



## **Installationshandbuch für Solarmodule**

# Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht .....	3
1.1 Haftungsausschluss .....	3
2 Sicherheitshinweise .....	3
3 Entladen, Transport, Lagerung und Auspacken .....	5
3.1 Hinweise zum Entladen .....	5
3.2 Sekundärtransport und Vorsichtsmaßnahmen .....	7
3.3 Lagerung .....	8
3.4.2 Standard-Auspackmethode .....	10
3.4.3 Vertikale Verpackungs- und Auspackmethode .....	10
4 Installation .....	11
4.1 Umgebungsbedingungen und Auswahl des Installationsortes .....	11
4.2 Auswahl des Neigungswinkels bei der Installation .....	11
4.3 Installationssicherheit .....	12
4.4 Installationsanleitung .....	14
4.4.1 Schraubenmontage .....	14
4.4.2 Klemminstallation .....	16
4.5 Erdung .....	20
4.6.2 Verkabelung .....	22
4.6.3 Sicherungen .....	24
5 Wartung .....	24
5.1 Optische Prüfung und Austausch der Module .....	24

# 1 Übersicht

Vielen Dank, dass Sie sich für die Photovoltaik-Module der TRIMAX Solar GmbH (im Folgenden „Trimax“ genannt) entschieden haben.

Dieses Handbuch enthält wichtige Sicherheitsanweisungen für die Installation, Wartung und Nutzung der von Trimax hergestellten Solarmodule. Bitte lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig, bevor Sie die Module betreiben, installieren oder warten. Die Nichtbeachtung dieser Sicherheitsrichtlinien kann zu Personenschäden oder Sachschäden führen.

Die Installation und der Betrieb von Solarmodulen erfordern fachliche Kenntnisse und dürfen nur von qualifizierten Fachkräften durchgeführt werden. Bitte lesen Sie die Sicherheits- und Installationsanweisungen sorgfältig, bevor Sie die Module verwenden oder in Betrieb nehmen. Der Installateur muss den Endkunden (oder Verbraucher) über die oben genannten Punkte informieren.

## 1.1 Haftungsausschluss

Trimax behält sich das Recht vor, dieses Installationshandbuch ohne vorherige Ankündigung zu ändern.

Dieses Installationshandbuch stellt keine Garantie dar und enthält keinerlei Garantieverpflichtungen. Die Nichtbeachtung der in diesem Handbuch aufgeführten Anforderungen bei der Installation kann die Produktgarantie einschränken. Trimax haftet nicht für Schäden, die aus unsachgemäßer Installation, Nutzung oder Wartung entstehen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Personenschäden oder Sachschäden, die durch Montagearbeiten, fehlerhafte Systeminstallation oder Nichtbeachtung der Anweisungen in diesem Handbuch verursacht werden.

# 2 Sicherheitshinweise



Warnung:

Alle Sicherheitsregeln sind vor der Installation, Verdrahtung, dem Betrieb oder der Wartung der Module zu lesen und zu verstehen. Ein Gleichstrom (DC) wird erzeugt, wenn das Modul Sonnenlicht oder einer anderen Lichtquelle ausgesetzt ist. Direkter Kontakt mit den geladenen Modulen, wie zum Beispiel den Anschlüssen, kann zu Personenschäden führen.

## 2.1 Allgemeiner Sicherheitsleitfaden

- Alle Installationsarbeiten müssen vollständig mit den örtlichen Vorschriften sowie den entsprechenden nationalen oder internationalen Elektrostornormen übereinstimmen.
- Verwenden Sie geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Isolierhandschuhe, Sicherheitsschuhe usw.), um den direkten Kontakt mit Gleichspannung ab 30 V oder höheren Spannungen zu vermeiden und Verletzungen durch scharfe Kanten während der Installation zu verhindern.
- Tragen Sie während der Installation keine Metallgegenstände, um ein Durchstechen der Module und Stromschläge zu vermeiden.

- Wenn die Montage nach Regen oder bei feuchtem Morgen installiert oder betrieben wird, ist ein angemessener Schutz vor Feuchtigkeit an den Steckverbindern zu gewährleisten.
- Kinder und unbefugtes Personal dürfen sich nicht im Montagebereich oder im Lagerbereich der Module aufhalten.
- Installieren oder bearbeiten Sie Module nicht bei Regen, Schnee oder starkem Wind.
- Während der PV-Modulinstallation und Verdrahtung muss die Oberfläche der PV-Module vollständig mit undurchsichtigem Material abgedeckt werden.
- Die Installation oder Nutzung beschädigter Module ist verboten. Direkter Kontakt mit der Moduloberfläche oder dem Rahmen bei beschädigtem Glas oder abgenutzter Rückplatte kann zu Stromschlägen führen.
- Führen Sie kein leitfähiges Material in die Steckverbinder der Module ein.
- Verwenden Sie kein Wasser zur Brandbekämpfung, wenn die Stromversorgung nicht abgeschaltet ist.
- Zerlegen oder bewegen Sie keine Teile des Moduls, sofern das Modul nicht dafür vorgesehen ist.
- Die Abdeckung der Anschlussdose muss stets geschlossen bleiben.
- Künstliches Fokussieren von Licht auf das Modul ist verboten.
- Bohren oder Modifizieren des Moduls an irgendeiner Stelle ist untersagt, da sonst die eingeschränkte Garantie erlischt.
- Lassen Sie das Modul niemals fallen oder direkte Schläge durch Gegenstände auf das Modul zu.
- Stellen Sie sich nicht auf, treten Sie nicht auf, sitzen Sie nicht auf, laufen Sie nicht auf und springen Sie nicht auf das Modul oder die Modulverpackung.
- Stapeln Sie keine schweren oder scharfen Gegenstände auf dem Modul.
- Es ist jederzeit verboten, an den Kabeln oder der Anschlussdose der Module zu ziehen. Die Module müssen von mindestens zwei Personen gleichzeitig unter Verwendung von rutschfesten Handschuhen getragen werden; Überkopfmontage und Stapelung der Module sind nicht erlaubt.
- Während des normalen Betriebs und der Nutzung dürfen die Module nicht durch Gebäude, Bäume, Schornsteine oder andere Hindernisse blockiert werden.

## **2.2 Brandschutzleitfaden**

- Bei der Installation von Modulen auf Dächern sind die örtlichen Gesetze und Vorschriften zu beachten und die brandschutztechnischen Anforderungen des Gebäudes vor der Installation einzuhalten. Das Dach muss für die Modulinstallation mit einem geeigneten, feuerfesten Material abgedeckt werden, und es ist sicherzustellen, dass Module und Installationsflächen vollständig belüftet sind. Unterschiedliche Dachkonstruktionen und Installationsmethoden beeinflussen die Brandschutzleistung des Gebäudes. Falsche Installationsmethoden können einen Brand verursachen.

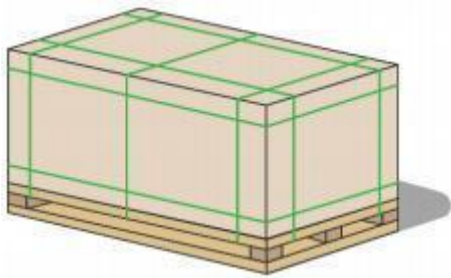
Verwenden Sie geeignete Moduzubehörteile wie Sicherungen, Leitungsschutzschalter und Erdungsverbinder gemäß den örtlichen Vorschriften.

- Module dürfen nicht in der Nähe von offenem Feuer oder brennbaren bzw. explosionsgefährlichen Gegenständen installiert oder betrieben werden.

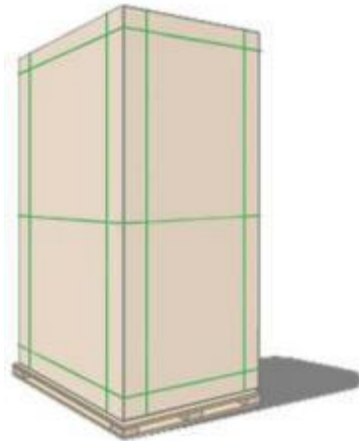
### 3 Entladen, Transport, Lagerung und Auspacken

Bitte halten Sie während des Gabelstaplerbetriebs einen ausreichenden Sicherheitsabstand ein, um zu verhindern, dass sich Personen an beiden Seiten aufhalten oder vorbeigehen. Achten Sie beim Entladen mit dem Gabelstapler auf die Fahrgeschwindigkeit, um zu verhindern, dass eine Modulneigung beim Wenden Personen gefährdet.

Unter keinen Umständen sollte die Kurzseiten-Vertikalverpackung mehr als zwei Lagen gestapelt werden, und die Langseiten-Vertikalverpackung darf nicht gestapelt werden. Die Ausführungen der Kurzseiten-Vertikalverpackung (horizontale Verpackung) und der Langseiten-Vertikalverpackung (vertikale Verpackung) sind wie folgt:



Kurzseiten-Vertikalverpackung  
(horizontale Verpackung)



Langseiten-Vertikalverpackung  
(vertikale Verpackung)

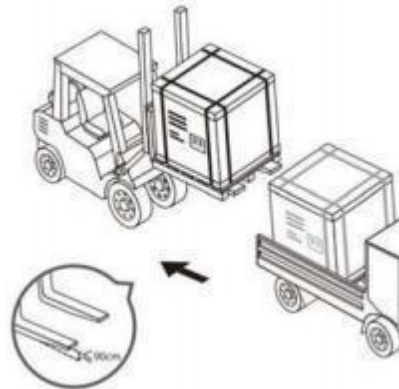
#### 3.1 Hinweise zum Entladen

**Kranentladung:** Verwenden Sie geeignete Hebevorrichtungen. Bei horizontaler Verpackung können bis zu 2 Sätze PV-Module gleichzeitig gehoben werden, bei vertikaler Verpackung darf jeweils nur 1 Satz PV-Module gehoben werden. Vor dem Heben ist zu prüfen, ob das Tablett und der Karton beschädigt sind und ob das Hebeseil fest und stabil ist. Beim schnellen Absetzen auf den Boden ist der aufrechte Karton vorsichtig in einer relativ flachen Position abzulegen.

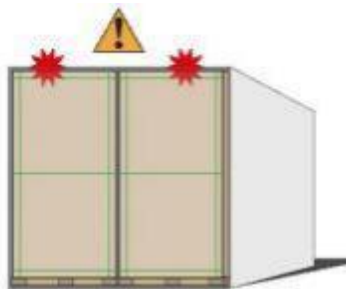


**Gabelstaplerentladung:** Verwenden Sie den Gabelstapler, um die Module vom Lkw zu entladen. Der Gabelstapler darf die Verpackung während des Be- oder Entladens nicht beschädigen.

Wählen Sie einen Gabelstapler mit ausreichender Tragfähigkeit, und die Einstecktiefe der Gabel in das Tablett darf nicht weniger als drei Viertel der Länge des Tablets betragen.

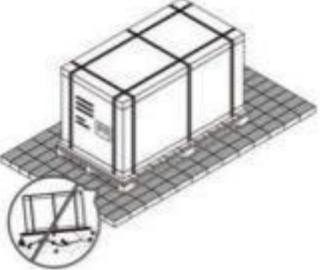
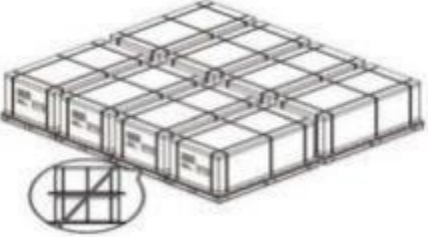




Beim Be- und Entladen des Containers prüfen, um Kollisionen an der Oberseite zu vermeiden.


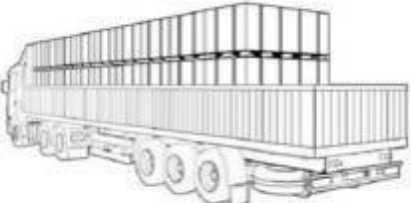


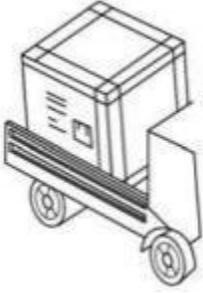
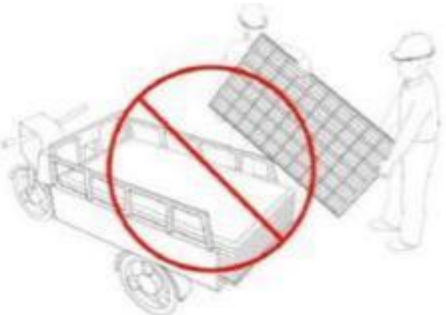
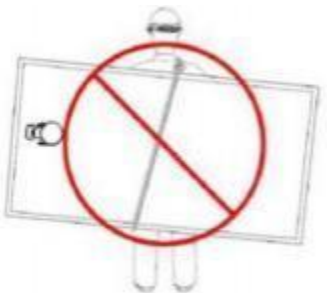

Es wird empfohlen, die vertikale Verpackung beim Heben mit dem Gabelstapler aufrecht zu halten. Während des Transports sollte sie aufrecht stehen, und Personen dürfen sich nicht an beiden Seiten aufhalten.



<p>Legen Sie die Module auf den horizontalen Boden.</p> 	<p>Das Stapeln von Modulen auf der Baustelle ist nicht zulässig.</p> 
<p>Die Module sind an einem gut belüfteten und trockenen Ort zu lagern.</p> 	<p>Decken Sie die Module mit einer Regenplane ab, um Feuchtigkeit zu vermeiden.</p> 

### 3.2 Sekundärtransport und Vorsichtsmaßnahmen

<p>Entfernen Sie die Originalverpackung nicht, wenn die Module für den Ferntransport oder die Langzeitlagerung vorgesehen sind.</p> 	<p>Die verpackten Produkte können auf dem Land-, See- oder Luftweg transportiert werden. Während des Transports ist die Verpackung auf der Transportplattform zu sichern, um zu verhindern, dass sie sich bewegt oder rollt (am Beispiel des Landtransports).</p> 
---	--

<p>Öffnen Sie die Originalverpackung nicht. Bitte sichern Sie die Verpackung auf der Transportplattform, um sicherzustellen, dass sie fest fixiert ist.</p> 	<p>Wenn die Verpackung geöffnet wurde, ist der Transport mit Dreirädern verboten.</p> 
<p>Die Module dürfen nicht mit Seilen gesichert werden.</p> 	<p>Das Tragen von Modulen durch eine einzelne Person ist verboten.</p> 

### 3.3 Lagerung

Setzen Sie die Module keinem Regen oder feuchten Bedingungen aus; sie müssen in einer trockenen und gut belüfteten Umgebung gelagert werden.

Platzieren Sie die Module auf einem möglichst ebenen Untergrund, um Verpackungsschäden oder ein Umkippen durch Bodenverformung oder -absenkung zu vermeiden.

Wenn die Module im Lager auf der Baustelle gelagert werden, sind folgende Umgebungsbedingungen einzuhalten: Luftfeuchtigkeit < 85 %, Temperaturbereich von -40 °C bis +50 °C, und die Module dürfen statisch nur in einer Verpackungseinheit gestapelt werden.

Bei Ferntransport oder Langzeitlagerung darf die Originalverpackung der Module nicht entfernt werden.

### 3.4 Entfernen Sie den Beutel

Vor dem Auspacken prüfen Sie bitte das Produktmodell, die Leistungsklasse, die Seriennummer sowie weitere Informationen auf dem A4-Dokument (Versandkennzeichnung) auf der Außenseite der Verpackung und lesen Sie die Anleitung zum Auspacken sorgfältig durch. Abweichende oder kundenspezifische Auspackmethoden sind nicht zulässig.

Vor dem Öffnen der Verpackung ist sicherzustellen, dass die äußere Verpackung unbeschädigt ist. Es wird empfohlen, ein Cutter-Messer oder eine Schere zu verwenden, um

die Stretchfolie und das Verpackungsband zu entfernen. Grobes Vorgehen ist zu vermeiden, um Kratzer an den Modulen im Inneren zu verhindern.

Bitte prüfen Sie, ob die Anzahl der Module in der Verpackung sowie die Barcode-Informationen auf dem Rahmen mit den Angaben auf der Versandkennzeichnung übereinstimmen.

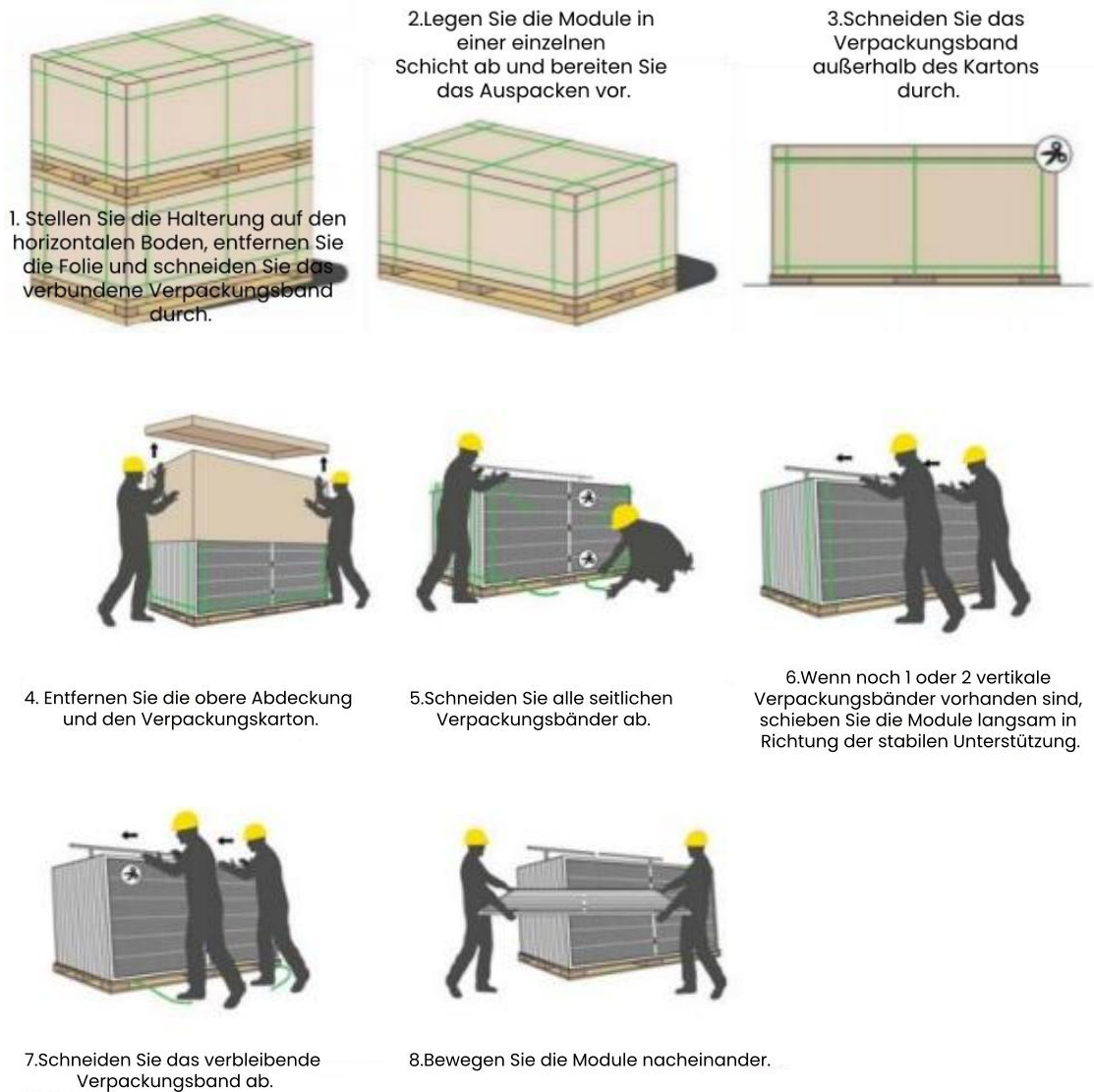
Öffnen Sie die Modulverpackung gemäß den empfohlenen Auspackschritten. Das Auspacken muss von mindestens zwei Personen gleichzeitig durchgeführt werden, und beim Umgang mit den Modulen sind isolierende Handschuhe zu tragen.

Wenn nach dem Auspacken nicht alle Module entnommen werden, sind die verbleibenden Module horizontal zu lagern und erneut zu verpacken, um ein Umkippen zu verhindern. Beim Verpacken muss das untere Modul mit der Glasfläche nach oben liegen, die Glasseiten der übrigen Module zeigen nach unten, und das oberste Modul muss mit der Glasfläche nach oben liegen. Die maximale Stapelhöhe darf 12 Module nicht überschreiten, und die Rahmen müssen bündig ausgerichtet sein.

### **3.4.1 Hinweise zum Auspacken**

- Tragen Sie die Module nicht bei starkem Wind, und sichern Sie bereits ausgepackte Module ordnungsgemäß.
- Bei Regen- oder Schneebedingungen dürfen keine Auspackarbeiten im Freien durchgeführt werden.
- Kein Transport durch eine einzelne Person, um zu verhindern, dass die Module gegeneinander rutschen und dadurch Kratzer, Verformungen oder Mikrorisse entstehen.
- Ziehen Sie nicht an der Anschlussdose oder an den Kabeln, um die Module zu entnehmen.
- Vor dem Entfernen der inneren Verpackungsbänder sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um ein Umkippen der gesamten Verpackung zu verhindern.
- Wenn horizontale Verpackungen auf unebenem Untergrund geöffnet werden, sind Maßnahmen gegen ein Umkippen zu treffen.
- Bei vertikaler Verpackung mit hohem Schwerpunkt ist das Auspacken auf unebenem oder weichem Untergrund verboten, da dies zu Personenschäden oder sogar zum Tod führen kann.
- Beim Auspacken vertikaler Verpackungen darf nicht hinter dem Stützrahmen gestanden werden. Befolgen Sie strikt die Anweisungen der Auspackanleitung.
- Vermeiden Sie es, während des Auspackens auf der Palette zu stehen. Tragen Sie die Module von beiden Seiten der Palette.
- Bewegen oder entfernen Sie während des Auspackens keine Stützen, um ein Umkippen der Module zu verhindern.
- Lehnen Sie die Module nicht gegen Montagestrukturen oder Pfosten.
- Verwenden Sie keine Holzleisten oder andere Gegenstände, um die Rückseite der Module direkt abzustützen.

### 3.4.2 Standard-Auspackmethode



### 3.4.3 Vertikale Verpackungs- und Auspackmethode



## 4 Installation

### 4.1 Umgebungsbedingungen und Auswahl des Installationsortes

Die für die Installation von Trimax-Photovoltaikmodulen geltenden Umgebungsbedingungen sind wie folgt festgelegt:

#### (1) Temperaturbereich

Die empfohlene Betriebstemperatur liegt zwischen -20 °C und +50 °C.

Die zulässige maximale Betriebstemperatur der Module liegt zwischen -40 °C und +85 °C.

#### (2) Installationsumgebung

Die Module sind ausschließlich in Umgebungen zu installieren, die für den ganzjährigen Betrieb geeignet sind.

Eine Installation in überflutungsgefährdeten Bereichen ist unzulässig.

#### (3) Dachinstallation

Bei der Installation auf Dächern ist ein ausreichender Sicherheitsabstand zwischen der Dachkante und der äußeren Begrenzung des Photovoltaik-Generatorfeldes einzuhalten, um sichere Arbeitsbedingungen zu gewährleisten.

#### (4) Tragfähigkeit und Planung

Vor der Installation ist die Tragfähigkeit des Daches zu überprüfen.

Es ist ein Installations- und Bauausführungsplan zu erstellen, der den geltenden Normen und Vorschriften entspricht.

#### (5) Wind- und Schneelasten

In Regionen mit hohen Wind- oder Schneelasten muss die Auslegung der Unterkonstruktion strikt gemäß den lokalen Bauvorschriften erfolgen.

Es ist sicherzustellen, dass die auf die Module wirkenden Lasten die zulässigen mechanischen Belastungsgrenzen nicht überschreiten.

#### (6) Feuchtigkeit und Wassereexposition

Die Module dürfen weder in Wasser eingetaucht noch dauerhaft hoher Feuchtigkeit oder Wasser (Süß- oder Salzwasser, z. B. Brunnen, Sprühnebel) ausgesetzt werden.

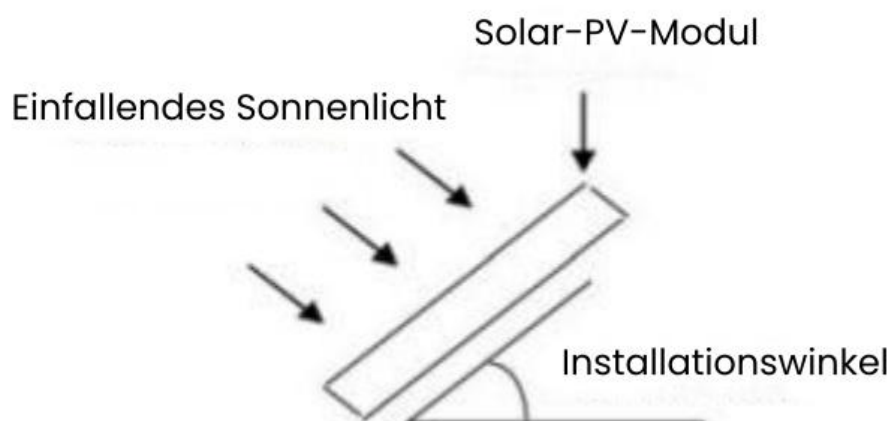
#### (7) Korrosive Umgebungen

In Umgebungen mit salzhaltiger Luft (z. B. Meeresnähe) oder schwefelhaltigen Stoffen (z. B. Industrieanlagen, vulkanische Gebiete) besteht ein erhöhtes Korrosionsrisiko.

Eine Installation wird wie folgt empfohlen:

- Innerhalb von 0,1 km zur Küste: nicht empfohlen
- Zwischen 0,1 km und 1 km: Installation zulässig, jedoch sind geeignete Korrosionsschutzmaßnahmen zu treffen

### 4.2 Auswahl des Neigungswinkels bei der Installation



Der Installations-Neigungswinkel bezeichnet den Winkel zwischen dem Photovoltaikmodul und der horizontalen Bodenebene.

Bei in Reihe installierten Modulen muss sichergestellt werden, dass alle Module die gleiche Ausrichtung und den gleichen Neigungswinkel aufweisen. Unterschiede in Ausrichtung oder Neigungswinkel (abweichende Einstrahlungsbedingungen) können zu Leistungseinbußen führen.

Die maximale Leistung wird in der Regel erreicht, wenn das Sonnenlicht senkrecht auf die Modulfläche trifft. Unterschiedliche Projekte müssen daher den Installations-Neigungswinkel entsprechend den örtlichen Gegebenheiten wählen.

Der von Trimax empfohlene Neigungswinkel der Module darf nicht weniger als 15° betragen. Der konkrete Neigungswinkel ist gemäß den lokalen Planungsrichtlinien, Normen und Vorschriften festzulegen oder den Empfehlungen des Photovoltaik-Installateurs zu folgen.

In der nördlichen Hemisphäre werden die Module üblicherweise mit der Vorderseite nach Süden ausgerichtet installiert. In der südlichen Hemisphäre erfolgt die Installation in der Regel mit der Vorderseite nach Norden.

Unter bestimmten Installationsbedingungen kann auch die Rückseite von bifazialen Photovoltaikmodulen nach Aufnahme von reflektiertem Licht Strom erzeugen, was zu einem zusätzlichen Energieertrag führt. Dieser zusätzliche Ertrag hängt von der Reflektivität des Untergrunds, der Modulhöhe über dem Boden, dem Reihenabstand sowie der Verschattung der Modulrückseite ab.

Im Allgemeinen weisen unterschiedliche Oberflächen unterschiedliche Reflexionsgrade auf, was zu unterschiedlichen Leistungsgewinnen der Module führt (z. B. liegt die Albedo von Grasflächen zwischen 12 % und 25 %, während die Bodenreflexion zwischen 20 % und 33 % liegt).

Auch die Montagehöhe über dem Boden beeinflusst den Ertrag bifazialer PV-Module. Die empfohlene Installationshöhe beträgt 1 bis 2 Meter.

#### **4.3 Installationssicherheit**

Die Installation sollte von Fachleuten mit Erfahrung in der PV-Systeminstallation durchgeführt werden. Alle Installationen müssen vollständig den örtlichen Vorschriften und entsprechenden elektrischen Normen entsprechen.

Die Feuerwiderstandsklasse des Tri Max Photovoltaik-Moduls erfüllt die einschlägigen Normen oder örtlichen Gesetze und Vorschriften.

Überprüfen Sie das Modul vor der Installation sorgfältig auf Glasbruch, Zellverschiebungen, Kratzer auf der Rückseite, Verformungen der Montagelöcher, Verlust der Anschlussdose oder fehlenden Deckel, Verlust oder Fehlen des Typenschildes, beschädigte Kabel und Stecker. Sollten Unregelmäßigkeiten auftreten, setzen Sie sich rechtzeitig mit dem Tri Max Photovoltaik-Kundendienst in Verbindung.

Halten Sie die elektrischen Komponenten des Moduls vor der Montage sauber und trocken. Der Stecker korrodiert, wenn er Regen ausgesetzt ist oder unter feuchten Bedingungen mit anderen Steckern in Kontakt kommt. Verwenden Sie keine korrodierten Module.

Die Kabellänge der Anschlussdose ist entsprechend der Installationsmethode zu wählen. Bei der Verkabelung sind die Kabelbinder zur Kabelbefestigung zu entfernen. Das Kabel muss mit wetterbeständigen Kabelbindern oder Kabelclips am Montagesystem (Rahmen, Halterung oder Schiene) befestigt werden, um eine vorzeitige Alterung oder sogar Leckagen durch direkte Sonneneinstrahlung, Wassereintritt oder Feuer zu vermeiden. Offene Bereiche sollten die Lichtbogenspulen minimieren, um die Auswirkungen von Blitzeinschlägen auf die Photovoltaik-Module zu reduzieren.

Zusätzlich zu den allgemeinen Sicherheitsbestimmungen sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei der Installation mit Gerüsten: Stellen Sie sicher, dass das Gerüst standsicher ist oder über Kippsicherungen verfügt. Die Monteure müssen gemäß den örtlichen Bauvorschriften Sicherheitsgurte tragen.
- Es wird empfohlen, nicht auf der tiefer liegenden Seite der geneigten Modulseite zu stehen, um Verletzungen durch ein Abrutschen des Moduls zu vermeiden.
- Vor der Installation ist das Photovoltaik-Modul im Karton aufzubewahren. Es wird empfohlen, es unmittelbar nach dem Auspacken zu installieren.
- Einzelarbeit ist untersagt. Die Installation muss von zwei oder mehr Personen durchgeführt werden.
- Lösen oder entfernen Sie nicht die Schrauben des Photovoltaik-Moduls. Dies könnte dazu führen, dass die Modullast nachlässt oder das Modul sogar herunterfällt.
- Stellen Sie sicher, dass ausreichend Belüftungsraum unterhalb des Moduls vorhanden ist. Die empfohlene Höhe sollte mehr als 115 mm betragen.
- Der Modulrahmen unterliegt Wärmeausdehnung und Kondensationswirkung. Der Mindestabstand zwischen zwei benachbarten Modulen darf 10 mm nicht unterschreiten.
- Die Entwässerungslöcher dürfen unter keinen Umständen während der Installation oder im Betrieb blockiert werden.
- Wenn der Stromkreis der Anlage mit einem Verbraucher verbunden ist, ziehen Sie den Stecker nicht ab.
- Um Anpassungsverluste zu reduzieren, wird empfohlen, Module derselben Farbcharge bei der Montage gemeinsam zu installieren.

## 4.4 Installationsanleitung

Die Modulinstallation muss gemäß der in der Installationsanleitung angegebenen Installationsweise erfolgen, um die IEC-Zertifizierung zu erfüllen. Bitte lesen Sie diesen Abschnitt sorgfältig durch, um sich vor der Installation der Module mit dem vollständigen Installationsprozess vertraut zu machen.

Die Montage und das Montagesystem können mithilfe der Montagebohrungen und Befestigungselemente am Rahmen installiert werden. Die Installation der Anlage muss gemäß den Installationsanforderungen durchgeführt werden. Werden andere Installationsmethoden verwendet, ist der Trimax-Kundendienst zu konsultieren und die Zustimmung von Trimax einzuholen; andernfalls kann das Modul beschädigt werden und die Garantie erlischt.

Die in diesem Handbuch angegebenen Lasten entsprechen den Prüflasten. Für Installationsmethoden, die den lokalen Gesetzen und Vorschriften entsprechen, wird bei der Berechnung der maximal zulässigen Auslegungslast ein Sicherheitsfaktor von 1,5 angesetzt.

Die projektspezifische Auslegungslast hängt von der Struktur, den Anwendungsnormen, dem Installationsort sowie den lokalen klimatischen Bedingungen ab. Die Auslegungslast ist von einem fachkundigen Lieferanten oder einem qualifizierten Ingenieur zu bestätigen. Für weitere Details sind die örtlichen Bauvorschriften zu beachten oder ein Bauingenieur zu konsultieren.

Die beschriebenen Module wurden auf durchgehenden, darunter verlaufenden Trägern montiert. Wenn die Anlage ohne durchgehende Unterstützung montiert wird, verringert sich die maximal zulässige Belastung.

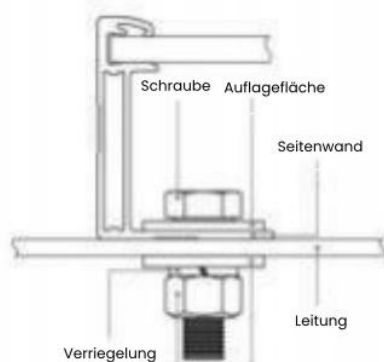
### 4.4.1 Schraubenmontage

Jede Baugruppe verfügt am Rahmen über vorgefertigte Montagebohrungen, durch die sie sicher an der Tragstruktur befestigt wird, um ihre Belastbarkeit zu optimieren.

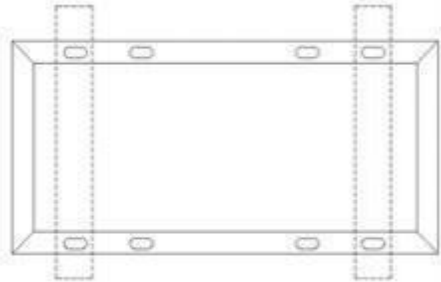
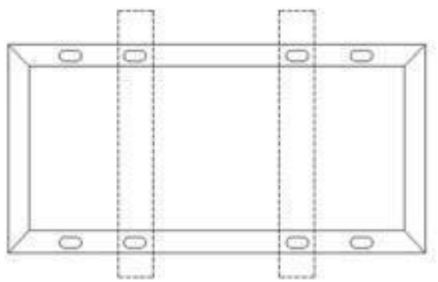

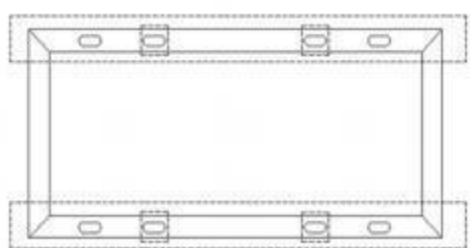
Jedes Modul muss an der Kante an mindestens vier Punkten befestigt werden.

Zur Maximierung der Lebensdauer der Installation wird dringend empfohlen, korrosionsbeständige (Edelstahl-)Befestigungselemente zu verwenden. Es sind Schrauben und Muttern der Größe  $M8 \times 1,25$  in Festigkeitsklasse 8.8, feuerverzinkt oder aus Edelstahl A2-70, zu verwenden. Die Streckgrenze der Schrauben und Muttern darf 450 MPa nicht unterschreiten. Das Anzugsdrehmoment für M8-Schrauben beträgt je nach Festigkeitsklasse 16 bis 20 N·m.

Die Installationsausführung in Gebieten mit hoher Schneelast oder hoher Windlast erfordert zusätzliche Befestigungspunkte. Der Systemplaner und der Installateur sind dafür verantwortlich, die Lasten zu berechnen und sicherzustellen, dass die Tragstruktur die Anforderungen erfüllt.



Für die Konfiguration und Belastung ist die Baugruppe an den folgenden Bohrungen zu verschrauben: (\* Nicht aufgeführte Modelle sind nicht anwendbar oder nicht verifiziert.)

			
<p>Die Montageschiene ist senkrecht zur Längskante zu installieren, und die äußeren vier Bohrungen sind zu befestigen.</p>		<p>Die Montageschiene ist senkrecht zur Längskante zu installieren, und die inneren vier Bohrungen sind zu befestigen.</p>	
Modultyp	Maximale mechanische Belastung	Modultyp	Maximale mechanische Belastung
TMXxxxMH8 GA(NT)-108A/ B TMXxxxMH8 GA(NT)-108A/ B	Positiv: 5400 Pa Negativ: 2400 Pa	TMXxxxMH8 GA(NT)-144A/ B TMXxxxMH8 GA(NT)-132A/ B TMXxxxMH8 GA(NT)-120A/ B TMXxxxMH8 GA(NT)-108A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-132A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-120A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-108A/ B	Positiv: 5400 Pa Negativ: 2400 Pa
TMXxxxMH9 GA(NT)-132A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-120A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-108A/ B	Positiv: 2400 Pa Negativ: 2400 Pa		
	TMXxxxMH7 GA-144A/ B		
			
<p>Montieren Sie die Führungsschienen parallel zur Längsseite und verwenden Sie die vier äußeren Befestigungsbohrungen.</p>		<p>Montieren Sie die Führungsschienen parallel zur Längsseite unter Verwendung von vier Befestigungsbohrungen.</p>	
Modultyp	Maximale mechanische Belastung	Modultyp	Maximale mechanische Belastung
TMXxxxMH8 GA(NT)-144A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-132A/ B	Positiv: 2400 Pa Negativ: 2400 Pa	TMXxxxMH8 GA(NT)-144A/ B TMXxxxMH8 GA(NT)-132A/ B	Positiv: 2400 Pa Negativ: 2400 Pa

TMXxxxMH9 GA(NT)-120A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-108A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-110A/ B		TMXxxxMH9 GA(NT)-132A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-120A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-108A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-110A/ B	Positiv: 3600 Pa Negativ: 2400 Pa
--	--	--	--------------------------------------

#### 4.4.2 Klemminstallation

Es wird empfohlen, Klemmen mit mindestens fest montierten M8-Schrauben zu verwenden. Die Klemmen sollen 50 mm lang und 3 mm dick sein. Stellen Sie sicher, dass die Klemmen während der Gesamtbelastung der Baugruppe nicht durch Verformung oder Korrosion versagen.

Die Klemme soll mindestens 7 mm, jedoch nicht mehr als 10 mm über den Rand der Baugruppe überlappen.

Kontakt mit der Glasoberfläche der Baugruppe oder Verformungen des Rahmens sind zu vermeiden.

Stellen Sie sicher, dass die Klemme die Baugruppe nicht verschattet.

Der Rand des Moduls darf in keinem Fall angepasst werden.

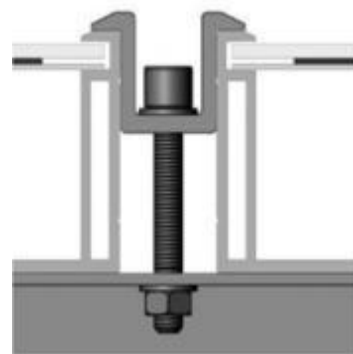
Bei der Auswahl der Klemmeninstallation sollen mindestens vier Klemmen zur Befestigung der Module verwendet werden, wobei jeweils zwei Klemmen an jeder langen oder kurzen Seite der Baugruppe installiert werden. Bestimmen Sie, ob zusätzliche Klemmen erforderlich sind, um die Belastbarkeit der Module sicherzustellen.

Das anzuwendende Drehmoment ist gemäß den mechanischen Konstruktionskriterien für die vom Kunden verwendeten Schrauben festzulegen, z. B. M8 – 16–20 N·m.

Die Klemmen sind wie in der nachstehenden Abbildung installiert.



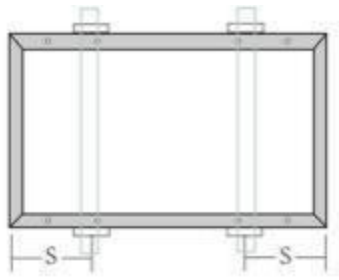
Endklemmen-Installation



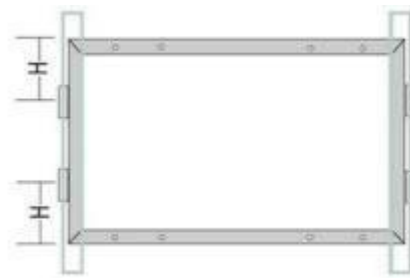
Mittelklemmen-Installation

Installationsdiagramm und die entsprechenden Belastungswerte sind unten dargestellt.

( Nicht erwähnte Modelle sind nicht anwendbar oder nicht überprüft.)

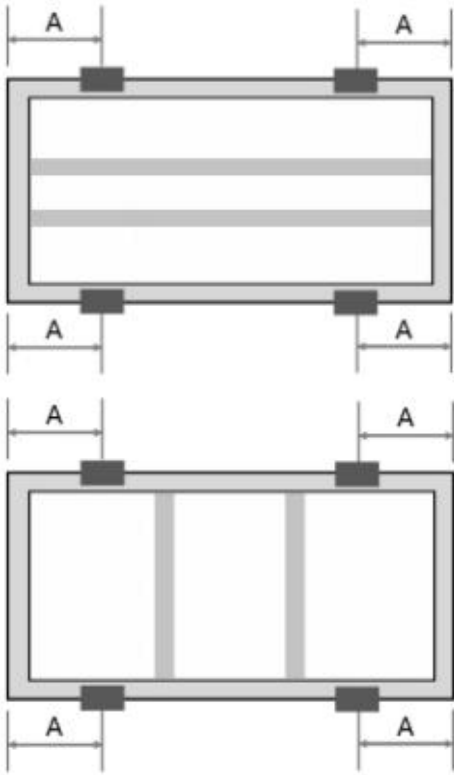


Befestigung an den Längsseiten mit Klemme (Die Modullänge ist L,  $S = 1/4 L \pm 50$ )



Befestigung an den Kurzseiten mit Klemme (Die Modulbreite ist W,  $0 < H < 1/4 W$ )

Modultyp	Maximale mechanische Belastung	Modultyp	Maximale mechanische Belastung
TMXxxxMH8GA(NT)-144A/B TMXxxxMH8GA(NT)-132A/B TMXxxxMH8GA(NT)-120A/B TMXxxxMH8GA(NT)-108A/B TMXxxxMH9GA(NT)-132A/B TMXxxxMH9GA(NT)-120A/B TMXxxxMH9GA(NT)-108A/B TMXxxxMH9GA(NT)-96A/B	Positiv: 5400 Pa Negativ: 2400 Pa	TMXxxxMH8 GANT-15 6A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-132A/ B	Positiv: 2000 Pa Negativ: 1600 Pa
		TMXxxxMH8 GA(NT)-144A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-120A/ B	Positiv: 2200 Pa Negativ: 1800 Pa
		TMXxxxMH8 GA(NT)-132A/ B TMXxxxMH9 GA(NT)-108A/ B	Positiv: 2400 Pa Negativ: 1800 Pa
		TMXxxxMH8 GA(NT)-120A/ B TMXxxxMH9 GA(NT) -96A/ B	Positiv: 2600 Pa Negativ: 2000 Pa
		TMXxxxMH8 GA(NT)-108A/ B	Positiv: 3000 Pa Negativ: 2200 Pa

<p>TMXxxxMH8GA-108A/B  TMXxxxMH8GANT-108A/B  TMXxxxMH8RGANT-96A/B</p> <p><b>*HINWEIS:</b>  Die oben genannten PV-Modultypen besitzen zwei Verstärkungsrippen auf der Rückseite.</p>	<p>Ausgelegte mechanische Belastung:  6667/3600,  Sicherheitsfaktor 1,5</p> <p>Positiv: 10000 Pa  Negativ: 5400 Pa</p>	 <p><b>*HINWEIS:</b>  Der oben angegebene Abstand ist vom Modulrand bis zur Mitte der Klemme. Klemmenlänge <math>\geq 60</math> mm.  Unter dem PV-Modul sind zwei Tragprofile erforderlich, um die mechanische Belastung sicherzustellen.  Dieser Modultyp ist für die Montage mit Klemmen geeignet, wie in Abschnitt 4.4.1 beschrieben.</p>
---	--	--

### Installation mit Einlegesystemen

TRIMAX PV-Module sind mit Einlegesystemen ausgewählter Hersteller kompatibel. Die Installationsmethoden können variieren und hängen von den verwendeten Montagestrukturen ab. Bitte befolgen Sie die Montageanleitungen des Lieferanten des Montagesystems. Jedes Modul muss entlang seiner gesamten Länge auf zwei gegenüberliegenden Seiten sicher abgestützt sein.

Installieren Sie die Einlegeprofile gemäß den Installationsrichtlinien unter Verwendung der vom Hersteller des Montagesystems bereitgestellten Befestigungselemente und ziehen Sie diese fest an.

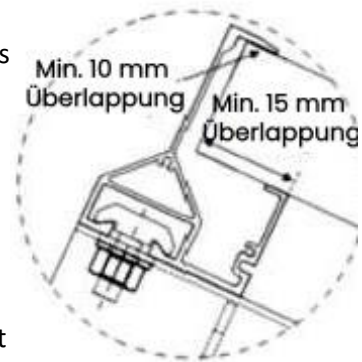
Der Systemplaner und der Installateur sind allein verantwortlich für die Lastberechnungen und die Gewährleistung der korrekten statischen Auslegung.

Die TRIMAX-Garantie für Solarmodule kann erlöschen, wenn ungeeignete Einlegesysteme oder unsachgemäße Installationsmethoden verwendet werden.

Bitte beachten Sie bei der Installation der Einlegeprofile die folgenden Empfehlungen:

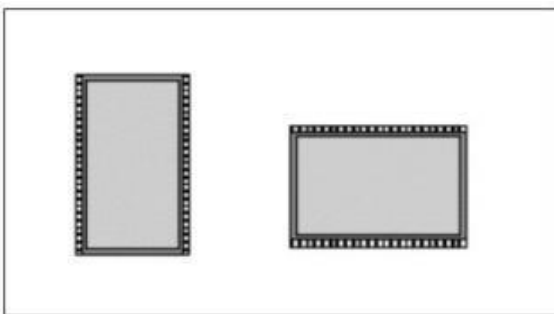
- Achten Sie auf die Abmessungen des Moduls und die Eignung des Einlegeprofils.

- Sorgen Sie für eine ausreichende Einstecktiefe:
- Das Einlegeprofil muss die Vorderseite des Modulrahmens um mindestens 10 mm überlappen.
- Das Einlegeprofil muss die Rückseite des Modulrahmens um mindestens 15 mm überlappen.
- Die Solarzellen des Moduls dürfen nicht beschattet werden.
- Das Vorderglas darf nicht mit dem Einlegeprofil in Kontakt kommen.



Einlegesystem – Minimale Einstecktiefe

Tragfähigkeit – Auflage/Lagerung an den Längsseiten

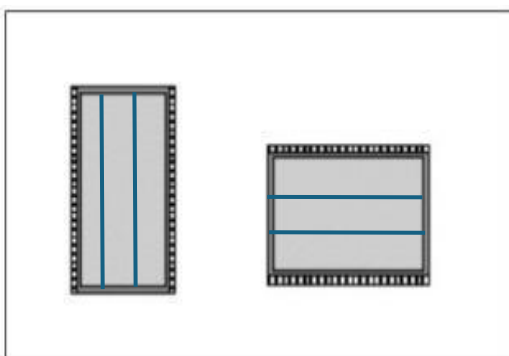


Installation mit Einlegesystem – Längsseite

Modultyp	Maximale mechanische Belastung
TMXxxxMH8GA(NT)-156A/B TMXxxxMH8GA(NT)-144A/B TMXxxxMH8GA(NT)-132A/B TMXxxxMH8GA(NT)-120A/B TMXxxxMH8GA(NT)-108A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-132A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-120A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-108A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-96A/B TMXxxxMH9GA(NT)-132A/B TMXxxxMH9GA(NT)-120A/B TMXxxxMH9GA(NT)-108A/B TMXxxxMH9GA(NT)-96A/B	Positiv: 5400 Pa Negativ: 2400 Pa

Übersicht der zugelassenen Modultypen – Installation mit Einlegesystem – Längsseite

Tragfähigkeit – Abstützung/Lagerung an den Längsseiten

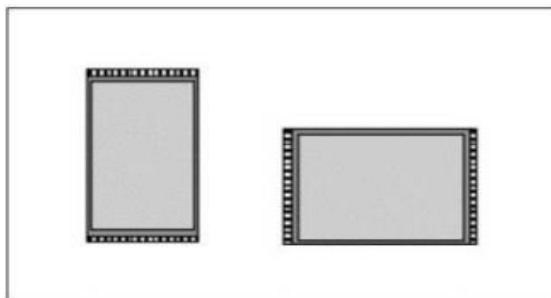


Montage mit Einstecksystem – an der Längsseite

Modultyp	Maximale mechanische Belastung
TMXxxxMH8GA-108A/B TMXxxxMH8GANT-108A/B TMXxxxMH8RGANT-6A/B  <b>*Hinweis:</b> Bei den oben genannten PV-Modulen befinden sich zwei Verstärkungsrippen auf der Rückseite.	Ausgelegt für mechanische Belastung 6667 / 3600  Sicherheitsfaktor 1,5  Positiv: 10000 Pa Negativ: 5400 Pa

Übersicht zugelassenen Modultypen – Montage mit Einstecksystem – an der

## Tragfähigkeit – Auflage/Lagerung an den Kurzseiten



## Installation mit Einlegesystem – Kurzseite


Modultyp	Maximale mechanische Belastung
TMXxxxMH8GA(NT)-156A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-132A/B TMXxxxMH9GA(NT)-132A/B	Positiv: 1600 Pa Negativ: 1200 Pa
TMXxxxMH8GA(NT)-144A/B TMXxxxMH8GA(NT)-132A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-120A/B TMXxxxMH9GA(NT)-120A/B	Positiv: 1800 Pa Negativ: 1400 Pa
TMXxxxMH8GA(NT)-120A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-108A/B TMXxxxMH9GA(NT)-108A/B	Positiv: 2000 Pa Negativ: 1600 Pa
TMXxxxMH8GA(NT)-108A/B TMXxxxMH8RGA(NT)-96A/B TMXxxxMH9GA(NT)-96A/B	Positiv: 2200 Pa Negativ: 1800 Pa

## Übersicht der zugelassenen Modultypen – Installation mit Einlegesystem – Kurzseite

### 4.5 Erdung

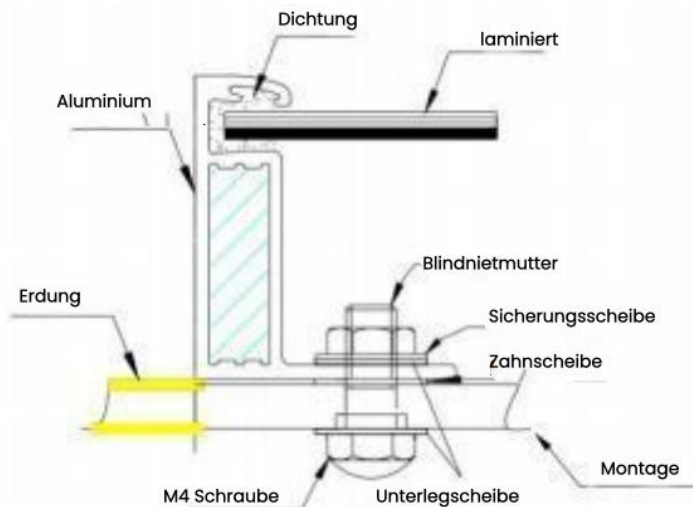
Alle Modulrahmen und -träger müssen ordnungsgemäß gemäß den elektrischen Entwurfs- und Bauvorschriften, Normen, Regelungen sowie sonstigen speziellen Erdungsanforderungen des jeweiligen Installationsorts geerdet werden.

Eine ordnungsgemäße Erdung wird erreicht, indem der Montage-Rahmen zuverlässig mit allen Metallstrukturen über einen geeigneten Erdleiter verbunden wird. Der Erdleiter oder Erdungsdraht kann aus Kupfer oder kupferlegierten Materialien bestehen, die den elektrischen Entwurfs- und Bauvorschriften sowie den am Installationsort geltenden Normen entsprechen. Der Erdleiter muss über eine geeignete Erdungselektrode zuverlässig geerdet sein. Alle leitfähigen Verbindungspunkte müssen sicher verbunden werden.

Als Erdleiter wird ein Kupferdraht mit 4 bis 14 mm<sup>2</sup> (AWG 6~12) empfohlen. Die Erdungsbohrung des Montagerahmens ist mit dem Erdungssymbol " gekennzeichnet. 

Das TriMax-Erdungsloch ist am Aluminiumlegierungs-Rahmen auf der Rückseite des Moduls ausgeführt, mit einem Durchmesser von 4 mm. Ein separater Erdungsdraht und die zugehörigen Zubehörteile werden mit dem Aluminiumrahmen des Solarmoduls verbunden, und der Erdungsdraht wird mit der Erde verbunden. Es wird empfohlen, M4 × 12 mm Erdungsbolzen zu verwenden, die mit M4-Muttern, Stern- und Flachscheiben ausgestattet sind, um eine sichere Erdung des Moduls zu gewährleisten.

Die entsprechenden Produktzeichnungen finden Sie auf der Einzelseite der TriMax-Photovoltaikmodule, um Anzahl, Größe und Position der Erdungsbohrungen im Detail zu verstehen. Das Anzugsdrehmoment für die Erdungsbefestigung beträgt 4 N·m bis 8 N·m.



Erdungsschemadiagramm

Zusätzlich zur Verwendung der Erdungsbohrungen können Sie folgende Methoden wählen:

- Erdung über ungenutzte Montageschraublöcher
- Andere spezielle Erdungsvorrichtungen

Unabhängig von der gewählten Erdungsmethode müssen alle elektrischen Kontaktpunkte zur Erdung am Aluminiumrahmen des Photovoltaikmoduls die anodische Oxidschicht durchdringen. Bei der Verwendung anderer Erdungsvorrichtungen von Drittanbietern muss sichergestellt werden, dass es sich um zuverlässige, professionell zertifizierte Produkte handelt und dass bei der Installation die Vorschriften des Herstellers eingehalten werden.

## 4.6 Elektrische Installation

### 4.6.1 Sicherheitsanweisungen zur elektrischen Installation

Alle Verkabelungsarbeiten müssen von qualifizierten Installateuren gemäß den örtlichen elektrischen Bauvorschriften, Verfahren, Handbüchern und Richtlinien durchgeführt werden.

Die Module können in Reihe geschaltet werden, um die Betriebsspannung zu erhöhen, indem der positive Anschluss eines Moduls in den negativen Anschluss des nächsten Moduls eingefügt wird. Stellen Sie stets sicher, dass die Kontakte vor dem Verbinden des Systems nicht korrodiert, sauber und trocken sind.

Wenn eine Modulreihe mit einer anderen mit entgegengesetzter Polarität verbunden wird, kann dies zu irreparablen Schäden am Produkt führen. Bestätigen Sie unbedingt die Spannung und Polarität jeder Reihe, bevor Sie diese parallel schalten. Wenn zwischen den Reihen eine entgegengesetzte Polarität oder ein Spannungsunterschied von mehr als 10 V besteht, muss die Strukturkonfiguration vor der Verbindung überprüft werden.

Das TriMax-Photovoltaikmodul verwendet ein spezielles PV-Kabel mit einem Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> und UV-Schutz. Alle anderen zur Verbindung mit dem Gleichstromsystem verwendeten Kabel müssen ähnliche (oder höhere) Spezifikationen

aufweisen. TriMax empfiehlt, alle Kabel in geeigneten Rohren oder Kabelkanälen zu verlegen und von wassergefährdeten Bereichen fernzuhalten.

Die Spannung des Modulstrangs darf nicht höher sein als die maximale Spannung, die das System, der Wechselrichter und andere elektrische Geräte der Installationsanlage vertragen können. Zur Sicherstellung muss die Leerlaufspannung der Modulreihe bei der minimal erwarteten Umgebungstemperatur am Installationsort berechnet werden. Es wird empfohlen, folgende Formel zu verwenden:

$$\text{Maximale Systemspannung} = N \times V_{oc} \times [1 + TC_{voc} \times (T_{min} - 25)]$$

Maximale Systemspannung = N × Voc × [1 + TCvoc × (Tmin - 25)]

Dabei gilt:

- N: Anzahl der in Reihe geschalteten Module
- Voc: Leerlaufspannung des Moduls unter STC-Bedingungen (siehe Modulblatt oder Einzelseite)
- TCvoc: Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung des Moduls (siehe Modulblatt)
- Tmin: Minimale Umgebungstemperatur am Installationsort

Die genaue Anzahl der zu verbindenden Module muss von einer für die elektrische Auslegung qualifizierten Organisation oder Fachkraft gemäß den Spezifikationen des Photovoltaiksystems am Installationsort bestimmt werden. Die obige Berechnungsformel dient nur als Referenz.

Jedes Modul verfügt über zwei standardmäßige, speziell für PV vorgesehene Ausgangskabel und Plug-and-Play-Steckverbinder an jedem Anschluss. Alle Verkabelungen und elektrischen Verbindungen müssen den elektrischen Auslegungsspezifikationen, Vorschriften und geltenden Bestimmungen des Installationsortes entsprechen.

Der Außendurchmesser der Kabel liegt zwischen 5 und 7 mm.

Die Verkabelung vor Ort muss mit speziellen PV-Kabeln mit mindestens 90 °C Temperaturbeständigkeit, UV-Beständigkeit und einem Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> erfolgen.

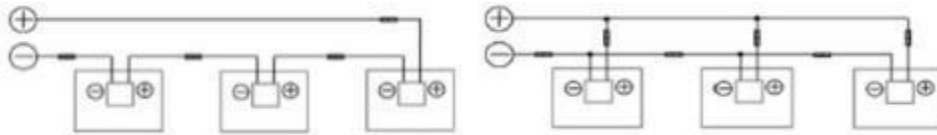
Bei der Installation von Modulen auf Ziegeldächern wird ein PV-Kabel mit 4 bis 6 mm<sup>2</sup> empfohlen.

Der minimale Biegeradius des Kabels darf 60 mm nicht unterschreiten.



#### 4.6.2 Verkabelung

Um einen ordnungsgemäßen Betrieb des Systems sicherzustellen, muss beim Anschluss des Moduls oder der Last (z. B. Wechselrichter, Batterie usw.) auf die richtige Polung des Kabels geachtet werden. Wenn das Modul falsch angeschlossen wird, kann die Bypass-Diode beschädigt werden. Photovoltaikmodule können in Reihe geschaltet werden, um die Spannung zu erhöhen, oder parallel, um den Strom zu erhöhen.



Reihenschaltung, Parallelschaltung

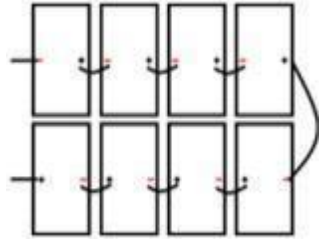
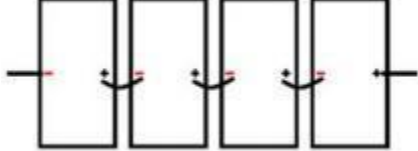
Schneiden Sie das Kabelbinder ab und achten Sie darauf, Kabel und Rückwand nicht zu beschädigen. Stecken Sie die positiven und negativen Modulstecker in der richtigen Reihenfolge ein und achten Sie darauf, dass das „Klick“-Signal anzeigt, dass die Verbindung korrekt hergestellt ist. Andernfalls kann der Stecker durch Lichtbögen in der Zukunft beschädigt werden.

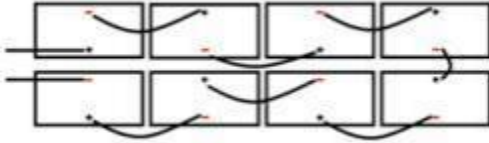
Vor der Inbetriebnahme der Anlage muss eine elektrische Überprüfung der Module und Stränge erfolgen, um sicherzustellen, dass die Polung der Stränge korrekt ist und die Leerlaufspannung den Anforderungen der Abnahmespezifikation entspricht.

Die Anzahl der Module in Reihe und parallel muss entsprechend der Systemkonfiguration sinnvoll ausgelegt werden.

Alle oben genannten Anweisungen müssen befolgt werden, um die Garantiebedingungen von Renda PV einzuhalten.

Die folgenden zwei Verkabelungsmethoden werden empfohlen (wählen Sie ein langes oder kurzes Kabel, je nachdem, wie die Module installiert werden).

Empfohlener Verkabelungsmodus	Grafik
Modul vertikal installieren: Standard-Kurzkabel auswählen	 <p>Zwei Reihen vertikale Installation</p>
	 <p>Einzelreihe vertikale Installation</p>

<p>Modul horizontal:</p> <p>Standard-Longkabel auswählen oder kundenspezifisch anfertigen lassen</p>	 <p>Horizontale Installation</p>
--	--

#### 4.6.3 Sicherungen

Der Korrekturfaktor ist von einem autorisierten, fachkundigen Elektroingenieur gemäß den einschlägigen Designvorschriften und den Ergebnissen der Systemsimulation zu bestimmen. Trimax ist nicht für die Festlegung der minimalen Sicherungsspezifikation verantwortlich.

Der Nennstrom der Sicherung ist nach unterschiedlichen Kriterien auszuwählen, wie unten dargestellt.

$$\frac{1.5}{K_f} I_{sc \text{ im Modul}} \leq \text{Nennstrom der maximalen Sicherung (Bereich gemäß IEC)}$$

$$\frac{1.56}{K_f} I_{sc \text{ im Modul}} \leq \text{Nennstrom der maximalen Sicherung (Bereich gemäß NEC)}$$

Wo:

In: Nennstrom der Sicherung

Isc: Kurzschlussstrom des Moduls

Kf: Temperaturkorrekturfaktor

Zusätzliche Stromwerte werden durch den Temperaturkorrekturfaktor an unterschiedliche Umgebungstemperaturen angepasst. Bitte bestätigen Sie die endgültige Sicherungsauswahl mit der qualifizierten Planungsstelle und dem Sicherungshersteller am Installationsort. Der auf dem Trimax-Datenblatt angegebene maximale Nennstrom der Module dient nur als Referenz.

## 5 Wartung

### 5.1 Optische Prüfung und Austausch der Module

Module müssen regelmäßig überprüft und gewartet werden; dies ist eine Verantwortung des Nutzers. Vor der Inspektion muss der Leistungsschalter ausgeschaltet werden. Wenn das Modul beschädigt ist, z. B. durch gebrochenes Glas, beschädigtes Kabel oder defekte Anschlussdose, muss das Modul durch denselben Typ ersetzt werden. Berühren Sie niemals die spannungsführenden Teile von Kabel oder Steckverbindern.

Es wird empfohlen, alle sechs Monate eine vorbeugende Inspektion durchzuführen, und Module dürfen nicht ohne Genehmigung ausgetauscht werden. Wenn eine Überprüfung oder Wartung der elektrischen oder mechanischen Eigenschaften erforderlich ist, sollten qualifizierte Fachkräfte die Arbeiten durchführen, um Stromschläge oder Unfälle zu vermeiden.

Die Vegetation sollte regelmäßig geschnitten werden, um zu verhindern, dass Pflanzen die Photovoltaikmodule blockieren und die Leistung der Module beeinträchtigen.

Überprüfen Sie, ob die installierte Hardware sicher befestigt ist.

Stellen Sie sicher, dass alle Sicherungen der Modulstränge in jedem nicht geerdeten Pol ordnungsgemäß funktionieren.

Reparieren Sie die Vorderseite des Moduls mit undurchsichtigem Material. Die Module, die Sonnenlicht ausgesetzt sind, erzeugen Hochspannung und sind äußerst gefährlich.

Die Anschlussdose des Trimax-Moduls ist mit Bypass-Dioden ausgestattet, die Wärme- und Stromverluste des Moduls minimieren.

Isolieren Sie unbedingt die betroffenen Modulreihen, um Stromfluss zu verhindern, bevor Sie versuchen, das Modul zu entfernen.

Trennen Sie den Stecker des betroffenen Moduls mit dem entsprechenden Trennwerkzeug, das vom Lieferanten bereitgestellt wird.

Überprüfen Sie die Leerlaufspannung der Modulreihe und stellen Sie sicher, dass die Leerlaufspannung anderer parallel geschalteter Reihen innerhalb von 10 V liegt.

Schalten Sie den Leistungsschalter nach der Überprüfung des Moduls wieder ein.

Beachten Sie außerdem die weiteren Sicherheitsvorkehrungen, die zuvor in diesem Handbuch aufgeführt wurden.

## **5.2 Stecker- und Kabelprüfung**

Überprüfen Sie alle Kabel, um eine sichere Verbindung zu gewährleisten. Vermeiden Sie Kabel, die direktem Sonnenlicht ausgesetzt sind, und halten Sie sie von Wasserbereichen fern.

Es wird empfohlen, mindestens einmal pro Jahr das Anzugsmoment der Stecker, Schrauben und Verkabelung zu überprüfen. Stellen Sie außerdem sicher, dass die installierte Hardware fest montiert ist. Lose Verbindungen können Schäden an den Modulsträngen verursachen.

## **5.3 Reinigung**

Die Leistung des Moduls hängt von der Intensität des einfallenden Lichts ab. Staubablagerungen auf der Glasoberfläche des Moduls verringern die Lichtintensität und reduzieren somit die Energieausbeute des Moduls. Daher sollte die Oberfläche der Photovoltaikmodule sauber gehalten werden, und die Reinigung sollte mindestens einmal pro Jahr oder häufiger, je nach Verschmutzungsgrad, erfolgen.



Die Reinigung birgt das Risiko, die Module oder Modulreihen zu beschädigen, und erhöht gleichzeitig das Risiko eines Stromschlags. Rissige oder beschädigte Module können aufgrund von Leckströmen und durch Feuchtigkeit verschärften Bedingungen einen elektrischen Schlag verursachen. Überprüfen Sie das Modul oder die Modulreihe vor der Reinigung vollständig auf Risse, Schäden und lose Verbindungen.

Die Reinigung der Module muss von geschultem Personal durchgeführt werden, das Gummihandschuhe und Arbeitsschuhe trägt. Die Schutzausrüstung muss einer Gleichspannung von mindestens 2.000 V standhalten.

Vor der Reinigung ist sicherzustellen, dass der Stromkreis getrennt ist, da das Berühren von spannungsführenden Teilen sonst zu Schäden führen kann.

Photovoltaikmodule sollen mit einem trockenen oder leicht feuchten, weichen und sauberen Tuch oder Schwamm abgewischt werden und dürfen nicht mit korrosiven Lösungsmitteln oder harten Gegenständen gereinigt werden. Bei öligen oder schwer zu reinigenden Verschmutzungen kann ein handelsüblicher Glasreiniger verwendet werden. Achten Sie darauf, keine stark alkalischen oder stark sauren Lösungsmittel wie Flusssäure, Lauge oder Aceton zu verwenden. Module dürfen weder teilweise noch vollständig in Wasser oder Reinigungsflüssigkeit eingetaucht werden. Die Reinigung der Stecker mit Schmierstoffen oder organischen Lösungsmitteln ist verboten.

Die Module sollen bei einer Bestrahlungsstärke unter  $200 \text{ W/m}^2$  gereinigt werden, und es darf keine Flüssigkeit mit großer Temperaturdifferenz zum Modul verwendet werden. Die Wassertemperatur und die Temperatur des Moduls sollten zwischen  $-5 \text{ °C}$  und  $10 \text{ °C}$  liegen, um Schäden zu vermeiden.

Bei der Reinigung der Module darf kein Wind über Stärke 4, starker Regen oder starker Schneefall herrschen.

Beim Reinigen der Photovoltaikmodule ist es strikt verboten, auf den Modulen zu treten oder Wasser auf die Rückseite der Module und die Kabel zu spritzen. Achten Sie auf die Reinigung und Trocknung der Stecker, um Stromschläge und Brandgefahr zu vermeiden.

Dampfreiniger sind streng verboten.

Im Allgemeinen muss die Rückseite der Module nicht gereinigt werden. Wenn jedoch eine Reinigung erforderlich ist, dürfen keine scharfen Gegenstände verwendet werden, die die Rückwand beschädigen oder durchdringen könnten.

### **5.3.1 Reinigungsmethode**

Methode A: Reinigung mit Hochdruckwasserstrahl

Die Anforderungen an die Wasserqualität während der Reinigung sind wie folgt:

- pH-Wert: 5–7
- Chlorid- oder Salzgehalt: 0–3.000 mg/L
- Trübung: 0–30 NTU
- Leitfähigkeit: 1.500–3.000  $\mu\text{S/cm}$
- Gesamtlösliche Feststoffe: 1.000 mg/L
- Wasserhärte: 0–40 mg/L
- Es muss nicht-alkalisches Wasser verwendet werden; wenn verfügbar, sollte weiches Wasser genutzt werden.
- Der maximal empfohlene Wasserdruck beträgt 4 MPa (40 bar).

Methode B: Reinigung mit Druckluft

Die Reinigung mit Luftdruck wird empfohlen, um leichte Verschmutzungen (z. B. Staub) auf den Modulen zu entfernen. Diese Methode kann angewendet werden, sofern die örtlichen Reinigungsbedingungen ausreichend sind.

Methode C: Nassreinigung

Wenn sich zu viele Verschmutzungen auf der Moduloberfläche befinden, verwenden Sie vorsichtig eine isolierte Bürste, einen Schwamm oder andere weiche Reinigungswerkzeuge.

Stellen Sie sicher, dass alle Bürsten oder Rührwerkzeuge isoliert sind, um das Risiko eines Stromschlags zu minimieren, und dass diese Werkzeuge das Glas oder den Aluminiumrahmen nicht zerkratzen.

Bei öligen Verschmutzungen kann ein umweltfreundlicher Reiniger verwendet werden.

Nach der Reinigung der Module ist eine Modulinspektion erforderlich:

- Ist das Gesamtbild der Module sauber, hell und frei von Flecken?
- Stichprobenkontrolle auf Ascheablagerungen auf der Moduloberfläche
- Überprüfung der Moduloberfläche auf offensichtliche Kratzspuren
- Keine unbemerkten Risse auf der Moduloberfläche
- Wurde die Modulhalterung nach der Reinigung verbogen oder geneigt?
- Sind die Modulanschlüsse nach der Reinigung locker oder gelöst?

Ein Reinigungsprotokoll muss ausgefüllt werden.

## **6 Fehlerbehebung**

Wenn das System nach der Installation nicht ordnungsgemäß funktioniert, benachrichtigen Sie sofort den Installateur. Es wird empfohlen, alle sechs Monate eine vorbeugende Inspektion durchzuführen, und die Module dürfen nicht ohne Genehmigung ausgetauscht werden.

Wenn eine Überprüfung oder Wartung der elektrischen oder mechanischen Eigenschaften erforderlich ist, sollte diese von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden, um Stromschläge oder Unfälle zu vermeiden.