrahmen (Light-flexible PV Module with Frame): Flexibles PV-Modul mit einem 20 mm dicken Verbundstoff-Rückrahmen, Montage mit Quick-Clamp-Klemmen, zerstörungsfrei demontierbar. Umfasst SolarNoah, SolarNoah Pro, SolarNoah Max.
3. SolarPega-Serie: Leichtes starres Dünnglas-Kristallmodul (begehbar, Light-Rigid, Walkable PV Module): Verkapselt mit 1,1 mm oder 1,6 mm ultradünnem gehärtetem Glas, kombiniert mit der einzigartigen TSR-Armor™ Technologie von ZKFN Solar zur Vermeidung von Mikrorissen. Bietet die Eigenschaften Begehbarkeit, Staubabweisung und Mikrorissbeständigkeit. Umfasst vier Modelle: SolarPega / SolarPegaL / SolarPegaF / SolarPegaFL.

4. Photovoltaik-Generatorfeld / Stromerzeugungseinheit / Peak-Sonnenstunden / Installierte Leistung: Bezugnehmend auf GB/T 12936 und GB 50797-2012.
5. Strukturklebstoff (Structural Adhesive): Das bevorzugte Modell für ZKFN Solar Produkte ist der spezielle PV-Strukturklebstoff Guangzhou Baiyun SMG533 mit einer Garantie von 25 Jahren. Er ist das Kernklebematerial für die direkte Klebmontage.
6. BIPV / BAPV: Bauwerkintegrierte Photovoltaik / Bauwerksattached Photovoltaik.
7. Direktverklebung (Direct Structural Adhesive Bonding): Eine Montagemethode, bei der das Modul (oder TPO- bzw. UPVC-Kantprofile) ohne mechanische Befestigung ausschließlich mit Strukturklebstoff auf der Dachunterkonstruktion fixiert wird.
8. TPO / UPVC-Kantprofil-Ausgleichsstütze: Eine ausgleichende Hilfsstütze für Trapezblech- oder Stehfalzdächer ohne durchgehende Klebefläche, die eine stabile Klebebasis für flexible Module schafft.
9. Flachdach / Schrägdach / Sonderformdach:
 - (1) Flachdach: Dachneigung nahe 0°;
 - (2) Schrägdach: Dachneigung $\geq 5^\circ$;
 - (3) Sonderformdach: Gewölbtes, rundes oder anderes weder flaches noch schräges Dach.
10. Hot-Spot-Effekt (Hot Spot Effect): Verursacht durch lokale Verschattung, Staubablagerung oder Unwucht der Solarzellen, führt zu einer Sperrspannungsbelastung und Erwärmung einzelner Zellen, was im schlimmsten Fall zu dauerhaften Modulschäden führen kann.
11. MPPT: Maximum Power Point Tracking (Maximalleistungspunktverfolgung).
12. DC/AC-Verhältnis (DC/AC Ratio): Verhältnis der gesamten DC-Leistung der Module zur AC-Nennleistung des Wechselrichters.
13. Auszugskraft (Pull-out Force): Die Fähigkeit des Befestigungssystems, senkrecht zur Dachfläche wirkenden äußeren Kräften zu widerstehen. Sie ist ein zentrales Abnahmekriterium für Klebmontagesysteme.
14. TSR-Armor™ Technologie: Die proprietäre, mikrorissbeständige Verkapselungstechnologie von ZKFN Solar. Sie ermöglicht es, dass flexible Module nach einem Hagelschlagtest mit $\varnothing 25$ mm bei 23 m/s keine Mikrorisse und null Leistungsdegradation aufweisen; starre Module zeigen nach Begehung keine Mikrorisse und keine Leistungsminderung.
15. Weitere Begriffe: Gemäß GB/T 12936-2007 "Begriffe der solarthermischen Nutzung". Die endgültige Auslegungshöhe liegt bei ZKFN Solar.

Kapitel 3: Zitierte Normen und Referenzdokumente

3.1 Nationale und Branchenstandards

- GB 50009-2012 "Lastnorm für Gebäudestrukturen"
- GB 50797-2012 (Ausgabe 2024) "Planungsnorm für Photovoltaik-Kraftwerke"
- GB 55037-2022 "Brandschutznorm für die Gebäudeplanung"



- GB 50205-2020 "Abnahmenorm für die Ausführung von Stahlbauarbeiten"
- GB 50033-2013 "Planungsnorm für die Tageslichtnutzung in Gebäuden"
- NB/T 10394-2020 "Effizienznorm für Photovoltaik-Systeme"
- GB/T 38946-2020 "Betriebs- und Wartungsvorschrift für Photovoltaik-Kraftwerke"
- IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62109

3.2 Unternehmenseigene technische Dokumente

- Montageanleitungen für die Serien SolarVela / SolarNoah / SolarPega (aktuellste Version)
- TDS-Datenblätter für die Serien SolarVela / SolarNoah / SolarPega
- Begrenzte Garantieurkunde für die Serien SolarVela/Noah (12 Jahre Produkt + 25 Jahre Leistung)
- SolarPega Serie – Beschränkte Garantieurkunde (15 Jahre Produkt + 30 Jahre Leistung)

3.3 Zwei verbindliche Voraussetzungen

① Modellbeschränkung für Auslandsprojekte

- ◆  Für den Einsatz im Ausland (weltweit außerhalb Chinas) zulässig: SolarVela Max, SolarNoah Max (Sechsteil-Anschlussdose)
- ◆  Nur für Verkauf/Nutzung innerhalb Chinas: SolarVela, SolarVela Pro, SolarNoah, SolarNoah Pro (Dreiteil-Anschlussdose). Bei Nutzung im Ausland erlischt die Garantie automatisch.
- ◆ Die gesamte SolarPega-Serie gilt gemäß den vertraglichen Vereinbarungen für den jeweiligen Markt.

- ② Verbot dauerhafter Verschattung für die gesamte Serie: Es ist untersagt, Module in Bereichen mit dauerhafter fester Verschattung (durch Gebäude, Bauwerke, Bäume, Dachanlagen usw.) zu installieren. Schäden durch Hot-Spot-Effekte, die durch langfristige externe feste Verschattung verursacht werden, sind von der Garantie ausgeschlossen.

Kapitel 4 Produktvorstellung und Auswahlübersicht

4.1 Produktserienübersicht

Serie	Typisches Modell	Leistung (W)	Gewicht (kg)	Gewicht (kg/m ²)	Empfohlenes Einsatzszenario	Installationsmethode	Garantie (Produkt/Leistung)
SolarVela	ZKFN B1 000A-510~520	510-520	7,6	2,9	Dächer mit unzureichender Tragfähigkeit, unregelmäßige Dachformen, Schrägdächer, innerhalb Chinas	Direkte Verklebung mit Strukturklebstoff	12 Jahre / 25 Jahre

SolarVela Pro	ZKFN B1 010A-550~560	550–560	7,6	2,9	Hocheffiziente flexible Projekte, unregelmäßige Dachflächen, Schrägdächer, innerhalb Chinas	Direkte Verklebung mit Strukturklebstoff	12 Jahre / 25 Jahre
SolarVela Max	ZKFN B1 010A-550~560	550–560	7,6	2,9	Flachdach mit 0°-Montage, Auslandsprojekte, stark verschmutzte Gebiete, stark staubbelastete Gebiete	Direkte Verklebung mit Strukturklebstoff	12 Jahre / 25 Jahre
SolarNoah	ZKFN B1 000A-510~520	510–520	10,2	3,8	Erfordert spätere Wartung / Demontierbares Dach, innerhalb Chinas	Quick-Clamp Befestigungsklemme	12 Jahre / 25 Jahre
SolarNoah Pro	ZKFN B1 012B-550~560	550–560	10,2	3,8	Hocheffizientes demontierbares Projekt, innerhalb Chinas	Quick-Clamp Befestigungsklemme	12 Jahre / 25 Jahre
SolarNoah Max	ZKFN B1 012B-550~560	550–560	10,2	3,8	Flachdach 0°, Auslandsprojekte, stark verschmutzte Gebiete, Gebiete mit hoher Staubablagerung	Quick-Clamp-Spannvor- richtung	12 Jahre / 25 Jahre
SolarPegaL	ZKFN-G2-120B 500~510	500–510	10,0	4,5	Leicht belastbare Flachdächer, mittel belastbare Dächer	Direktverklebung mit Strukturklebstoff / TPO- oder UPVC-Vierkantröhr	15 Jahre / 30 Jahre
SolarPega	ZKFN-G2-220B 510~520	510–520	13,0	5,9	Begehbare Leichtstarrmodul-Projekt	Direktverklebung mit Strukturklebstoff / TPO- oder UPVC-Vierkantröhr	15 Jahre / 30 Jahre
SolarPegaFL	ZKFN-G2-122B 500~510	500–510	13,0	5,9	Leichtlastprojekt mit Klemmbefestigung	Klemme + Klemmblock / Führungsschiene	15 Jahre / 30 Jahre
SolarPegaF	ZKFN-G2-222B 510~520	510–520	16,2	7,3	Leichtes starres PV-Modul, begehbar + Befestigung mit Klemmen	Klemmen + Andrückelemente / Schiene	15 Jahre / 30 Jahre

4.2 Entscheidungsflussdiagramm für die Auswahl aller Szenarien

Schritt 1: Gibt es auf dem Dach eine dauerhafte feste Verschattung?

└ Ja → Installation verboten, Standort neu wählen

└ Nein → Weiter zu Schritt 2

Schritt 2: Bewertung der verbleibenden Dachlast (Konventionelle Glas-PV-Systeme ≥ 20 kg/m²: **✗** vollständig ungeeignet)

└ < 8 kg/m² (Konventionelles Glas: **✗** ungeeignet) → Nur geeignet: SolarVela-Serie (2,9 kg/m²) – einzig montierbares flexibles Modul

└ 8-15 kg/m² (Standardglas: **✗** Nicht zulässig / Hohes Risiko) → Priorität: SolarNoah/SolarPegaL (3,8-4,5 kg/m²) Optimale flexible Lösung für Leichtdachflächen

└ 15-25 kg/m² (Standardglas: **✗** Nicht empfohlen / Unzureichende Reserve) → Optional: SolarPega/PegaF (5,9-7,3 kg/m²) Obergrenze für leichte starre PV-Module

Schritt 3: Dachneigung?

└ $\geq 5^\circ$ geneigtes Dach → Geeignet: Vela/Vela Pro/Noah/Noah Pro Flexible und leichte

starre Module möglich

└ <5° Flachdach → Zwingend: Max-Serie/Pega-Serie Spezielle flexible Lösung für Flachdächer

Schritt 4: Handelt es sich um ein Auslandsprojekt?

└ Ja → Einschränkung: Max-Serie/Pega-Serie Auslandskonforme flexible PV-Module

└ Nein → Aktuelle Auswahl beibehalten

Schritt 5: Ist eine demontierbare Wartung erforderlich?

└ Ja → Priorität: SolarNoah/SolarPegaF/SolarPegaFL Demontierbare flexible PV-Module

└ Nein → Aktuelle Auswahl beibehalten

Schritt 6: Montageart abgestimmt auf Dachuntergrund

└ T-Profil-/Wellblech-Trapezprofil → Direktverklebung Spezielles flexibles Verfahren

└ Stehfalz-/Kastenfalzprofil → TPO/UPVC-Ausgleich Spezielles flexibles Stützsystem

└ Beton-/Abdichtungsbahn → Strukturklebstoff-Sockel Spezielle Befestigung für Leichtdachflächen

Kapitel 5 – Auslegungsgrundsätze

5.1 Sicherheit hat Priorität

- Module, Verbindungselemente, Tragkonstruktionen und Verankerungen müssen während der gesamten 25/30-jährigen Lebensdauer die strukturelle und elektrische Sicherheit gewährleisten.
- Alle Lösungen müssen einer dreifachen Nachweisführung für Windlasten, Schneelasten und Erdbebenlasten standhalten.
- Der Sicherheitsfaktor für die Auszugskraft der Verankerung muss $\geq 2,5$ betragen.

5.2 Strukturelle Kompatibilität

- Lösung mit Strukturklebstoff: Der Untergrund muss die Mindestanforderungen an Klebefläche und Auszugskraft erfüllen.
- Lösung mit Klemmen: Die Klemmenabmessungen müssen an das Dachziegelprofil angepasst sein, die Klemmenlänge muss ≥ 54 mm betragen, und die Auszugskraft nach dem Einklemmen muss > 100 kg betragen.
- Lösung mit Sockel: Die Auszugskraft pro Befestigungspunkt nach dem Verkleben des Sockels mit Strukturklebstoff muss ≥ 40 kg betragen.

5.3 Umweltverträglichkeit

- Für salzhaltige Umgebungen (innerhalb von 500 m zur Küste) ist eine schriftliche Bestätigung von ZKFN Solar erforderlich.
- In Bereichen mit korrosiven Gasen, saurem Regen, hoher Staubbelastung oder Industrieabgasen ist der Einsatz nur mit Vorsicht oder gar nicht zulässig.

- In kalten Regionen müssen die Mindestaushärtungstemperatur des Strukturklebstoffs ($\geq 0^{\circ}\text{C}$) und die Schneelast berücksichtigt werden.

5.4 Wartungsfreundlichkeit

- Wartungsgang zwischen den Modulreihen: 400 mm (Minimum).
- Module mit Demontagefreiraum vorsehen; bei Demontagebedarf vorrangig die zerstörungsfrei demontierbaren Lösungen der Serien SolarNoah und SolarPegaF verwenden.

Kapitel 6 – Grundlagen der Lastberechnung

6.1 Schnellübersicht der Eigengewichtslasten von PV-Modulen

Modultyp	Gewicht (kg/m ²)	Eigengewichtslast (kN/m ²)
SolarVela / SolarVela Pro / SolarVela Max	2,9	0,0274
SolarNoah / SolarNoah Pro / SolarNoah Max	3,8	0,0372
SolarPegaL	4,5	0,0441
SolarPega	5,9	0,0549
SolarPegaFL	5,9	0,0574
SolarPegaF	7,3	0,0716

6.2 Windlastberechnung (GB 50009)

$$W = \mu_s \cdot \omega \cdot \beta_z$$

- W: Bemessungswindlast (kN/m²)
- μ_s : Formbeiwert der Windlast (abhängig von der Dachform; bei Flachdach –1,3, im Eckbereich der Attika –2,0)
- ω : Grundwinddruck (50-jährliches Wiederkehrintervall)
- β_z : Höhenbeiwert

Einzelheiten sind dem nationalen Standard zu entnehmen.

Bemessungswerte der statischen Modullast (gemäß TDS-Prüfergebnissen der jeweiligen Serie):

- SolarVela/Pro/Max, SolarNoah/Pro/Max: Vorderseite 5400 Pa, Rückseite 2400 Pa
- SolarPega / PegaF: Vorderseite 3600 Pa, Rückseite 2400 Pa
- SolarPegaL / PegaFL: Vorderseite 2400 Pa, Rückseite 2400 Pa

- Windwiderstandsklasse der gesamten Serie: Stufe 17, bestanden im Hageltest mit $\varnothing 25$ mm / 23 m/s

6.3 Schneelastberechnung (GB 50009)

$$S = \mu_s \cdot S_0$$

6.4 Erdbebeneinwirkung (GB 50011)

Erdbebenbemessungsintensität \geq Grad 7:

$$FE_k = \alpha_{max} \cdot G_{eq}$$

Auslegungs-Erdbebenintensität	6 Grad	7 Grad	8 Grad
α_{max}	0,04	0,08 (0,10)	0,16 (0,20)

Maximaler horizontaler Erdbebeneinflusskoeffizient α_{max} :

6.5 Lastkombinationen

- Ständige Last + 1,4-fache Windlast (Sog)
- Ständige Last + 1,4-fache Schneelast
- Ständige Last + 1,4 \times 0,7-fache Windlast + 1,4 \times 0,7-fache Schneelast
- Ständige Last + 1,3-fache Erdbebeneinwirkung

Grenzwerte:

- Gesamtlast des Modul- und Unterkonstruktionssystems \leq zulässige Tragfähigkeit der Dachfläche \times 0,8
- **Auszugskraft der Einzelpunktverankerung \geq Bemessungslast \times Sicherheitsfaktor \geq 2,5**

Kapitel 7: Modulanordnung und -auslegung

7.1 Anordnungsprinzipien

Wirtschaftlich, zuverlässig, rational und ästhetisch – unter Einhaltung der Produktnutzungsvorschriften und Maximierung der Stromerzeugung wird gleichzeitig die Bauausführbarkeit und Wartungsfreundlichkeit sichergestellt.

7.2 Typische Anordnungsparameter der Serien

Serie	Modulausrichtung	Modulabstand	Reihenabstand (Wartungsgang)	Verschaltungsrichtung
SolarVela / Pro / Max	Querformat (Längsseite senkrecht zur Wellung)	≥ 20 mm	≥ 400 mm	Serielle Verbindung links-rechts

SolarNoah / Pro / Max	Querformat	$\geq 20 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ mm}$	Serielle Verbindung links-rechts
SolarPega / L	Quer- und Hochformat möglich	$\geq 20 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ mm}$	Serielle Verbindung links-rechts
TPO- oder UPVC-Vierkanthrohr-Lösung (Stehfalz-/Klemmprofildach)	Querformat	$\geq 20 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ mm}$	Serielle Verschaltung in horizontaler Richtung
SolarPegaF / FL	Sowohl horizontal als auch vertikal möglich	$\geq 20 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ mm}$	Serielle Verschaltung in horizontaler Richtung

Streng verboten (für alle Serien):

- Einzelmodul-Installation über Gebäudeentwässerungsleitungen (Abflussrohre, Dachrinnen);
- Einzelmodul-Installation mit darunterliegenden Stoßfugen (einschließlich Stahlblech-Stoßfugen, Verbindungselement-Stoßfugen);
- Einzelmodul-Installation über Gebäudedehnungsfugen;
- Modul-Installation im Bereich von Lichtbändern auf Stahldachflächen;
- Modul-Installation in Bereichen von Abwasserauslässen, Rauch-/Abluftöffnungen sowie Zonen mit erhöhter Staub-/Chemiedampfansammlung.

7.3 Verschattungsdesign

7.3.1 Designverbote

- Dauerhafte feste Verschattung: Streng verboten (alle Serien);
- Kurzzeitige/nicht feste Verschattung: Streng zu vermeiden (starke Verschmutzung, übermäßige Staubablagerung, temporäre Abschattung).
- Design-Ausnahmeerklärung: Die Max-Serie (Vela Max / Noah Max) verwendet Sechsteil-Anschlussdosen und weist eine höhere Toleranz gegenüber kurzzeitigen/nicht festen Verschattungen auf, darf jedoch nicht unter dauerhafter Abschattung platziert werden.

7.3.2 Sicherheitsabstand bei Verschattung

Art der Verschattungsobjekte	Minimaler Sicherheitsabstand
Attika, Dachaufbauten	$\geq 2,5 H$ (H = Höhe des Verschattungsobjekts)
Oberlichter, Lichtbänder	$\geq 2 H$
Angrenzende Gebäude	Keine Verschattung zwischen 9:00 und 15:00 Uhr zur Wintersonnenwende

7.3.3 Formel für den Reihenabstand in Nord-Süd-Ausrichtung (GB 50797-2012)

$$D = H / \tan \theta_{\min}$$

- D: Reihenabstand (m)
- H: Höhendifferenz zwischen dem höchsten Punkt der vorderen Reihe und dem unteren Punkt der hinteren Reihe (m)
- θ_{\min} : Sonnenhöhenwinkel am Mittag des Wintersonnenwendetages am Standort

7.3.4 Kritische Stromerzeugungszeiträume und Bewertung

- Kritischer Stromerzeugungszeitraum: Keine direkte Lichtverschattung zwischen 9:00 und 15:00 Uhr am Wintersonnenwendetag;
- Jährlicher effektiver Lichteinfallverlust: $\leq 3\%$;
- Bewertungswerkzeuge: PVsyst, Helioscope, SketchUp + Drohnenluftaufnahmen.

7.3.5 Besondere Anforderungen für unregelmäßige / gewölbte Dächer

- Vermeidung der Montage in Bereichen mit starken Krümmungsänderungen;
- Zwingende Anforderung für die MPPT-Gruppierung auf gewölbten Dächern: Die Neigungswinkelabweichung der Module innerhalb desselben MPPT-Stromkreises muss auf $\pm 5^\circ$ begrenzt sein, andernfalls erfolgt die Aufteilung in separate Strangsteuerungsbereiche;
- Minimaler Biegeradius für gebogene Module (Flexible Vela-Serie) $\geq 0,3$ m.

7.4 Sicherheitsauslegung der elektrischen Anordnung

7.4.1 Anschlussdose und Kabel

- Anschlussdosen-Schutzart: IP68 (serienmäßig bei allen Modellen)
- Gleichstromkabel-Spezifikation: $\geq 1 \times 4,0 \text{ mm}^2$, doppelte Isolierung
- Temperaturbereich: -40°C bis $+90^\circ \text{C}$
- Kabelverlegung: In Kabeltrassen/Rohren mit Schutz, direkter Kontakt mit Metalldächern verboten
- Spannungsabfall-Anforderung: Gleichstromseite $\leq 2\%$, Wechselstromseite $\leq 1\%$
- Minimaler Biegeradius: $R = 10 \times \text{Kabelaußendurchmesser}$

7.4.2 Überstromschutz

- Jeder String wird mit einem Gleichstrom-Sicherungselement oder Leistungsschalter ausgestattet
- Maximaler Sicherungsnennstrom: 25 A (einheitlich für alle Modelle)
- Sicherungsnennstrom: $I_r = 1,25 \times I_{sc}$
- Der Kombinerkasten muss mit einem Überspannungsschutzgerät (SPD, Klasse II) und einem Trennschalter ausgestattet sein

Kapitel 8: Modulmontage-Design

8.1 Bewertung der Eignung des Untergrunds (Dachfläche)

8.1.1 Stahltrapezprofildach

Projekt	Qualifikationsbedingungen	Ausschlussbedingungen
Wellenabstand (Abstand zwischen den Wellenbergen)	≤ 350 mm	Über 350 mm (Direktverklebung nicht zulässig)
Oberflächenbeschichtung	Intakt, Korrosionsfläche ≤ 5%	Großflächiger Lackabplatzer, freiliegendes Metall
Wellenbergintegrität	Keine Durchlöcherungen, keine Nietenüberstände	Wellenberg mit Nieten, Durchlöcherungen oder anderen störenden Befestigungselementen
Verschmutzungszustand	Keine Ölverschmutzung, Moos oder Staub	Ölverschmutzung, Moos oder chemische Verunreinigungen nicht entfernt
Konstruktion (einschalig)	Keine darunterliegende Hochtemperaturwerkstatt	Unterhalb der Einfachziegel befindet sich eine Hochtemperaturwerkstatt



Behandlung von Dachrost: Die Sanierung sollte unter fachkundiger Anleitung mit spezieller Farbe für die Sanierung von Stahltrapezprofilen erfolgen (Zyklus von 3–5 Jahren). Nach der Sanierung muss die Auszugskraft überprüft werden.

8.1.2 Betondach

Projekt	Zulassungsbedingungen
Betonfestigkeitsklasse	≥ C25
Oberflächenebenheit	≤ 3 mm / 2 m
Abdichtungsschicht	Vollständig, rissfrei, blasenfrei
Feinmörtel-Schutzschicht	Muss geschliffen oder mit wasserfestem Latex überzogen werden, Auszugskraftprüfung bestanden




Behandlung von Betondächern mit Feinspachtelmörtel: Viele und freiliegende Körner beeinträchtigen die Haftung des Strukturklebstoffs. Behandlungsmethode: Schutzschicht mit Winkelschleifer abschleifen → Spezielle wasserfeste Latexbeschichtung auftragen → Auszugskraftprüfung (Einzelpunkt ≥ 40 kg, Stichproben > 1 % der Fundamentanzahl).

8.1.3 Dach mit Abdichtungsbahn

Projekt	Zulassungsbedingungen
---------	-----------------------

Oberfläche der Bahnenware	Keine Fremdkörper, keine Erhebungen
Zustand der Dachbahn	Keine Alterung, keine Delamination
Untergrundverklebung	Feste Verklebung mit dem Untergrund, keine Blasenbildung
Untergrundkonstruktion	Stahlbeton / Doppel-T-Platten / Leichtbaustahl-Verbundplatten

 **Behandlung von Blasenbildungen:** In Bereichen mit Blasenbildung ist eine direkte Montage untersagt. Die Blasen sind vom Hersteller der Abdichtungsbahn zu behandeln oder die Bahn ist zu erneuern → Montage erst nach bestandener Auszugskraftprüfung (Einzelpunkt ≥ 40 kg, Stichproben $> 1\%$ der Fundamentanzahl) zulässig.

8.2 Zwingende Anforderungen an den Modul-Neigungswinkel

Serie	Minimaler Neigungswinkel	Maximaler Neigungswinkel	Anmerkungen
SolarVela / SolarVela Pro	$\geq 5^\circ$	90°	Keine horizontale Montage bei 0° zulässig
SolarVela Max	Unbegrenzt (0° – 90°)	90°	Einziges flexibles Modell, das eine horizontale Flachdachmontage erlaubt
SolarNoah / SolarNoah Pro	$\geq 5^\circ$	90°	0° - oder Horizontalmontage strengstens untersagt
SolarNoah Max	Unbegrenzt (0° – 90°)	90°	Bevorzugte Lösung für Flachdächer mit abnehmbarem Rahmen
SolarPega / PegaL / PegaF / PegaFL	Empfohlen $\geq 5^\circ$	90°	Bei einer 0° -Montage muss die Reinigungshäufigkeit erhöht werden.

Bemessungsgrundlage für Neigungswinkel $\geq 5^\circ$: Sicherstellung der Selbstreinigung durch Regenwasser, Vermeidung von Schmutz- und Wasseransammlungen an der Unterkante sowie Vermeidung des daraus resultierenden langfristigen Hot-Spot-Risikos.

8.3 Verarbeitungstechnik des Strukturklebstoffs

8.3.1 Produktspezifikation

- Typ: Guangzhou Baiyun SMG533, spezieller Strukturklebstoff für PV-Module
- Gebindegröße: 590 mL/Kartusche
- Farbe: Weiß

- Garantie: 25 Jahre

8.3.2 Leistungsparameter

Parameter	Wert
Zugfestigkeit (nach Aushärtung)	≥ 1,5 MPa
Bruchdehnung	≥ 250 %
Minimale Umgebungstemperatur für die Klebstoffapplikation	≥ 0 °C
Empfohlene Verarbeitungstemperatur	4,4 °C ~ 35 °C
Aushärtezeit	24 h bei 25 °C (niedrigere Temperaturen verlängern die Zeit)

8.3.3 Anforderungen an den Klebstoffauftrag

Anforderung	Wert
Klebedüsenschnittart	Schrägschnitt
Kleberaupe-Querschnitt	Zylindrisch
Kleberaupe-Breite	ca. 10 mm
Kleberaupe-Höhe	ca. 8 mm
Auftragungsgeschwindigkeit	ca. 10 cm/s, gleichmäßig
Kontinuität der Kleberaupe	Muss durchgehend und gleichmäßig sein; punktueller oder abschnittweises Auftragen ist strengstens untersagt
Lufteinschlüsse/Unterbrechungen	Nicht zulässig

8.3.4 Kritische Zeitpunkte (müssen eingehalten werden)

- „Goldene 5 Minuten“: Nach dem Auftragen des Strukturklebstoffs muss die Modulverlegung innerhalb von 5 Minuten abgeschlossen sein.
- Nach der Modulverlegung darf das Modul nicht erneut angehoben und neu ausgerichtet werden (erneutes Verkleben ist strengstens untersagt).
- Während der Aushärtungsphase (24 h bei 25 °C) darf das Modul nicht gestört werden.

8.3.5 Witterungsanforderungen für die Montage

- Die Montage bei Regen, Schnee oder starkem Wind (≥ Stärke 4) ist untersagt.

- Der Untergrund muss trocken und sauber sein (Reinigung mit dem vorgeschriebenen Reinigungsmittel).
- Empfohlen werden sonnige, windstille oder leicht windige Bedingungen.

8.4 Detaillierte Montageanleitungen für die einzelnen Serien

8.4.1 SolarVela / SolarVela Pro / SolarVela Max: Direktverklebung mit Strukturklebstoff

【Anwendungsbereiche】 Trapezblechdächer (T-Profil, Wellprofil), Flachdächer, gewölbte Dächer, unregelmäßig geformte Dächer, Dächer mit unzureichender Tragfähigkeit, BIPV-Projekte.

【Voraussetzungen für die Direktverklebung】

- Der Abstand zwischen den Wellenspitzen des Trapezblechs beträgt ≤ 350 mm.
- Die Wellenspitzen des Trapezblechs weisen keine Nieten auf.
- Das Trapezblech ist insgesamt frei von Korrosion, örtlich ohne Beschädigungen oder Verformungen.
- Bei einlagigem Trapezblech befindet sich darunter kein Hochtemperatur-Wärme erzeugendes Gerät.
- Neigungswinkel: Vela/Vela Pro $\geq 5^\circ$, Vela Max unbegrenzt.

【Wichtige Auslegungsparameter】


Parameter	Werte
Minimale Klebefläche pro Modul	$\geq 800 \text{ cm}^2$
Entsprechender typischer Auslegungs-Abzugswert	$\approx 17,4 \text{ kN (1771 kg)}$
Anforderung an die Auszugskraft für einzelne TPO- oder UPVC-Vierkantrohre	$> 40 \text{ kg}$ (Prüfung nach Aushärtung)
Begrenzung des Modulüberstands	Überstand auf beiden Seiten $< 5 \text{ cm}$; bei Überstand $\geq 5 \text{ cm}$ ist eine Unterfütterung mit Vierkantrohren erforderlich
Reihenabstand	$\geq 400 \text{ mm}$
Modulabstand	$\geq 20 \text{ mm}$

8.4.2 SolarVela Pro/Max für Schrägdächer (Dachneigung $> 5^\circ$, bei $< 5^\circ$ bitte die Max-Serie verwenden): TPO- oder UPVC-Vierkantrohr-Klebeverfahren

【Anwendungsszenarien】 Alle flexiblen PV-Module auf Schrägdächern, Dächern mit Abdichtungsbahnen, Trapezblechdächern (Stehfalzprofil) und Stehfalzdächern (Falzprofil).

【TPO- oder UPVC-Vierkantrohr-Spezifikationen】

Parameter	Anforderung
Material	TPO oder UPVC, UV-beständig, witterungsbeständig
Höhe H_1	= (Gemessene Wellenhöhe des Stahldachziegels $H - 6$ mm) ± 2 mm
Breite B (gemeinsame Nutzung von zwei Modulen)	≥ 40 mm und $\geq \frac{1}{2} H_1$
Breite (Einzelmodul-Abstützung)	≥ 30 mm und $\geq \frac{1}{2} H_1$
Anzahl der Rohrleitungen pro Einzelmodul	≥ 6 Bahnen, gleichmäßig entlang der Modullängsrichtung verteilt
Position der Stoßfuge	Muss zwischen den Modulen platziert werden; ein einzelnes Modul darf die Stoßfuge nicht überspannen

8.4.3  Besondere Warnung: Direktes Verkleben auf Trapezblechdächern (Stehfalzprofil) / Stehfalzdächern (Falzprofil) ist strengstens untersagt!

Begründung: Bei Trapezblechprofilen bestehen Höhenabweichungen der Wellenberge und eine unzureichende effektive Klebefläche; Stehfalzdächer weisen eine vertikale Falzstruktur auf, ohne durchgehende großflächige Klebegrundfläche auf der Dacheindeckung. Beide erfüllen nicht die Anforderungen an Windlast- und Temperaturspannungsbelastungen. Direktes Verkleben birgt erhebliche Sicherheitsrisiken wie Ablösung und Abheben durch Wind.

Empfohlene Lösung:

- Bevorzugt die SolarNoah-Serie + Quick-Clamp-Klemmen verwenden;
- Falls innerhalb der nächsten 25 Jahre keine Dachsanierung oder -erneuerung geplant ist, kann die SolarVela/Pro (Neigungswinkel $\geq 5^\circ$) oder SolarVela Max (beliebiger Neigungswinkel) + TPO- oder UPVC-Vierkantrohr-Ausgleichsstützen-Lösung eingesetzt werden.

8.4.4 SolarNoah / SolarNoah Pro / SolarNoah Max: Quick-Clamp-Klemmen-Lösung

【Trapezblechdach】 Klemmen + spezielle Andruckprofile

Dachziegelprofil	Angepasste Klemme	Längsseitenrichtung
T-Profil	Spezielle T-Profil-Klemmvorrichtung	Senkrechte Wellung
Winkelprofil-Typ	Spezielle Winkelprofil-Klemmvorrichtung	Senkrechte Wellung

Stehfalz-Typ	Spezielle Stehfalz-Klemmvorrichtung	Senkrechte Wellung
Wellprofil-Typ	Spezielle Wellprofil-Klemmvorrichtung	Senkrechte Wellung

【Technische Anforderungen an Klemmen】

- Aluminiumlegierung, muss nationaler Norm entsprechen, eloxierte Schichtdicke $\geq 15 \mu\text{m}$;
- Verbindungsschrauben: Edelstahl 304-2;
- Klemmbackenlänge $\geq 54 \text{ mm}$;
- Auszugskraft nach Klemmung $> 100 \text{ kg}$;
- Schraubenanzugsmoment: 15–20 N·m (Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8, GB 50205-2020);
- Empfohlener maximaler Anpressdruck: 20 MPa.

【Stückliste für Zubehör pro 2 Module (typischer Wert)】

Positionsnummer	Bezeichnung	Spezifikation	Anzahl
1	SolarNoah-Modul	SATZ	2
2	Randklemmblock	Universal-Klemmblock 04	6
3	Mittelklemmblock	Universal-Klemmblock 01	3

【Flachdachlösung】 Fundament + Strukturklebstoff + Pressblock

- Verwendung von Hoch- und Niedrigfundamenten zur Erzielung eines Neigungswinkels $\geq 5^\circ$;
- Einzelpunkt-Auszugskraft nach Verklebung des Fundamentes mit Strukturklebstoff $\geq 40 \text{ kg}$;
- Stückliste für Zubehör pro 2 Module: Randpressblock-Fundament-Kombination $\times 6$, Mittelklammer-Fundament-Kombination $\times 3$, SMG533 Strukturklebstoff $\times 1$ Kartusche.

8.4.5 SolarPega / SolarPegaL: Rahmenloses leichtes starres PV-Modul

【Flachdachabdichtungsbahn-Installation】

- Reinigung des Untergrunds \rightarrow Verklebung der Vierkantrohre \rightarrow Auftragen des Klebstoffs auf die Oberseite der Vierkantrohre;
- Klebstoffraupe mit zylindrischem Querschnitt (10 mm \times 8 mm), konstante Geschwindigkeit von 10 cm/s;

- Klebefläche pro Einzelmodul $\geq 800 \text{ cm}^2$ (entsprechende Zugkraft $\approx 17,4 \text{ kN}$);
- Nach der Installation mit einer weichen Andruckrolle verdichten, keinesfalls die Solarzellen mit der Hand andrücken.

【Anpassungstabelle für Montagearten auf Trapezblechdächern】

Dachziegelprofil	Klebmontage	Längsseite des Moduls
T-Profil	Direktverklebung + TPO- oder UPVC-Vierkantrohr	Senkrechte Wellung
Wellenprofil	Direktverklebung	Senkrechte Wellung
Winkelrippentyp	Verklebung mit TPO- oder UPVC-Vierkantrohr	Senkrechte Wellung
Stehfalztyp	Verklebung mit TPO- oder UPVC-Vierkantrohr	Senkrechte Wellung

【Anordnung von TPO- oder UPVC-Vierkantrohren】

- Vierkantrohrabstand: $< 350 \text{ mm}$ (mittig zwischen den Wellenbergen platziert);
- Vierkantrohre werden zwischen den Wellenbergen und in der Mitte der Wellentäler verklebt.

8.4.6 SolarPegaF / SolarPegaFL: Leichtes starres PV-Modul mit Rahmen (Klemmlösung)

Methode	Anzahl der Klemmblöcke (pro Modul)	Position der Klemmbacken
① Sechs Klemmbacken entlang der Längsseite der Schiene	6	Gleichmäßig verteilt auf der Längsseite
② Sechs Klemmbacken senkrecht zur Längsseite der Schiene	6	Gleichmäßig verteilt senkrecht zur Längsseite

【Montagevariante mit Schiene/Klemme】

【Technische Anforderungen an Klemmblöcke】

- Breite $a \geq 40 \text{ mm}$, Bohrungsdurchmesser $\varnothing 8,5 \text{ mm}$, Dicke $\geq 3 \text{ mm}$;
- Überlappung mit dem Modulrahmen: 8–11 mm;
- Entwässerungsöffnungen dürfen nicht durch Klemmen verdeckt werden;
- Klemmblöcke dürfen nicht direkt auf das Glas drücken;
- Schraubenanzugsmoment: 15-20 N·m (Festigkeitsklasse 8.8);

- Montagereihenfolge: Unterlegscheibe → Federring → Mutter.

【Montage von leichten starren PV-Modulen mit Rückrahmen auf Flachdächern】

- Spezialhalterung + Befestigung mittels Strukturklebstoff / Chemischer Dübel auf der Dachfläche.
- Chemische Dübelverankerung auf Betondach: Gewindestangenüberstand ≥ 55 mm, Auszugstest erst nach 24 h Aushärtung durchführen;
- Auszugskraft eines einzelnen chemischen Dübels ≥ 20 –25 kN;
- Dach mit Abdichtungsbahn: Schraubbefestigung + Abdichtungsbahn-Flicken (Überlappungsbreite ≥ 100 mm, quadratische Verlegung, Verschweißung mit gleichem Material).

8.5 Anforderungen an die Begehbarkeit von Modulen (Pega-Serie)



Die Serien SolarPega / PegaF sind als "begehbar" spezifiziert, jedoch müssen in der Planungsphase folgende Einschränkungen im Konzept festgelegt werden:

Installationsvoraussetzungen:

- SolarPega / SolarPegaL müssen mit 8 UPVC-Vierkantrohren gleichmäßig entlang der Modullängsseite gestützt werden. Die Länge eines einzelnen Vierkantrohrs entspricht der Modulkurzseite, die Rohrenden überragen die Modulbreite um 5–8 mm, und die kurze Seitenkante bedeckt $1/2$ – $2/3$ der Breite des äußersten Rohrs;
- SolarPegaF / SolarPegaFL müssen 8 gleichmäßig verteilte Stützbefestigungspunkte aufweisen, die symmetrisch entlang der beiden Modullängsseiten angeordnet sind (4 Punkte pro Seite). Der Abstand von der Mitte des äußersten Klemms zur kurzen Seitenkante beträgt 8–10 cm, und der Abstand unter dem Modul zur Auflagefläche beträgt > 50 mm. Die Montagefläche muss eben und stabil sein, mit einer Ebenheitstoleranz von $\leq \pm 2$ mm/m.

Projekt	Einschränkung
Körpergewicht der Person	< 80 kg
Schuhwerk	Schutzschuhe mit Gummisohle oder Sicherheitsschuhe mit weicher Sohle
Verbotenes Schuhwerk	High Heels, Schuhe mit harter Ledersohle, Schuhe mit Nägeln
Zulässiger Bereich	Zentraler Bereich des Moduls
Verbotener Bereich	Randbereiche, Klemmenauflageflächen, Modulfugen
Zulässige Handlungen	Gehen, ruhiges Stehen
Verbotene Handlungen	Springen, Stampfen, kräftiges Betreten, Rennen

Gleichzeitige Personenzahl pro Modul	Nur 1 Person zulässig
Wetterbeschränkungen	Bei Regen, Schnee oder feuchter Oberfläche ist das Betreten strengstens untersagt

Die Serien SolarVela / SolarNoah dürfen nicht betreten werden. Für Wartungsarbeiten sind die vorgesehenen Inspektionsgänge zu nutzen.

8.6 Küstenlinien- & Sonderumgebungsplanung

- Salznebelumgebung: Modulabstand zur Küstenlinie ≥ 500 m; bei küstennaher Installation (< 500 m) ist eine schriftliche Bestätigung von ZKFN Solar erforderlich;
- Hohe Höhenlage: ≤ 2000 m, bei Überschreitung ist eine spezielle Bewertung erforderlich;
- Blitzschutz: In Gebieten mit häufigen Blitzaktivitäten ist eine separate Blitzschutzvorrichtung erforderlich;
- Korrosive Umgebungen: Installation in Bereichen mit Ansammlung von Salzen, aktiven chemischen Dämpfen oder saurem Regen ist verboten.

Kapitel 9 Auswahl des Wechselrichters

9.1 DC/AC-Verhältnis (DC/AC Ratio) – Referenz (NB/T 10394-2020)

Jährliche horizontale Einstrahlung (kWh/m ² ·Jahr)	Typische Regionen	Temperatureinflüsse	Empfohlenes DC/AC-Verhältnis	Erläuterung
< 1200 (Niedrige Einstrahlungszone)	Harbin, Shenyang, Urumqi	Kälter	1,15–1,25	Niedrige Einstrahlung, Überdimensionierung verbessert die Wechselrichterauslastung
1200–1400 (Mittlere Einstrahlungszone)	Jining, Jinan, Shanghai, Chengdu	Gemäßigt	1,10–1,15	Meistens keine Überlastung
1400–1700 (Höhere Einstrahlungszone)	Xi'an, Hohhot, Lanzhou	Heiße Sommer, kalte Winter	1,05–1,10	Vermeidung von Leistungsbegrenzung im Sommer
> 1700 (Hochstrahlungszone)	Gonghe (Qinghai), Dunhuang (Gansu),	Heißes Hochland	1,00–1,05	Überdimensionierung führt leicht zu deutlichen Leistungsbegrenzungsverlusten

	Hami (Xinjiang)			
--	------------------------	--	--	--

9.2 Spannungsanpassungsauslegung

- Bei hohen Temperaturen: Sicherstellen, dass V_{mp} (Spannung bei maximaler Modulleistung) \geq untere MPPT-Grenze
- Bei niedrigen Temperaturen: Sicherstellen, dass V_{oc} (GesamtLeerlaufspannung der Reihenschaltung) \leq maximale DC-Eingangsspannung des Wechselrichters (1000 V oder 1500 V)

9.2.1 Korrekturfaktortabelle für die Leerlaufspannung bei niedrigen Temperaturen

Für Dach- und dezentrale Projekte wird ein Wert von 1,05–1,10 empfohlen (um sommerliche Überlastung zu vermeiden).

Erwartete minimale Umgebungstemperatur (°C)	Korrekturfaktor
24 ~ 20	1,02
19 ~ 15	1,04
14 ~ 10	1,06
9 ~ 5	1,08
4 ~ 0	1,10
-1 ~ -5	1,12
-6 ~ -10	1,14
-11 ~ -15	1,16
-16 ~ -20	1,18
-21 ~ -25	1,20
-26 ~ -30	1.21
-31 ~ -35	1.23
-36 ~ -40	1.25

9.2.2 Präzise Berechnungsformel

(1)

$$N \leq \frac{V_{dc\ max}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]}$$

(2)

$$\frac{V_{mppt\ min}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K'_v]} \leq N \leq \frac{V_{mppt\ max}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K'_v]}$$

Symbol	Bedeutung	Parameterquelle
Kv	Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung des PV-Moduls	Datenblatt des Moduls
Kv'	Temperaturkoeffizient der Betriebsspannung des PV-Moduls	Datenblatt des Moduls
Voc	Leerlaufspannung des PV-Moduls (V)	Moduldatenblatt
Vpm	Arbeitsspannung des PV-Moduls (V)	Moduldatenblatt
Vdcmax	Maximal zulässige DC-Eingangsspannung des Wechselrichters (V)	Wechselrichter-Datenblatt
Vmpptmax	Maximale MPPT-Vollastspannung des Wechselrichters (V)	Wechselrichter-Datenblatt
Vmpptmin	Minimale MPPT-Vollastspannung des Wechselrichters (V)	Wechselrichter-Datenblatt
t	Grenztemperatur des PV-Moduls unter Betriebsbedingungen – Minimum (°C)	Örtliches Wetter
t'	Grenztemperatur des PV-Moduls unter Betriebsbedingungen – Maximum (°C)	Örtliches Wetter

Hinweis:

- Bei gebäudeintegrierten Photovoltaiksystemen wird häufig nicht die maximale Anzahl von Modulen in einem String ausgelegt. Es ist erforderlich, die beiden Formeln zu kombinieren, um den ganzzahligen Bereich der Modulanzahl pro String zu ermitteln. Anschließend sind unter Berücksichtigung von Faktoren wie Modulanzahl, Gleichstromzusammenführung und baulichen Gegebenheiten technisch-wirtschaftliche Vergleiche anzustellen, um die Modulanzahl pro String sinnvoll auszulegen.
- Falls Kv' schwer zu ermitteln ist, kann der Kv-Wert des Moduls als Ersatz verwendet werden.

- Falls die Modultemperaturerhöhung (t , t') nicht ermittelbar ist, kann die Umgebungstemperatur als Ersatz verwendet werden.
- Zur Optimierung der Stromerträge sind $V_{mpptmax}$ und $V_{mpptmin}$ aus dem MPPT-Vollastspannungsbereich des Wechselrichters zu entnehmen.

9.2.4 Auslegung des maximalen Stringstroms

Berechnung der Strombelastbarkeit von Leitungen/Sicherungen:

$$I_{fu} \geq 1.56 \times I_{sc}$$

Nennstrom der maximalen Sicherung für die gesamte Serie = 25 A.

9.3 MPPT-Kanalauslegung

- Bei Dächern mit unterschiedlichen Ausrichtungen, Neigungswinkeln oder Verschattungen sollte ein Wechselrichter mit mehreren MPPT-Kanälen gewählt werden.
- String-Wechselrichter sind für dezentrale Projekte vorzuziehen.
- Die Neigungswinkelabweichung der Module innerhalb desselben MPPT-Kanals muss $\leq \pm 5^\circ$ betragen.
- Gewölbte Dachflächen: Aufteilung in unabhängige MPPT-Steuerungszonen nach $\pm 5^\circ$ -Bereichen.
- Unterschiedliche Ausrichtungen dürfen keinen gemeinsamen MPPT-Kanal nutzen.

9.4 Netzanschlussanforderungen

- Die Ausgangsspannungsebene muss mit dem Netzanschlusspunkt übereinstimmen (380 V Niederspannung oder Hochspannung auf 10 kV Mittelspannung).
- Es müssen Überspannungs-, Unterspannungs-, Überfrequenz-, Unterfrequenz- und Inselbildungsschutzfunktionen vorhanden sein.
- Oberschwingungen, Spannungsschwankungen und Leistungsfaktor müssen den Netzanschlussnormen entsprechen (Leistungsfaktor $\geq 0,9$ nacheilend bis $0,9$ voreilend).

9.5 Schutzart und Umgebungsanpassung

- Schutzart: \geq IP65 (Außenbereich)
- Betriebstemperatur: -25°C bis $+55^\circ\text{C}$
- Salznebelumgebung: Konform mit GB/T 10125
- Fernüberwachungs- und Datenaufzeichnungsfunktionen müssen vorhanden sein.
- Der Wechselrichter muss mit einer AFCI-Funktion (Lichtbogenfehlerunterbrechung) ausgestattet sein.

9.6 Sicherheit und Schutz

- Gleichstromseite: Verpolungsschutz, Überspannungsschutz, SPD (Klasse II), AFCI
- Wechselstromseite: Überstrom-, Kurzschluss- und Überspannungsschutz

- Erdung: Entspricht TN-S- oder TT-System
- Entspricht der Sicherheitsnorm IEC 62109

9.7 Verbindliche Anforderung zur MC4-Steckerkonsistenz

- MC4-Stecker müssen mit dem Modul kompatibel sein und vom gleichen Hersteller, gleichen Typ und gleicher Spezifikation stammen.
- Das Mischen von Steckern unterschiedlicher Marken oder Serien ist strengstens untersagt, da dies zu Kontaktproblemen, Überhitzung oder sogar Brandgefahr führen kann und automatisch zum Verlust der Garantie führt.
- Empfohlene Steckertypen für ZKFN Solar-Module: PV-BN101B BONENG, RHC2 RENHE, EVO2 Stäubli.

Kapitel 10 Betriebs- und Wartungsdesign

10.1 Auslegung des Wasserreinigungssystems

10.1.1 Rohrleitungsanordnung

- Gleichmäßige Anordnung entlang der Dachfläche, vollständige Abdeckung;
- Hauptleitung DN25–DN50, Nebenleitung DN15–DN20;
- Material: Edelstahl oder UV-beständiges PPR;
- Die Rohrleitungen sind UV-beständig, kältebeständig und korrosionsbeständig.

10.1.2 Wasserquelle und Wasserdruck

- Wasserquelle: Kommunale Wasserversorgung oder gereinigtes Regenwasser;
- Wasserdruck: 0,1–0,2 MPa (Hochdruckstöße strengstens vermeiden, zu hoher Wasserdruck kann leicht zu Mikrorissen führen);
- Zu niedriger Wasserdruck (< 0,1 MPa) führt zu schlechten Spülergebnissen, zu hoher Wasserdruck (> 0,2 MPa) kann leicht Mikrorisse im Modul verursachen.

10.1.3 Spülvorrichtung

- Die Düsen bedecken die gesamte Moduloberfläche ohne tote Winkel;
- Ausstattung mit zonenweise gesteuerten elektrischen Ventilen oder manuellen Ventilen;
- Der Sprühwinkel ist an den Neigungswinkel des Moduls angepasst.

10.1.4 Entwässerung und Frostschutz

- Ableitung des Abwassers in die Regenwasserleitung oder einen speziellen Abflussgraben;
- In nördlichen Regionen ist eine Dämmschicht oder ein Frostschutzmittelkreislauf erforderlich (oder saisonale Stilllegung und Entleerung).

10.1.5 Empfehlungen zur Reinigungshäufigkeit (GB/T 38946-2020)

Umgebungsbedingungen	Empfohlene Häufigkeit	Anmerkungen
Normale Städte und Vororte	Empfohlen: einmal monatlich	Im Winter kann die Häufigkeit reduziert werden
Regionen mit starker Staubbelastung	Mindestens einmal monatlich	Sofortige Reinigung nach einem Sandsturm
Starke industrielle Verschmutzung	1–2 Mal pro Monat	Überwachung von Verschmutzung und Leistungsabfall
Küstenregionen mit Salznebel	Mindestens 1 Mal pro Monat	Synchron durchgeführte Korrosionsprüfung
Regenreiche Regionen	Mindestens 1 Mal pro Quartal	Regenwasserunterstützte Reinigung
Nach außergewöhnlichen Ereignissen	Sofortige Reinigung	Vermeidung von Hot-Spot-Effekten

10.1.6 Hinweise zur Reinigung

- Die Reinigung sollte am Morgen oder am Abend durchgeführt werden (um Mikrorisse durch plötzliche Abkühlung bei hohen Modultemperaturen zu vermeiden).
- Die Verwendung von starken Säuren, starken Laugen und salzhaltigem Wasser ist untersagt.
- Die empfohlenen Reinigungsmittel für verschiedene Dachuntergründe sind in Anhang 1 der Montageanleitung aufgeführt.
- Das Reinigungsdatum, die Methode und der Wasserverbrauch sind zu dokumentieren, und die Veränderung der Stromerzeugung ist zu überwachen.

10.2 Blitzschutz und Erdung

Bei allen Modulen der ZKFN Solar Serie ist keine Rahmenerdung erforderlich.

Grund: Durch die Verwendung von nicht leitfähigen Klebverfahren oder Verbundstoff-Rückrahmen ist der Rahmen nicht leitfähig.

Die Planung erfordert lediglich:

1. Metallkomponenten wie Gestelle und Fundamente sind gemäß dem TN-S / TT-System zu erden.
2. Die Erdung von Wechselrichtern und Anschlusskästen muss den Anforderungen des Wechselrichterherstellers und den örtlichen Vorschriften entsprechen.

3. In Gebieten mit häufigen Gewittern sollte eine separate Blitzschutzanlage (Blitzableiter / Fangstangen) installiert werden.

10.3 Planungsanforderungen für die tägliche Inspektion

In der Planungsphase sollten folgende Punkte vorgesehen werden:

- Wartungsgang (> 400 mm);
- Befestigungspunkte für Sicherheitsgurte, Ankerpunkte für Sicherungsseile (in Bereichen mit Arbeiten in Höhen > 2 m).
- Wartungs- und Geräteräume (zentrale Lagerung von Reinigungs- und elektrischen Prüfgeräten);
- Ertragsüberwachungs- und Alarmsystem (Stranggenauigkeit, Fehlerlokalisierung auf Modulstrang-Ebene).

10.4 Planerische Vorkehrungen für die regelmäßige Wartung elektrischer Systeme

- Wartungsraum für Kombinationskästen und Wechselrichter ≥ 800 mm;
- Gleichstrom-Leistungsschalter und Überspannungsschutzgeräte (SPD) sollten unabhängig voneinander für einen einfachen Hot-Swap installiert werden;
- Die Anschlussdosen der Module sollten zur Wartungsgangseite hin ausgerichtet sein, um eine einfache Infrarotinspektion und einen einfachen Austausch zu ermöglichen;
- In der Planungsphase sollte eine Reserve von mindestens 0,5 % der Modulanzahl (gemäß vertraglicher Vereinbarung) vorgesehen werden.

Kapitel 11 Garantiefumfang und Haftungsausschluss

11.1 Übersichtstabelle der Garantiefrieten

Serie	Produktgarantie	Leistungsgarantie	Leistungsabfall (im ersten Jahr)	Leistungsdegradation (2–25/30 Jahre)	Ende des 25./30. Jahres Leistung
SolarVela (PERC)	12 Jahre	25 Jahre	$\leq 2 \%$	$\leq 0,55 \%$ / Jahr	$\geq 84,8 \%$
SolarVela Pro/Max (TOPCON)	12 Jahre	25 Jahre	$\leq 1 \%$	$\leq 0,4 \%$ / Jahr	$\geq 89,4 \%$
SolarNoah (PERC)	12 Jahre	25 Jahre	$\leq 2 \%$	$\leq 0,55 \%$ / Jahr	$\geq 84,8 \%$
SolarNoah Pro/Max (TOPCON)	12 Jahre	25 Jahre	$\leq 1 \%$	$\leq 0,4 \%$ / Jahr	$\geq 89,4 \%$

SolarPega / PegaL / PegaF / PegaFL (TOPCON)	15 Jahre	30 Jahre	≤ 1 %	≤ 0,4 % / Jahr	≥ 87,4 %
---	----------	----------	-------	----------------	----------

11.2 Marktbeschränkungen der Garantie

Anschlussdosentyp	Typisches Modell	Vermarktungsregion
Sechsteilige Anschlussdose	SolarVela Max, SolarNoah Max	Weltweit verfügbar, weltweite Garantie
Dreiteilige Anschlussdose	SolarVela, SolarVela Pro, SolarNoah, SolarNoah Pro	Nur innerhalb Chinas; bei Auslandsverkauf erlischt die Garantie
SolarPega-Serie	Gemäß vertraglicher Vereinbarung	Gemäß vertraglicher Vereinbarung

11.3 Typische Fälle des Garantieverlusts

Die folgenden Situationen führen direkt zum vollständigen Verlust der Garantie und müssen in der Planungsphase strikt vermieden werden:

- Verschattung: Bereiche mit dauerhafter, fester Verschattung (durch Gebäude, Bauwerke, Bäume usw.);
- Neigungswinkelverstoß: Installation von SolarVela/Pro, SolarNoah/Pro mit < 5° oder horizontal;
- Falsche Modellverwendung: Verwendung von SolarVela/Vela Pro/Noah/Noah Pro für Auslandsprojekte;
- Verstoß gegen die Installationsanleitung;
- Elektrische Verstöße;
- Nicht-statische Szenarien: Vibration, Erschütterung, Faltung, Klettverschlussbefestigung, häufiger Transport (Garantiezeit nur 3 Jahre);
- Naturgewalten oder höhere Gewalt: Blitzschlag, Hagel, Frost, Schnee, Sturm (über Auslegungslast), Feuer, Explosion usw.;
- Ohne schriftliche Zustimmung durchgeführte Modifikationen: Jegliche Art von Umbau, Bohrung oder Demontage des Moduls;
- Beschädigte/nicht identifizierbare Seriennummer.

11.4 Informationspflicht des Planungsbüros

Das Planungsbüro muss in den Planungszeichnungen und Planungsbeschreibungen folgende Punkte deutlich kennzeichnen und dem Bauherrn erläutern:

- Modelltyp des Moduls und Beschränkungen des vermarkteten Marktes;
- Mindestneigungswinkel des Moduls;

- Schattenverbot und Wartungsanforderungen;
- Spezifizierte Modelle und Parameter des verwendeten Strukturklebstoffs/der Klemmen/der Pressblöcke;
- Begebarkeitsbeschränkung (Pega-Serie) und Begehverbot (Vela/Noah-Serie);
- Wasserdruck- und Häufigkeitsbegrenzung bei der Wasserreinigung;
- Garantiezeitraum und Übertragungsregeln.

Kapitel 12 – Liste der Planungsunterlagen

Vor der endgültigen Festlegung des Konzepts muss das Planungsinstitut gemäß den Anforderungen dieser Richtlinie die folgenden Unterlagen erstellen:

12.1 Grundlagendaten

- Überprüfungsbericht der Dachkonstruktion (Tragfähigkeit, Untergrundart, Ebenheit, Abdichtungszustand)
- Meteorologische Standortdaten (Basiswindlast, Schneelast, minimale/maximale Temperatur, jährliche Einstrahlung)
- Standortdaten zu Salznebel-/Korrosions-/Erdbebensicherheitsklasse
- Verschattungsanalysebericht (kritische Jahreszeiten, PVsyst/Helioscope-Bericht)

12.2 Planungsunterlagen

- Auswahlbericht für Modultyp (inkl. Marktprüfung auf Absatzfähigkeit)
- Dachbelegungsplan (inkl. Modulabstände, Wartungsgänge, String-Ausrichtung, MPPT-Gruppierung)
- Lastnachweis (Wind, Schnee, Erdbebenkombination, Auszugskraft der Verankerung)
- Elektrischer Plan (String-Spannungsberechnung, Sicherungsauswahl, MPPT-Anpassung, Kabelspannungsabfall)
- Stückliste (BOM) für Strukturklebstoffe, Klemmen und Sockelkomponenten (nur zugelassene Produkte verwenden)
- Blitzschutz- und Erdungssystemplan
- Wartungssystemplan (Wasserreinigungsleitungen, Reinigungsintervalle, Notzugänge)

12.3 Planungsprüfung

- Prüfung und Unterschrift durch die Fachabteilung Tragwerksplanung
- Prüfung und Unterschrift durch die Fachabteilung Elektrotechnik
- Bestätigung des Konzepts durch das technische Team von ZKFN Solar (zwingend erforderlich bei Auslandsprojekten, Offshore-Projekten, unregelmäßigen Dachformen und Sondermodellen)
- Genehmigung durch die Projektprüfungsbehörde

Kapitel 13: Häufige Planungsfehler und deren Vermeidung

Laufnummer	Häufige Fehler	Korrekte Vorgehensweise	Referenzkapitel
1	Einsatz von SolarVela Pro auf Dächern mit < 5° Neigung	SolarVela Max wählen	8.2
2	Direkte Verklebung flexibler Module auf Jochi-Profil-Trapezblech	Zwingend TPO- oder UPVC-Rechteckrohr als Unterlage verwenden oder auf SolarNoah-Klemmsystem umsteigen	8.4.3
3	Anschluss von Modulen mit Neigungsunterschied > 5° an denselben MPPT	Aufteilung in separate MPPT-Eingänge nach ±5°-Neigungszonen	9.3
4	Bei Überseeprojekten wird SolarVela Pro (Dreiteilige Anschlussdose) verwendet.	Es muss die Max-Serie ausgewählt werden.	11.2
5	Ein einzelnes Modul überbrückt eine Dachfuge oder Dehnungsfuge.	Die Fuge ist zwischen den Modulen zu platzieren.	7.2
6	Darunter befindet sich eine Verklebung auf einem einschaligen Stahltrapezblech über einer Hochtemperatur-Werkhalle.	Nicht zulässig; stattdessen ist eine Klemmbefestigungslösung oder ein Modulwechsel anzuwenden.	8.1.1
7	Verwendung von minderwertigem Strukturklebstoff.	Verwendung des vorgeschriebenen SMG533.	8.3.1
8	Mischung verschiedener Steckertypen bei MC4	Einheitlicher Hersteller/Typ ist zwingend erforderlich	9.7
9	Direktverklebung auf Feinkies-Mörtelbetondach	Schleifen + wasserfeste Emulsion + Auszugskraftprüfung	8.1.2
10	Wasserspüldruck > 0,2 MPa	Auf 0,1–0,2 MPa begrenzen	10.1.2
11	Nichtberücksichtigung der Niedertemperaturkorrektur der Leerlaufspannung	Verwendung der Cvoc-Formel oder der Korrekturfaktortabelle	9.2
12	Wechselrichter ohne AFCI-Auswahl	Zwingende Anforderung: Wechselrichter mit AFCI	9.5

13	Modulreihenabstand nur 200 mm	≥400 mm	7.2
14	Module in der Nähe von Dachfenstern installiert, jedoch ohne Einhaltung des 2H-Abstands	Abstand zu Dachfenstern ≥ 2H	7.3.2
15	Durchführung von Bohrungen oder Modifikationen am Modul vor Ort	Streng verboten, da sonst die Garantie erlischt	11.3

Kapitel 14: Anhang

Anhang A: Parameter des festgelegten Strukturklebstoffs (Guangzhou Baiyun SMG533)

Projekt	Parameter
Modell	SMG533 Strukturklebstoff für PV-Anwendungen
Hersteller	Guangzhou Baiyun Technology Co., Ltd.
Spezifikation	590 mL / Kartusche
Farbe	Weiß
Zugfestigkeit	≥ 1,5 MPa (nach Aushärtung)
Bruchdehnung	≥ 250 %
Mindestauftragstemperatur für den Klebstoff	≥ 0 °C
Empfohlene Verarbeitungstemperatur	4,4–35 °C
Aushärtezeit	24 h bei 25 °C
Garantiezeit	25 Jahre

Anhang B: Zuordnungstabelle für Profilblech-Typen und Montageverfahren

Dachziegeltyp	Vela – Direktverklebung	Vela + Vierkanth	Noah – Klemmsystem	Pega – Direktverklebung	Pega+ Vierkanth	PegaF-Klemmvorrichtung
---------------	-------------------------	------------------	--------------------	-------------------------	-----------------	------------------------

Dachziegeltyp	Vela – Direktverklebung	Vela + Vierkanth	Noah – Klemmsystem	Pega – Direktverklebung	Pega+ Vierkanth	PegaF-Klemmvorrichtung
T-Profil	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Wellenprofil	✓	–	✓	✓	–	–
Winkelrippentyp	✗	✓	✓	✗	✓	✓
Stehfalztyp	✗	✓	✓	✗	✓	✓
Stehfalz-Rundprofil (aufrechte Längsfalzung, runde Ausführung)	✗	✓	✓	✗	✓	✓

Anhang C: Schnellnachschlagetabelle für Temperaturkoeffizienten (TDS-Daten)

Serie	α_{Voc} (%/°C)	β_{Pmp} (%/°C)	δ_{Isc} (%/°C)	NOCT (°C)
SolarVela (PERC)	–0,28	–0,34	+0,05	45±2
SolarVela Pro / Max (TOPCON)	–0,26	–0,29	+0,045	45±2
SolarNoah (PERC)	–0,28	–0,34	+0,05	45±2
SolarNoah Pro / Max (TOPCON)	–0,26	–0,29	+0,045	45±2

Anhang D: Liste von Stoffen, die korrosiv auf PV-Steckverbinder wirken

In der Planungsphase sollte vermieden werden, Module in Bereichen anzuordnen, die mit folgenden Chemikalien in Kontakt kommen könnten:

Kategorie	Stoff
Säuren und Basen	Natriumchlorid, Natriumhydrogencarbonat, Wasserstoffperoxid, Calciumchlorid, Natriumhydroxid, Ammoniakwasser, Borax, Calciumcarbonat, Alaun
Oxidationsmittel	Wasserstoffperoxid, Natriumhypochlorit-Bleichmittel, Kaliumpermanganat, Chlor, Ozon, Schwimmbad-Desinfektionsmittel, industrielle Oxidationsmittel
Organische Lösungsmittel	Aceton, Toluol, Xylol, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff, Dichlormethan, Farbverdünner, Nagellackentferner, hochkonzentriertes Ethanol/Isopropanol, Terpentin, Tetrahydrofuran

Anhang E: Abweichungen der Montagefläche und Behandlungsmaßnahmen

Anomalie	Behandlungsmethode	Nachfolgeanforderung
Korrosion des Stahldachs (Trapezblech)	Professionelle Neulackierung mit Renovierungslack (Zyklus von 3–5 Jahren)	Nach der Sanierung: Überprüfung der Auszugskraft
Dachfläche aus Feinkies-Mörtelbeton	Schleifen mit Winkelschleifer + Abdeckung mit wasserdichtem Latex	Einzelpunkt-Auszugskraft ≥ 40 kg, Stichprobenprüfung $> 1\%$
Blasenbildung in der Abdichtungsbahn	Bearbeitung durch den Hersteller / Sanierung	Einzelpunkt-Auszugskraft ≥ 40 kg, Stichprobenprüfung $> 1\%$
Interferenz der Wellenberg-Nieten	Anpassung der Kastenprofil-Position oder Entfernung der Niete	Keine Beeinträchtigung der Wasserdichtigkeit
Nahtverbindung vom First zur Traufe	Positionierung der Naht zwischen den Modulen	Einzelnes Modul überdeckt die Naht nicht

Anhang F: Elektrische Parameter der SolarVela/Noah-Modulstrings (typische Werte)

Parameter	SolarVela	SolarVela Pro/Max	SolarNoah	SolarNoah Pro/Max
STC Pmax (W)	510–520	550–560	510–520	550–560
Vmp (V)	41,43–42,04	45,19–45,29	41,43–42,04	45,19–45,29
Voc (V)	49,76–49,9	52,96–53,05	49,76–49,9	52,96–53,05
Imp (A)	12,31–12,37	12,18–12,37	12,31–12,37	12,18–12,37
Isc (A)	12,74–13,09	12,92–12,96	12,74–13,09	12,92–12,96

Anhang G: Elektrische Parameter der SolarPega-Modulstrings (typische Werte)

Parameter	SolarPegaL / PegaFL	SolarPega / PegaF
STC Pmax (W)	500–510	510–520
Vmp (V)	33,76–33,91	33,58–33,79
Voc (V)	39,72–40,03	39,46–39,78
Imp (A)	14,83–15,06	15,19–15,40

Isc (A)	15,36–15,45	15,78–15,84
---------	-------------	-------------

Anhang H: Abkürzungsverzeichnis der Referenzbegriffe

Abkürzung	Vollständige Bezeichnung	Deutsch
STC	Standard Test Conditions	Standard-Testbedingungen (1000 W/m ² , 25 °C, AM 1,5)
NMOT	Nominal Module Operating Temperature	Nennbetriebstemperatur des Moduls (800 W/m ² , 20 °C, 1 m/s)
MPPT	Maximum Power Point Tracking	Maximum-Power-Point-Tracking
AFCI	Arc-Fault Circuit Interrupter	Lichtbogenfehler-Schutzschalter
SPD	Überspannungsschutzgerät	Überspannungsschutzgerät
TDS	Technisches Datenblatt	Technisches Datenblatt
BIPV / BAPV	Gebäudeintegrierte / Gebäudeangepasste Photovoltaik	Gebäudeintegrierte Photovoltaik / Gebäudeangepasste Photovoltaik

Kapitel 15: Technischer Support und Kontaktmöglichkeiten

Für spezielle Szenarien, Sondermodelle oder kundenspezifische Anforderungen, die in dieser allgemeinen Richtlinie nicht explizit abgedeckt sind, müssen Planungsinstitute und Ingenieure vor der endgültigen Festlegung des Konzepts aktiv das technische Team von ZKFN Solar kontaktieren, um spezifischen technischen Support zu erhalten:

Shandong ZKFN Solar Technologie GmbH

- Adresse: Werkhalle 1, Xinchenglin, Lühaihui Intelligente Fertigungsindustrie-Park, Wirtschaftsentwicklungszone Jining, Stadt Jining, Provinz Shandong
- Service-Hotline: 400 6768 100
- Technischer Support E-Mail: tech-support@zkfnsolar.com
- Offizielle Website: www.zkfnsolar.com

Projekttypen, bei denen eine aktive Kontaktaufnahme mit ZKFN Solar erforderlich ist

- Auslandsprojekte (einschließlich, aber nicht beschränkt auf Europa, Südostasien, den Nahen Osten, Nordamerika, Afrika, Südamerika);
- Küstennahe Projekte (Entfernung zur Küstenlinie < 500 m);
- Projekte mit unregelmäßig geformten/gebogenen/gewölbten Dächern;
- Projekte in großer Höhe (> 2000 m);
- Projekte mit hoher Erdbbensicherheitsklasse (≥ 8 Grad);

- BIPV-Projekte mit speziellen kundenspezifischen Anpassungen (Farbe, Muster, Abmessungen, Leistung);
- Betrifft die Wartungs- und Betriebsplanung für begehbare Bereiche des SolarPega-Systems;
- Anwendungen in nicht-statischen Szenarien (z. B. Carports, faltbare Kraftwerke).

Dokumentenbeschreibung

- Diese allgemeine Richtlinie ist die Ausgabe 2026 und wurde auf Grundlage des Produktspezifikationsblatts von ZKFN Solar, der „SolarVela & SolarNoah Serie – Installationsanleitung“, des „SolarPega / PegaF Serie – Installationshandbuchs“ sowie der „Beschränkten Garantieurkunde“ erstellt.
- Bei Produktspezifikations-Upgrades gilt das neueste TDS und die Installationsanleitung auf der offiziellen Website von ZKFN Solar als maßgeblich.
- Sollten Bestimmungen dieses Konstruktionsleitfadens mit der offiziellen Installationsanleitung von ZKFN Solar oder der beschränkten Garantieurkunde in Konflikt stehen, haben die Installationsanleitung und die beschränkte Garantieurkunde Vorrang.
- Sollten zwischen den verschiedenen Sprachfassungen dieses Handbuchs Abweichungen bestehen, gilt die chinesische Fassung als maßgeblich.
- Das alleinige Auslegungsrecht liegt bei Shandong ZKFN Solar Technologie GmbH