INSTALLATIONSANLEITUNG SOLARMODULE

HAUPTSITZ
Angerlweg 14
85748 Garching
München/Deutschland

Tel.: +49 89 1250 36 860
Webseite: www.tommatech.de
E-Mail: mail@tommatech.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINFÜHRUNG 2
2. VORSCHRIFTEN UND BESTIMMUNGEN 2
3. ALLGEMEINES 2
   3.1 Produktkennzeichnung 3
   3.2 Allgemeine Sicherheitsinformationen 3
   3.3 Sicherheit der elektrischen Installation 3
   3.4 Betriebssicherheit 4
   3.5 Brandschutz 4
4. INSTALLATIONSBEDINGUNGEN 5
   4.1 Montageposition und Arbeits-/Betriebsumgebung 5
   4.2 Auswahl von Neigungswinkeln 5
5. MECHANISCHE INSTALLATION 6
   5.1 Allgemeine Anforderungen 6
   5.2 Installationsmethode 6
      5.2.1 Modulinstallation durch Montagelöcher 7
      5.2.2 Modulinstallation durch Klemmen 7
   5.3 Position der Anschlusspunkte 8
6. ELEKTRISCHE INSTALLATION 9
   6.1 Elektrische Eigenschaften 9
   6.2 Kabel und Leitungen 11
   6.3 Steckverbinder 11
   6.4 Bypassdioden 12
7. ERDUNG 12
   7.1 Erdung durch Erdungsklemmen 12
   7.2 Erdung durch nicht belegte Befestigungslöcher 13
   7.3 Zusätzliche Erdungsgeräte von Drittanbietern 14
8. BETRIEB UND INSTANDHALTUNG 14
   8.1 Reinigung 14
   8.2 Sichtkontrolle von Solarmodulen 15
   8.3 Kontrolle von Steckverbindern und Kabeln 15
9. RELEVANTE PRODUKTE 16

1. EINFÜHRUNG

Die TommaTech GmbH (nachfolgend "TommaTech" genannt) ist ein Hightech-Unternehmen, das sich mit der Entwicklung, der Forschung, der Produktion, dem Vertrieb und Kundendienst von kristallinen Siliziumwafern, Solarzellen, Solarmodulen und Photovoltaik-Lösungen beschäftigt.
TommaTech hat starke und wettbewerbsfähige Partnerschaften in der Photovoltaikbranche in Europa und im Fernen Osten mit Unternehmen aufgebaut, die Wert auf Qualität und zuverlässige Solarstromerzeugung legen. Wir unterstützen Sie mit unserem starken und erfahrenen Team sowohl bei der Beschaffung von Solaranlagen als auch bei schlüsselfertigen Projekten, die eine breite Produktpalette und eine Vielzahl von Angeboten und Methoden zum Einsatz bringen. Unser Unternehmensziel ist es, menschliches Leben nachhaltiger zu machen, indem wir durch einzigartige Kundenorientierung und hohe Qualität den Unterschied in der Branche machen und so selbstbewusst auf dem Weg zum Weltmarktführer in unserem eigenen Sektor voranschreiten.

2. VORSCHRIFTEN UND BESTIMMUNGEN

Die mechanische und elektrische Installation von PV-Anlagen muss unter Einhaltung aller geltenden Vorschriften durchgeführt werden. Das sind insbesondere elektrische Vorschriften, Bauvorschriften und Anforderungen für die Verschaltung mit dem Energieversorgungsunternehmen (EVU).
Diese Anforderungen können je nach Montageort (z.B. Gebäudedach, Kraftfahrzeuganwendungen etc.) unterschiedlich sein. Die Anforderungen können auch mit der Systemspannung bzw. in Abhängigkeit von Gleichstrom (DC)-und Wechselstrom (AC) Anwendungen variieren. Wenden Sie sich hinsichtlich der geltenden Bestimmungen an die örtlichen Behörden.

3. ALLGEMEINES

In der querschnittlichen Abbildung unten sind die Bauteile unserer Solarmodule aufgeführt:

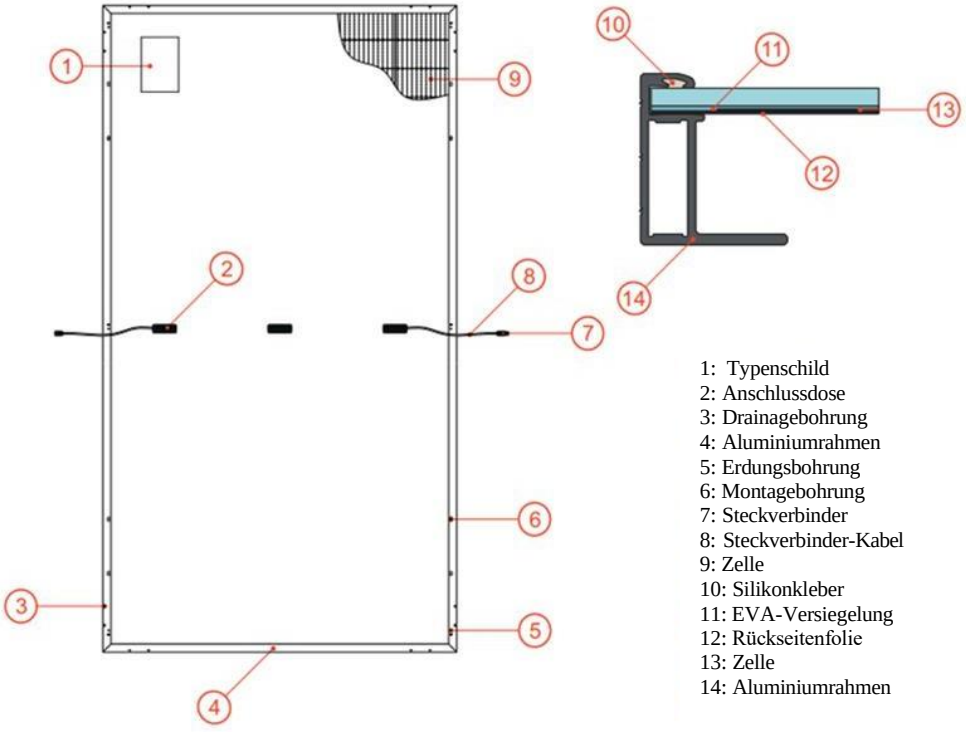

Abbildung 1: Modulkomponenten und Querschnitt der laminierten Baugruppe

3.1 Produktkennzeichnung

Auf jedem Modul befinden sich drei Etiketten mit folgenden Informationen:

1. Typenschild: Das Typenschild beschreibt den Produkttyp, die maximale Nennleistung, den Strom bei maximaler Nennleistung, die Spannung bei maximaler Nennleistung, die Leerlaufspannung und den Kurzschlussstrom. Diese Werte sind unter Standardtestbedingungen (STC) durchgeführt worden. Neben weiteren Informationen finden Sie auch Prüfzeichen und die maximale Systemspannung auf dem Typenschild.
2. Stromklasse: Entsprechend ihres Stroms bei Maximalleistung werden Solarmodule in drei Klassen unterteilt: 1, 2 oder 3 (3 steht für die höchste). Diese Klassen sind auch auf der Palette der Solarmodule gekennzeichnet. Um die optimale Leistung der Solarmodule zu erhalten, wird empfohlen, Solarmodule derselben Klasse in einem Strang zu verbinden.
3. Strichcode: Jedes einzelne Modul hat eine einmalige Seriennummer. Die Seriennummer hat 12 Stellen. Die 1. bis zur 2. Stelle stehen für den Größencode für die Solarzelle, die 3. und 4. Stelle stehen für der korrigierte Jahrescode, die 5. und 6. Stelle stehen für die korrigierten Monatscodes, die 7. Stelle für die optionale Seriennummer und die 8. bis 12. Stelle stehen für die Seriennummer des Moduls.

3.2 Allgemeine Sicherheitsinformationen

Die Solarmodule erfüllen die Anforderungen der Anwendungsklasse A: gefährliche Spannungen (IEC 61730: über 50 V DC; EN 61730: über 120 V), Anlagen gefährlicher Leistung (über 240 W) ausgelegt, bei denen ein allgemeiner Zugang mit Berührung anzunehmen ist. Solarmodule, deren Sicherheit nach EN IEC 61730-1 und -2 geprüft wurde und die in diese Application-Klasse gehören, werden so angesehen, dass sie die Anforderungen der Schutzklasse II entsprechen.

Werden Solarmodule auf Dächern montiert, muss das Dach über eine feuerfeste, für diesen Zweck geeignete Oberfläche verfügen. PV-Dachanlagen sollten nur auf Dächern installiert werden, die das zusätzliche Gewicht aller Komponenten der PV-Anlage, einschließlich der Tragkonstruktion, Kabel usw., tragen können. Dies sollte von einem Bausachverständigen oder Ingenieur durch eine amtliche Untersuchung oder Gutachten geprüft werden.

Unternehmen Sie zu Ihrer eigenen Sicherheit keine Dacharbeiten ohne vorherige Festlegung und Einrichtung von Sicherheitsvorkehrungen, insbesondere Absturzsicherungen, Leitern oder Treppen sowie persönliche Schutzausrüstung. Module sollten, zu Ihrer eigenen Sicherheit, nicht unter ungünstigen Bedingungen installiert oder gehandhabt werden, insbesondere nicht bei starkem oder böigem Wind sowie nassen oder eisigen Dachflächen.

3.3 Sicherheit der elektrischen Installation

PV-Solarmodule erzeugen Gleichstrom, sobald sie dem Sonnenlicht oder anderen Lichtquellen ausgesetzt sind. Aktive Bauteile von Solarmodulen, einschließlich der Terminals, können Verbrennungen, Funkenbildung und tödliche Stromschläge verursachen.

Solarmodule erzeugen eine elektrische Spannung, auch wenn sie nicht an einen elektrischen Kreis oder einen Verbraucher angeschlossen sind. Bei Arbeiten an Solarmodulen im Sonnenlicht verwenden Sie immer geeignete Sicherheitsausrüstung wie z.B. isolierte Werkzeuge und Gummihandschuhe.

Solarmodule haben keinen Ein/Aus-Schalter. Solarmodule können nur ausgeschaltet werden, indem sie dem Sonnenlicht entzogen werden oder indem ihre Vorderseite vollständig mit Stoff, Pappe oder einem anderen völlig undurchsichtigen Material abgedeckt wird, oder indem die Solarmodule mit der Vorderseite nach unten auf eine glatte, ebene Fläche gelegt werden.

Um einen Lichtbogen oder Elektroschock/Elektroschlag zu vermeiden, dürfen die elektrischen Verbindungen

keinesfalls im Lastbetrieb unterbrochen werden. Falsche Anschlüsse können auch zu Lichtbögen und Elektroschock/ Elektroschlag führen. Halten Sie Steckverbinder trocken und sauber und stellen Sie

sicher, dass diese in betriebssicherem Zustand sind. Stecken Sie keine Metallgegenstände in die Steckverbinder und nehmen Sie keine Änderungen irgendeiner Art vor, um eine elektrische Verbindung herzustellen.
Um das Eindringen von Sand oder Wasserdampf zu vermeiden, was zu einem Verbindungs- und Sicherheitsproblem führen kann, sollten die Solarmodule nach dem Entpacken zeitnah installiert und mit dem Verteilerkasten oder Wechselrichter verbunden werden. Beachten Sie, dass Verschmutzung durch Sand, Staub oder Wasser zu Lichtbögen und Stromschlägen führen kann. Halten Sie die Steckverbinder trocken und sauber. Das Sonnenlicht kann durch Reflexion von Schnee oder Wasser verstärkt werden und daher den Strom und die Leistung erhöhen. Zusätzlich können kältere Temperaturen die Spannung und Leistung wesentlich steigern. Wenn das Glas oder ein anderes Material beschädigt ist, tragen Sie beim Trennen der Solarmodule vom Stromkreis eine entsprechende Schutzausrüstung.
Nur unter trockenen Bedingungen arbeiten und nur trockene Werkzeuge verwenden. Berühren Sie keinesfalls nasse Solarmodule, ohne Schutzausrüstung oder Gummihandschuhe zu tragen. Wenn die Solarmodule gereinigt werden müssen, befolgen Sie bitte die in dieser Installationsanleitung beschriebenen Reinigungshinweise.

3.4 Betriebssicherheit

Verpackte TommaTech Solarmodule dürfen bis zur Installation während des Transports und der Lagerung nicht geöffnet werden.
Schützen Sie gleichzeitig die Verpackung vor Beschädigungen. Lassen Sie die Paletten mit den Solarmodulen nicht direkt umfallen.
Stapeln Sie Paletten übereinander, gemäß den Angaben auf der Verpackung. Lagern Sie die Paletten an einem gut belüfteten, regengeschützten und trockenen Ort, bis die Solarmodule ausgepackt werden.
Heben Sie die Solarmodule keinesfalls an der Anschlussdose hoch und versuchen Sie nicht die Solarmodule durch Ziehen an dem elektrischen Kabel aus der Verpackung zu heben. Steigen Sie nicht auf die Solarmodule.
Lassen Sie die Solarmodule nicht auf die anderen Solarmodule fallen.
Legen Sie keine schweren Gegenstände auf die Solarmodule.
Gehen Sie vorsichtig vor, wenn Sie die Solarmodule abstellen, achten Sie dabei besonders auf die Modulecken.
Solarmodule können durch unsachgemäßen Transport und Einbau Schaden nehmen.
Versuchen Sie nicht, die Solarmodule zu zerlegen und entfernen Sie keinesfalls die angebrachten Typenschilder oder Bauteile von den Modulen.
Bringen Sie auf die Oberfläche der Solarmodule keine Farbe oder Kleber auf.
Kratzer oder Stöße an der Rückseite des Solarmoduls beschädigen die Rückseitenfolie.
Bohren Sie keine Löcher in den Rahmen. Dadurch kann die Stabilität des Rahmens negativ beeinträchtigt und Korrosion herbeigeführt werden.
Die eloxierte Beschichtung des Rahmens darf nicht zerkratzt werden (außer zum Zwecke der Erdung). Dadurch könnte der Rahmen korrodieren und die Stabilität des Rahmens beeinträchtigt werden.
Versuchen Sie nicht, Solarmodule mit beschädigtem Glas oder beschädigter Rückseitenfolie zu reparieren.

3.5 Brandschutz

Wenden Sie sich an die lokalen Behörden bezüglich Richtlinien und Anforderungen der Bausicherheit oder der baulichen Brandschutzverordnung. TommaTech Solarmodule sind nach der IEC 61730-2 Norm als Klasse C registriert. Um die Feuerbrandklasse einzuhalten, muss jedoch der Abstand zwischen der Modulrahmenfläche und der Dachfläche mindestens 10 cm betragen.
Zur Dachinstallation sollten Solarmodule auf einer feuerfesten, für diese Anwendung geeigneten Abdeckung montiert werden. Dabei ist ein entsprechender Abstand zwischen Modulrückseite und

Montagefläche zur Belüftung einzuhalten. Die Dachkonstruktion und die Installationen können die Brandsicherheit eines Gebäudes beeinträchtigen. Ein unsachgemäßer Einbau kann im Brandfall zu Gefährdungen führen.
Verwenden Sie die entsprechenden, von den örtlichen Behörden vorgeschriebenen Bauteile wie Sicherungen, Schutzschalter und Erdungsanschlüsse. Verwenden Sie die Module nicht an Orten wo entzündliche Gase erzeugt werden.

Module, die nicht in Übereinstimmung mit diesen Normen und Bedingungen installiert werden, fallen aus der Garantie, werden unter Verstoß gegen die Installationsanleitung installiert und der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für etwaige Risiken und Probleme, die auftreten können. In diesem Zusammenhang haftet der Hersteller nicht für eine der Installationsanleitung widersprechende Verwendung und die Folgen einer solchen widersprechenden Verwendung, einschließlich Schadensersatz.

4. INSTALLATIONSBEDINGUNGEN

4.1 Montageposition und Arbeits-/Betriebsumgebung

TommaTech Solarmodule sind nur für terrestrische Anwendungen und die Außeninstallation vorgesehen.
Verwenden Sie keine Spiegel oder optische Linsen, um das Sonnenlicht auf die Module zu konzentrieren.
Solarmodule müssen auf einer geeigneten Montagevorrichtung bei Installationen auf Gebäuden, Freiflächen oder anderen Montagearten angebracht werden, die für Module geeignet sind (z.B. Carports, Gebäudefassaden oder PV-Tracker). Solarmodule dürfen nicht an Orten installiert werden, wo sie von Wasser teilweise oder vollkommen bedeckt werden.
Die Temperaturgrenzen werden nach dem monatlichen höchsten und tiefsten Durchschnittswert des Installationsstandortes festgelegt. Die Betriebstemperatur ist zwischen –40°C (-40°F) und 85°C (185°F) begrenzt.
Sorgen Sie dafür, dass die Module keinen Wind- oder Schneelasten ausgesetzt sind, die über den höchstzulässigen Grenzen liegen. Die Module sollten an einem Ort installiert werden, an dem das ganze Jahr über keine Verschattung vorliegt.
Stellen Sie sicher, dass sich keine Objekte in der Nähe des Installationsstandortes befinden, die zu Verschattungen führen.
Für PV-Anlagen wird ein Blitzschutz an Orten mit möglichem Blitzschlag empfohlen.
Verwenden Sie die Solarmodule nicht in der Nähe von Gerätschaften oder an Orten, an denen entzündliche Gase erzeugt werden oder sich ansammeln können.
Die Solarmodule dürfen in einer Höhe von maximal 2000 m installiert werden.
TommaTech Solarmodule dürfen nicht in Gebieten installiert oder betrieben werden, in denen die Wetterbedingungen extrem sind. Solarmodule dürfen nicht in Umgebungen, mit aggressiven Substanzen wie z.B. Salz, Salznebel, Salzwasser, chemisch aktiven Dämpfen und Flüssigkeiten, saurem Regen oder anderen korrosiven Stoffen installiert werden, die die Sicherheit und/oder die Leistung der Module beeinträchtigen können.
Ergreifen Sie bitte geeignete Maßnahmen, um die Leistung und Betriebssicherheit der Solarmodule während ihrer Montage und Betriebs in Gebieten extremer Kälte, hohem Schneefall, starken Winden oder/und Nähe zu Küsten oder Wüsten zu gewährleisten.

4.2 Auswahl von Neigungswinkeln

Der Neigungswinkel der Solarmodule wird zwischen der Moduloberfläche und einer ebenen Bodenfläche gemessen. Die Solarmodule erzeugen ihre maximale Ausgangsleistung, wenn sie direkt der Sonne zugewandt sind. Auf der nördlichen Hemisphäre sollten die Solarmodule üblicherweise

gegen Süden gerichtet sein und auf der südlichen Hemisphäre gegen Norden.
Genauere Informationen über den besten Installationswinkel finden Sie in den genormten Photovoltaik-Solarmontageleitfäden oder Sie wenden sich an einen erfahrenen Solarinstallateur oder Systemintegrator.
Staubansammlungen auf der Oberfläche der Solarmodule können die Leistung der Module beeinträchtigen.
TommaTech empfiehlt die Montage der Solarmodule mit einem Neigungswinkel von mindestens 10 Grad, da auf diese Weise der Staub durch Regen abgewaschen wird.

5. MECHANISCHE INSTALLATION

5.1 Allgemeine Anforderungen

Stellen Sie sicher, dass die Installationsmethode und die tragende Konstruktion der Solarmodule so ausgelegt sind, dass die Standsicherheit und maximal zulässige Lasten auf die Solarmodule nicht überschritten werden. Der Installateur ist für die fachgerechte Montage und schadlose Standsicherheit der Solarmodule verantwortlich. Die tragende Konstruktion des Montagesystems sollte statisch von einer außenstehenden Prüfstelle nach den örtlichen, nationalen oder internationalen Normen wie DIN1055 oder gleichwertigen Normen geprüft werden.
Das Montagesystem der Solarmodule muss aus geeignetem witterungs-, korrosions- und UV-beständigem Material bestehen.
Die Solarmodule müssen mechanisch mit dem Montagesystem fest verbunden werden.
In Gebieten mit starkem Schneefall im Winter ist die Höhe des Montagesystems folgendermaßen zu wählen: Die unterste Modulkante sollte nicht längere Zeit von Schnee bedeckt sein. Außerdem ist sicherzustellen, dass die untere Modulkante in ausreichendem Abstand zum Untergrund verbaut ist, um Verschattung durch Pflanzen, Bäumen oder abgelagertem Staub zu vermeiden.
Wenn die Solarmodule parallel zur Gebäudewand oder zum Dach aufliegen, ist ein Mindestabstand von 10 cm zwischen dem Modulrahmen und der Wand- bzw. Dachfläche erforderlich, um die Belüftung hinter den Solarmodulen zu ermöglichen und Schäden an den Leitungen zu vermeiden.
Versuchen Sie nicht, Löcher in die Glasfläche oder die Modulrahmen zu bohren.
Vor der Modulmontage auf einem Dach ist sicherzustellen, dass die Dachkonstruktion dafür geeignet ist. Darüber hinaus muss jedes am Dach für die Modulmontage erforderliche Loch ordnungsgemäß versiegelt werden, um das Eindringen von Wasser zu verhindern.
Um die lineare Wärmeausdehnung der Modulrahmen zu beachten, müssen Sie einen Mindestabstand von 10 cm zwischen benachbarten Rahmen einhalten.
Halten Sie die Rückseitenfolie des Solarmoduls frei von Fremdgegenständen oder Konstruktionsteilen, die mit dem Modul in Kontakt kommen könnten, insbesondere, wenn dieses mechanisch belastet wird.
TommaTech Solarmodule wurden für eine maximale statische Last von 2400 Pa auf der Modulrückseite (z.B. Windlast) und eine maximale statische Last auf der Modulvorderseite von 2400 Pa (z.B. Wind oder Schneelast) ausgelegt, abhängig vom Typ der Module (siehe Abbildung 4 für detaillierte Installationsmethode). Diese sind maximale Lastwerte. Die zulässige Last für 2400 Pa beträgt 1600 Pa mit einem Sicherheitsfaktor von 1,5.
Die Montagemethode sollte zu keinem direkten Kontakt ungleicher Metalle mit dem Aluminiumrahmen der Solarmodule führen, da dies eine galvanische Korrosion zur Folge haben kann.
TommaTech Solarmodule können horizontal oder vertikal ausgerichtet montiert werden.

5.2 Installationsmethode

Die TommaTech Solarmodule können mittels Montagebohrungen, Klemmen oder eines Stecksystems am Rahmen installiert werden. Die Solarmodule sollten gemäß folgender Montagearten und

Empfehlungen installiert werden. Sollte die Montage der Module von den Empfehlungen dieser Anleitungen wesentlich abweichen, setzen Sie sich mit TommaTech in Verbindung, da die alternative Montagemethode von TommaTech genehmigt werden muss. Andernfalls können die Solarmodule beschädigt werden und jegliche Gewährleistung entfällt.

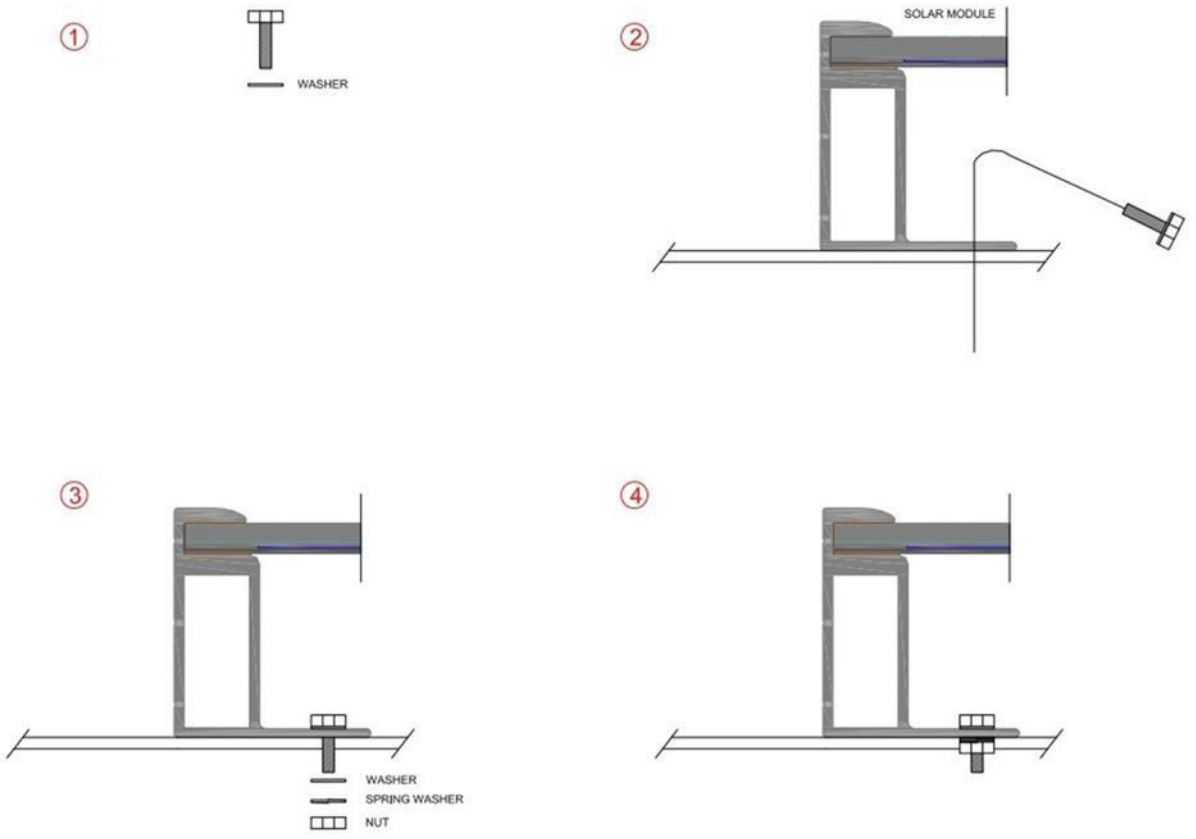

Abbildung 2: Details zur Montage

5.2.1 Modulinstallation durch Montagelöcher

Die Module sollten über die Montagebohrungen in den rückseitigen Flanschen des Rahmens mit der tragenden Konstruktion verschraubt werden. Folgen Sie den Angaben in Abbildung 2 (Montagehinweise).

5.2.2. Modulinstallation durch Klemmen

Die Module sollten mit speziellen Klemmen, wie in Abbildung 3 gezeigt, montiert werden.

A) Die Module sollten mit Metallklemmen auf einer Montageschiene befestigt werden. Es wird empfohlen, die Klemmen unter folgenden oder für die Anlageninstallation zugelassenen Bedingungen zu verwenden:
   - Breite: Klemme A mindestens 38 mm und Klemme B mindestens 50 mm
   - Dicke: mindestens 3 mm
   - Material: Aluminiumlegierung
   - Schraube: M8

B) Anzugsdrehmoment für Schrauben: 12-16 Nm

C) Die Modulklemmen dürfen nicht mit der Glasvorderseite in Berührung kommen oder den Rahmen in irgendeiner Weise verformen. Die mit der Vorderseite des Rahmens in Berührung kommende

Klemme muss glatt sein, da sonst der Rahmen beschädigt werden oder die Solarmodule brechen können. Vermeiden Sie Verschattung durch Modulklemmen. Die Drainagebohrungen am Modulrahmen dürfen nicht verschlossen oder verdeckt werden.

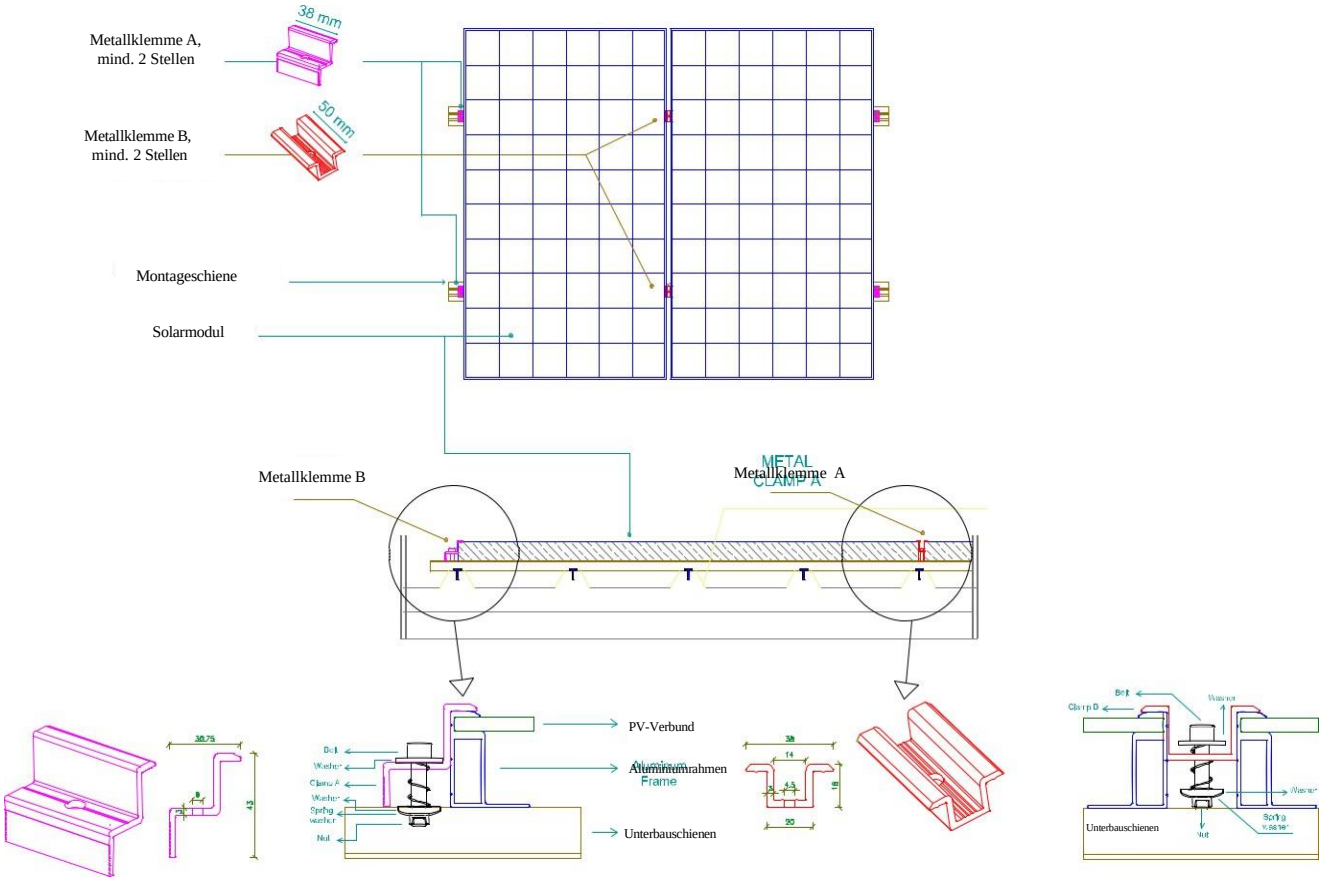

Abbildung 2: Klemmendaten (Einheiten: mm)

5.3 Position der Anschlusspunkte

Die folgenden niedrigen/normalen Lastbedingungen gelten für die Installation in den meisten Umgebungen: Die maximale statische Last auf der Modulrückseite beträgt 2400 Pa (z.B Windlast) und die maximale statische Last auf der Modulvorderseite beträgt 2400 Pa (z.B. Windlast und Schneelast). Die folgenden höheren Lastbedingungen gelten für die Installation in extremer Umgebung, zum Beispiel Sturm und starker Schneefall: die maximale statische Last auf der Modulrückseite beträgt 2400 Pa (z.B Windlast) und die maximale statische Last auf der Modulvorderseite beträgt 5400 Pa (z.B. Windlast und Schneelast), je nach Druck, dem sie gemäß IEC-Norm standhalten müssen.
Für dynamische Lasten wie Wind muss der Sicherheitsfaktor verdreifacht werden. Das bedeutet, dass die maximale dynamische Last bei der Windgeschwindigkeit weniger als 130km/h 800 Pa beträgt. Die im Rahmen der Zertifizierung durchgeführten mechanischen Belastungstests wurden in Form einer rot markierten Baugruppe durchgeführt. Es muss auf diese Weise installiert werden, um von der Garantie abgedeckt zu sein.

(Zulässige Last: 2400 Pa für Windlast, 5400 Pa für Schneelast Sicherheitsfaktor γm = 1,5)

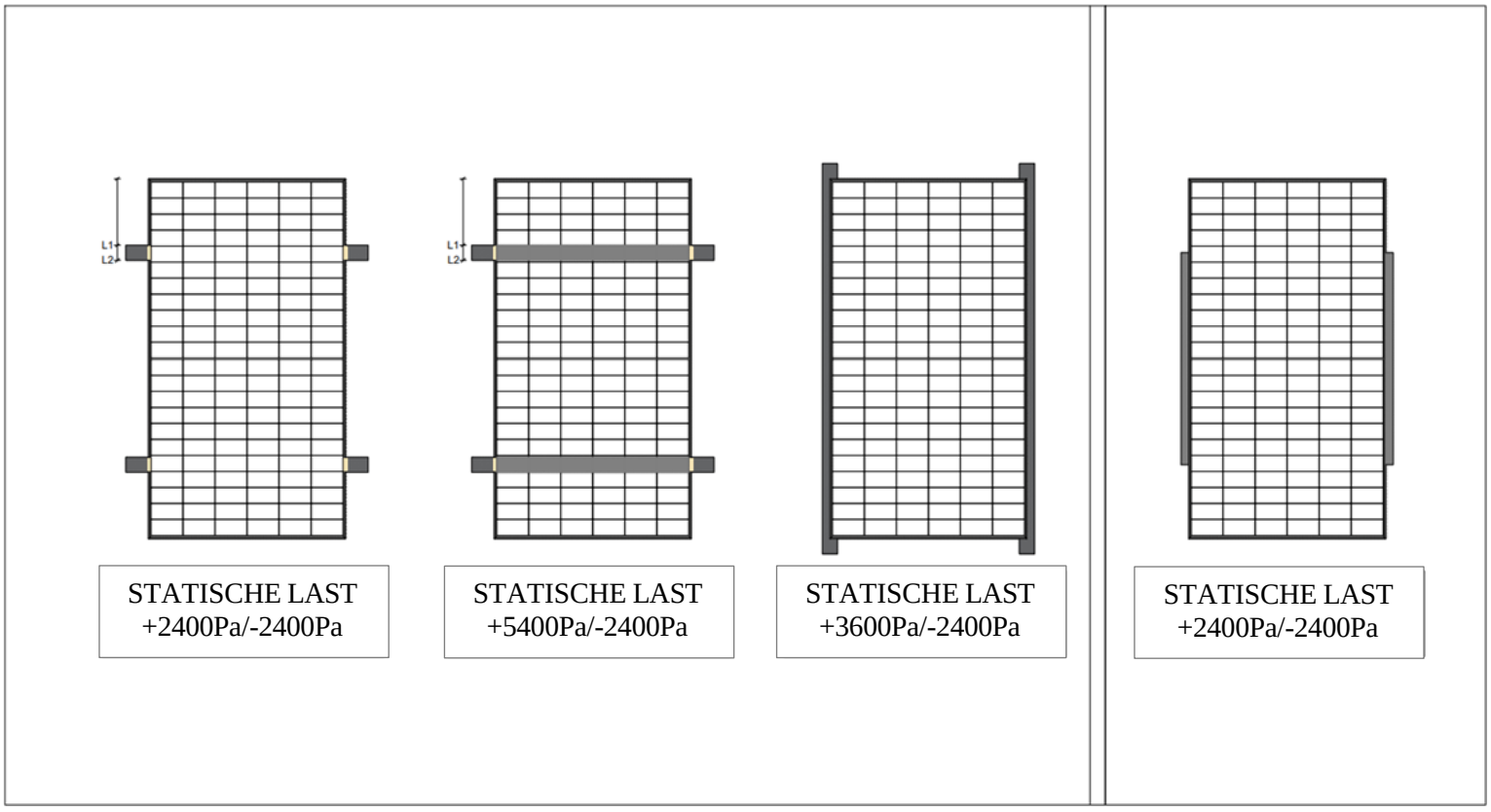

Abbildung 4: Installationsmethoden

Die in Abbildung 4 angegebenen L1- und L2-Werte geben den vom Modelltyp abhängigen Montageabstand an.

Im Kapitel "9. RELEVANTE PRODUKTE" sind die Werte in der Tabelle aufgeführt.

6. ELEKTRISCHE INSTALLATION

6.1 Elektrische Eigenschaften

Elektrische Nennwerte wie Isc, Uoc und Pmpp werden unter Standardtestbedingungen mit einer Messungenauigkeit von +/- 3% gemessen. Standardtestbedingungen: 1000 W/m² Einstrahlung, 25°C Zelltemperatur und 1,5 Luftmasse.

Photovoltaikmodule können unter normalen Bedingungen mehr Strom und/oder Spannung erzeugen als unter Standardtestbedingungen. Daher ist es notwendig, die auf dem Typenschild angegebenen Werte (Kurzschlussstrom, Isc und Leerlaufspannung, Voc) mit einem Faktor von 1,25 zu multiplizieren. Mit den neu berechneten Werten können die Systemspannung der Solaranlage, der Querschnitt der elektrischen Leitungen, evtl. Sicherungen (Überstrom-Schutzeinrichtungen) und am Modulausgang angeschlossenen Steuerungen bestimmt werden.

Spannungen addieren sich, wenn Solarmodule direkt in Serie verbunden werden. Ebenso addieren

sich Modulströme, wenn Solarmodule direkt parallel angeschlossen werden, wie in Abbildung 5 unten gezeigt.
Die maximale Zahl an Modulen, die in einem String verbunden werden kann, wird anhand der Spannung der Anschlussdose der Module, des NOCT-Wertes des Moduls (NOCT = normale Betriebstemperatur der Zelle), der DC-Eingangsspannung des zu verwendenden Wechselrichters und der Umgebungstemperatur am Standort der Anlage berechnet. Solarmodule mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften dürfen nicht direkt in Serie verbunden werden.

Systemspannung ≥ N *Voc [1+TCVoc* (Tmin-25)]
N = Anzahl der Module in der Serie
Voc = Leerlaufspannung (Angaben auf dem Produktetikett oder Datenblatt)
TCVoc = Temperaturkoeffizient der Leerlaufspannung (Angaben auf dem Produktetikett oder Datenblatt)
Tmin = Mindest-Umgebungstemperatur

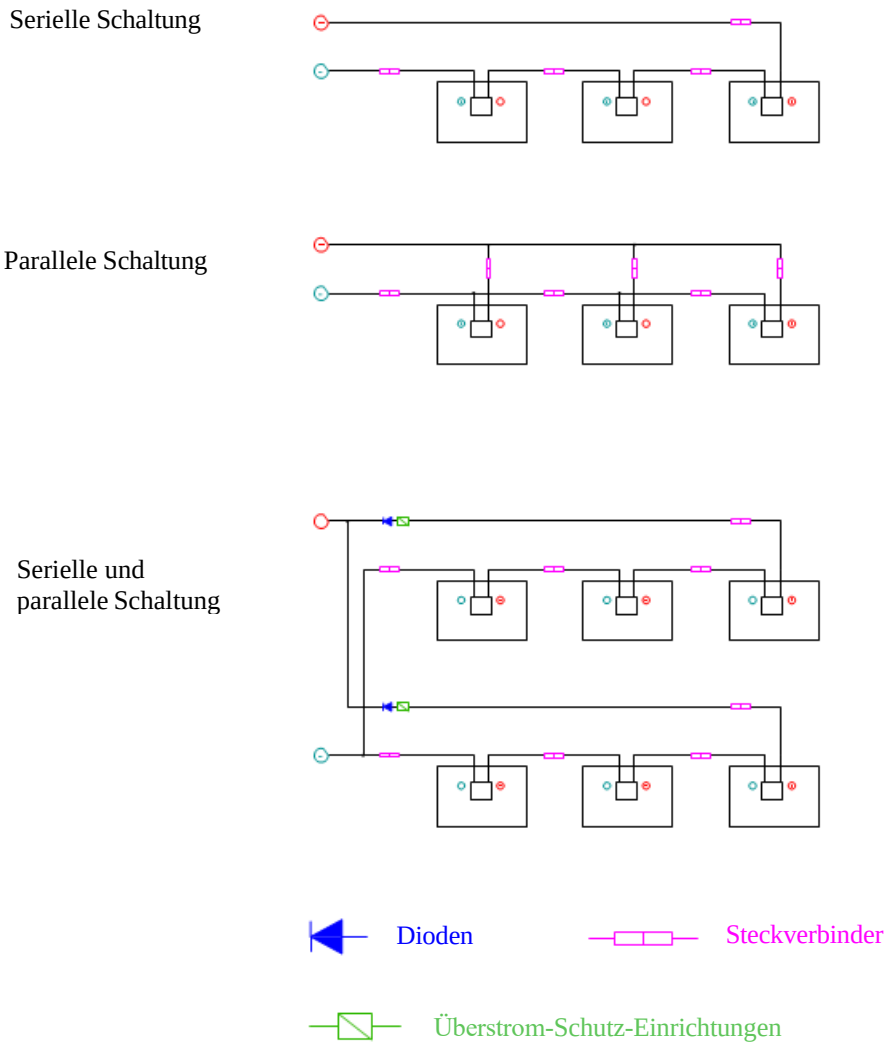

Abbildung 5: Schaltpläne von seriellen und parallelen Schaltungen

Bitte beachten Sie, dass die maximale Anzahl von Solarmodulen, die in Reihe geschaltet werden können, gemäß den geltenden Vorschriften so berechnet werden muss, dass das angegebene maximale System der Solarmodule und aller anderen elektrischen Gleichstromkomponenten im Leerlaufbetrieb bei der niedrigsten am Standort der PV-Anlage zu erwartenden Temperatur nicht überschritten wird.

(Die maximale Systemspannung der TommaTech Solarmodule beträgt 1000VDC/ 1500VDC gemäß den Sicherheitsnormen der IEC61730). Eine ordnungsgemäß bemessene Überstromschutzeinrichtung muss verwendet werden, wenn der Rückstrom den Wert der maximalen Sicherungsauslegung der Module überschreiten könnte. Für jede Strangserie ist eine Überstromschutzeinrichtung erforderlich, wenn mehr als zwei Strangserien parallelgeschaltet wird, wie in Abbildung 5 angezeigt.

6.2 Kabel und Leitungen

Die Modulanschlussdose mit Kabel und Steckverbinder zur seriellen Verschaltung von Modulen, entspricht (bei ordnungsgemäßer Verschaltung) der Schutzart IP67. Jedes Modul verfügt über zwei Einzelleiterkabel, ein positives und ein negatives, die in der Anschlussdose verschaltet sind. Die Steckverbinder am anderen Ende dieser Leiter ermöglichen eine einfache serielle Verbindung der Module, indem der positive Steckverbinder eines Moduls in den negativen Steckverbinder des danebenliegenden Moduls gesteckt wird, bis die Steckverbinder vollständig miteinander verbunden sind. Verwenden Sie beim Verkabeln entsprechende Kabel-Querschnitte, die für den Einsatz bei maximalem Kurzschlussstrom der Module zugelassen sind. TommaTech empfiehlt den Installateuren die Verwendung von UV-/ sonnenlichtbeständigen Kabeln, die für Gleichstrom (DC)-Kabel in PV-Anlagen geeignet sind. Der Mindestleitungsquerschnitt sollte 4mm² betragen. Empfehlenswert ist beispielsweise ein Solarkabel gemäß den Spezifikationen.

Prüfnorm	Kabelquerschnitt	Temperaturbereich
TÜV 2 PfG 11694	4mm²	-40°C to +90°C

Wie in Abbildung 6 unten dargestellt, wird das Kabel der Anschlussdose als L1 bezeichnet. L1 für TommaTech-Standardmodule ist 1000/1200 mm, L1 für Half-Cut Module ist 300/1200 mm und L1 für Bifacial Module ist 300/1200 mm. L1 für Spezialmodule kann je nach Situation variieren. Bitte berücksichtigen Sie die Kabellänge, bevor Sie die Verdrahtung planen.

Abbildung 6: Anschlussdose Kabel

Die Kabel sollten so an der Montagestruktur befestigt werden, dass eine mechanische Beschädigung des Kabels und/oder der Module vermieden wird. Üben Sie keinen Druck auf die Kabel aus. Verwenden Sie für die Befestigung geeignete Mittel, wie z. B. sonnenlichtbeständige Kabelbinder und/oder speziell für die Befestigung am Modulrahmen konzipierte Kabelführungsklemmen. Auch wenn die Kabel sonnenlichtbeständig und wasserdicht sind, sollten Sie nach Möglichkeit direkte Sonneneinstrahlung und das Eintauchen der Kabel in Wasser vermeiden.

6.3 Steckverbinder

Halten Sie die Steckverbinder trocken und sauber. Versuchen Sie nicht, mit nassen, verschmutzten oder anderweitig defekten Steckverbindern eine elektrische Verbindung herzustellen. Steckverbinder nicht der Sonne aussetzen und nicht in Wasser tauchen. Steckverbinder nicht am Boden liegen lassen.
Falsche Anschlüsse können zu Lichtbögen und/oder Elektroschock/Elektroschlag führen. Überprüfen Sie, ob alle elektrischen Verbindungen gut befestigt sind und alle Steckverbinder verriegelt und

eingerastet sind. Die Steckverbinder können nur mit dem Montage- und Entriegelungswerkzeug PV-MS-PLS entriegelt werden. Für die Installation kann nur derselbe Typ von Steckverbindern verwendet werden.

6.4 Bypassdioden

Die an den TommaTech Solarmodulen verwendeten Anschlussdosen enthalten Bypassdioden, die parallel mit den PV-Zellstrings verschaltet sind. Im Falle einer teilweisen Beschattung leiten die Dioden den, von den nicht beschatteten Zellen, erzeugten Strom um und schränken dadurch das Aufheizen und den Leistungsverlust der Solarmodule ein.
Bypassdioden sind keine Überstromschutzeinrichtungen, sondern leiten den Strom bei der Teilbeschattung von den Zellensträngen ab.
Im Falle eines bekannten oder möglichen Diodenausfalls sollten die Installateure oder Wartungsdienste TommaTech kontaktieren. Versuchen Sie nie, die Anschlussdose selbst zu öffnen.

7. ERDUNG

TommaTech Solarmodule verwenden einen anodisch oxidierten, korrosionsbeständigen Aluminiumrahmen. Daher muss der Modulrahmen an den Erdungsleiter der Anlage angeschlossen werden, um Schäden durch Gewitter und statische Aufladung zu verhindern.
Die Erdungseinrichtung muss mit der Innenseite der Aluminiumlegierung vollständig und mit ausreichendem Querschnitt in Kontakt stehen und die Oberfläche der Oxidationsschicht des Rahmens durchdringen.
Bohren Sie keine zusätzlichen Erdungsbohrungen in den Modulrahmen. Die Rahmenschienen haben vorgebohrte Löcher, die mit einem Erdungszeichen versehen sind. Diese Löcher sollten für Erdungszwecke verwendet werden und dürfen nicht für die Montage der Solarmodule verwendet werden.
TommaTech empfiehlt zur optimalen Leistung eine Erdung am Minuspol (Gleichstrom Kathode) des Modularrays. Eine Nichteinhaltung dieser Anforderung kann die Leistung der Module und der Anlagebeeinträchtigen.
Die Erdungsmethode darf zu keinem direkten Kontakt ungleicher Metalle mit dem Aluminiumrahmen der Module führen, da dies eine galvanische Korrosion zur Folge hätte.
Folgende Erdungsmethoden stehen zur Auswahl.

7.1 Erdung durch Erdungsklemmen

An der Kante ungefähr in der Mitte der Modulrahmenrückseite befindet sich eine Erdungsbohrung mit 4,2 mm Durchmesser. Die Mittellinie der Erdungsmarkierung überschneidet sich mit der Erdungsbohrung und geht in dieselbe Richtung wie die längere Rahmenseite.
Die Erdung zwischen den Modulen muss von einem qualifizierten Elektriker zugelassen sein. Die Erdungseinrichtung muss von einem qualifizierten Elektrohersteller hergestellt worden sein. Das empfohlene Drehmoment beträgt 2,3 Nm. Ein Kupferkern der Größe 12 laut AWG (amerikanische Norm für Drahtquerschnitte) kann als Erdungsklemme verwendet werden. Der Kupferdraht darf bei der Installation nicht gequetscht werden.

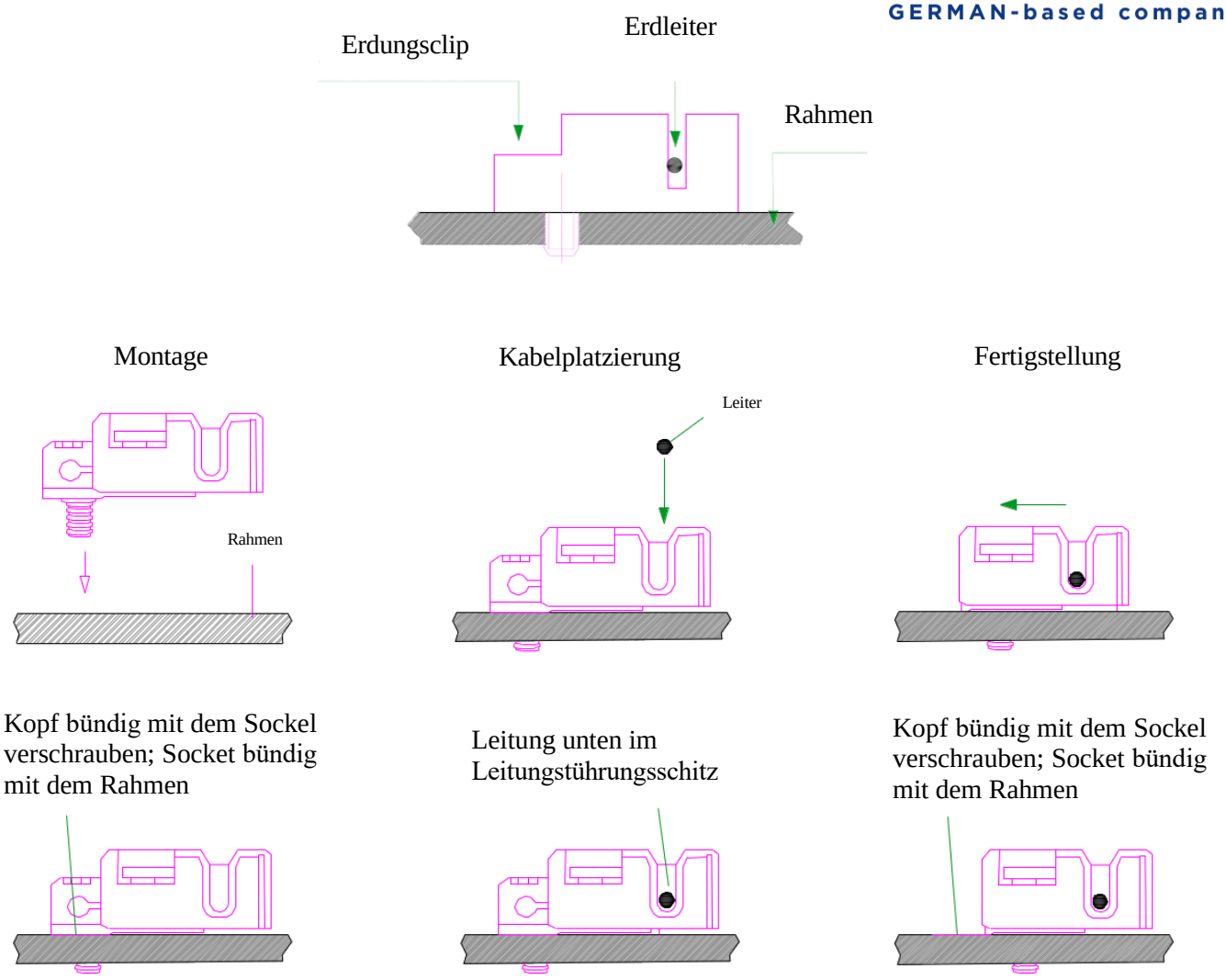

Abbildung 7: Installationsmethoden für Erdungsleitungen

7.2 Erdung durch nicht belegte Befestigungslöcher

Die bestehenden Montagebohrungen, die nicht verwendet wurden, können für die Erdung verwendet werden, wie unten erläutert und in Abbildung 7 auf der nächsten Seite dargestellt.

A) Die Erdungsklemme zur Montagebohrung am Rahmen ausrichten.
B) Die Erdungsklemme und den Rahmen mit der Erdungsschraube verbinden. Die Zahnscheibe auf die andere Seite legen, dann die Mutter festziehen und sichern. Das empfohlene Drehmoment zum Anziehen der Mutter beträgt 2,0 Nm~2,2Nm.
C) Die Erdungsklemme mit der Erdungsleitung verbinden. Material und Durchmesser der Erdungsleitung müssen die entsprechenden Anforderungen der nationalen, regionalen und örtlichen Vorschriften, Gesetze und Normenerfüllen.
D) Zum Abschluss der Montage die Verbindungsschraube der Erdungsleitung festziehen.

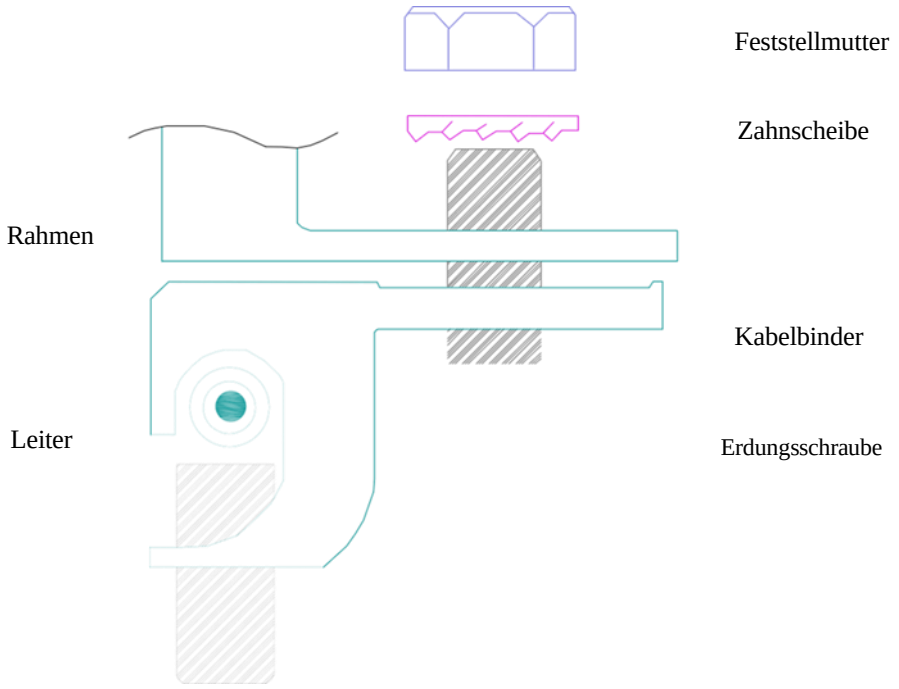

Abbildung 7: Installationsmethoden

7.3 Zusätzliche Erdungsgeräte von Drittanbietern

TommaTech Solarmodule können mit anderen Erdungseinrichtungen geerdet werden, solange diese zur Erdung von Modulen zertifiziert und geeignet sind und die Einrichtungen gemäß den jeweiligen Herstelleranweisungen installiert werden.

8. BETRIEB UND INSTANDHALTUNG

Die Module müssen regelmäßig überprüft und gewartet werden, insbesondere im Garantiezeitraum. Der Betreiber ist dafür verantwortlich, dem Lieferanten eventuell festgestellte Schäden binnen 2 Wochen zu melden.

8.1 Reinigung

Staubansammlungen auf dem vorderen, transparenten Substrat können die Ausgangsleistung verringern und sogar stellenweise zu Hot-Spot-Effekten führen. Industriegase oder Vogelkot können zu ernsten Problemen führen, wobei das Ausmaß der Schwere von der Durchlässigkeit der Fremdkörper abhängt. Normalerweise sind Staubansammlungen bezüglich der geringeren Sonneneinstrahlung nicht gefährlich, da die Lichtintensität immer noch homogen und die Leistungsminderung zumeist nicht auffällig ist.

Im Betrieb von Modulen könnten Umgebungsfaktoren, wie zum Beispiel andere Module, Anlagenunterbau, Vogelkot und viel Staub, Lehm oder Pflanzen usw., zu Verschattung führen und einen Teil oder die gesamte Fläche der Module verdecken. Diese könnten die Ausgangsleistung erheblich verringern. TommaTech weist deshalb darauf hin, dass keinesfalls Gegenstände dauerhaft auf der Modulfläche liegen sollten.

Die Reinigungshäufigkeit hängt von der Häufigkeit der angesammelten Verunreinigungen ab. In vielen Fällen werden die Modulvorderseiten durch den Regen gereinigt, so dass Reinigungsintervalle geringgehalten werden können. Es wird empfohlen, die Glasfläche mit einem nassen Schwamm oder

einem weichen Tuch abzuwischen. Reinigen Sie das Glas nicht mit säure oder alkalihaltigen Reinigungsmitteln.
Um das Risiko eines elektrischen Schlags oder einer Verbrennung zu vermeiden, empfiehlt TommaTech, die Solarmodule am frühen Morgen oder am Abend zu reinigen, wenn die Sonneneinstrahlung und die Oberflächentemperatur niedriger sind. Um die Gefahr eines Stromschlags zu vermeiden, sollten Sie nicht versuchen, die Solarmodule mit Glasschäden oder freiliegenden Drähten zu reinigen.

8.2 Sichtkontrolle von Solarmodulen

Führen Sie regelmäßig eine Sichtkontrolle der Module durch, um festzustellen, ob Beschädigungen vorhanden sind.
Die folgenden Punkte sind dabei besonders zu beachten:

A) Beschädigungen am Glas;
B) Korrosion entlang der Sammelschiene der Zellen. Die Korrosion wird durch Feuchtigkeit verursacht, die in die Solarmodule eindringt, wenn die Oberflächenverkapselungsmaterialien während der Installation oder des Transports beschädigt werden.
C) Verbrennungsspuren auf der Rückseitenfolie
D) Prüfung bei Solarmodulen auf Anzeichen von Alterung, einschließlich Nagetierschäden, Witterungsschäden, Verbindungsfestigkeit, Korrosion und Erdungszustand
E) Prüfung auf mit der Oberfläche der PV-Solarmodule in Berührung kommenden Objekten
F) Prüfung auf Hindernisse, die die PV-Solarmodule abschirmen
G) Prüfung auf lockere oder beschädigte Schrauben zwischen den Solarmodulen und Halterungen. Wenn vorhanden, ziehen Sie sie fest oder fixieren Sie sie rechtzeitig.

8.3 Kontrolle von Steckverbindern und Kabeln

Es wird empfohlen, alle 6 Monate die folgenden vorbeugenden Maßnahmen zu treffen:

A) Die Dichtheit des Steckverbinders und die Kabelverbindungen überprüfen.
B) Das Versiegelungsmaterial der Anschlussdose auf Risse und Sprünge kontrollieren.

9. RELEVANTE PRODUKTE

Diese Installationsanleitung wurde für die unten aufgeführten Solarmodule erstellt:

GRUPPE	MODULTYP	ZELLTYP	AUSGANGSLEISTUNG (IN 5W-INTERVALLEN)	ZELLENZAHL	MODULMASSE [mm]	MONTAGE-ABSTAND (mm) [L2-L1]
GRUPPE 1	TT60P	POLY	265W-285W	60 ST. VOLLZELLE	1648*995*35	280-380 mm
GRUPPE 2	TT72P	POLY	320W-340W	72 ST. VOLLZELLE	1959*995*40	330-430 mm
GRUPPE 3	TT60PM	PERC MONO	310W-335W	60 ST. VOLLZELLE	1668*1007*35	280-380 mm
GRUPPE 4	TT72PM	PERC MONO	375W-400W	72 ST. VOLLZELLE	1984*1007*40	330-430 mm
GRUPPE 5	TT120PM	PERC MONO MULTI BUSBAR	360W-380W	120 ST. HALF-CUT ZELLE	1756*1039*35	300-400 mm
GRUPPE 6	TT144PM	PERC MONO MULTI BUSBAR	435W-455W	144 ST. HALF-CUT ZELLE	2095*1039*40	350-450 mm
GRUPPE 7	TT108PM10	PERC MONO MULTI BUSBAR	395W-410W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1722*1134*35	280-380 mm
GRUPPE 8	TT108PMB10	PERC MONO BIFACIAL	395W-410W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1722*1134*35	280-380 mm
GRUPPE 9	TT144PM10	PERC MONO MULTI BUSBAR	530W-550W	144 ST. HALF-CUT ZELLE	2279*1134*35	390-490 mm
GRUPPE 10	TT144PMB10	PERC MONO BIFACIAL	530W-550W	144 ST. HALF-CUT ZELLE	2279*1134*35	390-490 mm
GRUPPE 11	TT156PM10	PERC MONO MULTI BUSBAR	575W-595W	156 ST. HALF-CUT ZELLE	2438*1135*35	420-520 mm
GRUPPE 12	TT156PMB10	PERC MONO BIFACIAL	575W-595W	156 ST. HALF-CUT ZELLE	2438*1135*35	420-520 mm
GRUPPE 13	TT108PM12	PERC MONO MULTI BUSBAR	530W-550W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1965*1303*35	350-450 mm
GRUPPE 14	TT108PMB12	PERC MONO BIFACIAL	530W-550W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1965*1303*35	350-450 mm

GRUPPE 15	TT120PM12	PERC MONO MULTI BUSBAR	590W-610W	120 ST. HALF-CUT ZELLE	2172*1303*35	350-450 mm
GRUPPE 16	TT120PMB12	PERC MONO BIFACIAL	590W-610W	120 ST. HALF-CUT ZELLE	2172*1303*35	350-450 mm
GRUPPE 17	TT132PM12	PERC MONO MULTI BUSBAR	650W-675W	132 ST. HALF-CUT ZELLE	2384*1303*35	410-510 mm
GRUPPE 18	TT132PMB12	PERC MONO BIFACIAL	650W-675W	132 ST. HALF-CUT ZELLE	2384*1303*35	410-510 mm
GRUPPE 19	TT108TN10	TOPCON N-TYPE	415W-435W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1722*1134*30	280-380 mm
GRUPPE 20	TT108TNB10	TOPCON N-TYPE BIFACIAL	415W-435W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1722*1134*30	280-380 mm
GRUPPE 21	TT120TN10	TOPCON N-TYPE	460W-480W	120 ST. HALF-CUT ZELLE	1909*1134*35	300-400 mm
GRUPPE 22	TT144TN10	TOPCON N-TYPE	560W-580W	144 ST. HALF-CUT ZELLE	2278*1134*35	390-490 mm
GRUPPE 23	TT144TNB10	TOPCON N-TYPE BIFACIAL	560W-580W	144 ST. HALF-CUT ZELLE	2278*1134*35	390-490 mm
GRUPPE 24	TT108TN12	TOPCON N-TYPE	555W-575W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1965*1303*35	350-450 mm
GRUPPE 25	TT108TNB12	TOPCON N-TYPE BIFACIAL	555W-575W	108 ST. HALF-CUT ZELLE	1965*1303*35	350-450 mm
GRUPPE 26	TT120TN12	TOPCON N-TYPE	615W-645W	120 ST. HALF-CUT ZELLE	2172*1303*35	350-450 mm
GRUPPE 27	TT120TNB12	TOPCON N-TYPE BIFACIAL	615W-645W	120 ST. HALF-CUT ZELLE	2172*1303*35	350-450 mm
GRUPPE 28	TT132TN12	TOPCON N-TYPE	680W-715W	132 ST. HALF-CUT ZELLE	2384*1303*35	410-510 mm
GRUPPE 29	TT132TNB12	TOPCON N-TYPE BIFACIAL	680W-715W	132 ST. HALF-CUT ZELLE	2384*1303*35	410-510 mm

GRUPPE 1

TT60P					
Max. Nennleistung (Pmax)	**265Wp**	**270 Wp**	**275 Wp**	**280 Wp**	**285 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	31,44V (30,49-32,38)	31,81V (30,85-32,76)	32,11V (31,15-33,07)	32,44V (31,47-33,41)	32,69V (31,71-33,67)
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	8,44A (8,19-8,69)	8,5A (8,24-8,75)	8,57A (8,31-8,83)	8,64A (8,38-8,9)	8,72A (8,46-8,98)
Leerlaufspannung (Voc)	38,64V (37,48-39,8)	38,84V (37,67-40)	39,2V (38,02-40,38)	39,5V (38,31-40,68)	39,74V (38,55-40,93)
Kurzschlussstrom (Isc)	9,04A (8,77-9,31)	9,1V (8,83-9,37)	9,17A (8,89-9,44)	9,22A (8,94-9,5)	9,3A (9,02-9,58)

GRUPPE 2

TT72P					
Max. Nennleistung (Pmax)	**320Wp**	**325 Wp**	**330 Wp**	**335 Wp**	**340 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	37,82V (36,38-38,95)	38,11V (36,97-39,25)	38,45V (37,3-39,6)	38,83V (37,66-40)	39,18V (38-40,35)
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	8,47A (8,21-8,68)	8,53A (8,27-8,78)	8,59A (8,33-8,85)	8,63A (8,37-8,89)	8,68A (8,42-8,94)
Leerlaufspannung (Voc)	46,5V (45,1-47,89)	46,75V (44,85-48,15)	47,01V (45,6-48,42)	47,26V (45,84-48,68)	47,63V (46,2-49,06)
Kurzschlussstrom (Isc)	9,06A (8,79-9,33)	9,12A (8,85-9,39)	9,17A (8,89-9,44)	9,21A (8,93-9,49)	9,24A (8,96-9,52)

GRUPPE 3

TT60PM						
Max. Nennleistung (Pmax)	**310 Wp**	**315 Wp**	**320 Wp**	**325 Wp**	**330 Wp**	**335 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	33,04V (32,05-34,03)	33,55V (32,54-34,56)	33,65V (32,64-34,66)	33,92V (32,9-34,94)	34,11V (33,09-35,13)	34,4V (33,37-35,43)
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	9,4A	9,41A	9,52A	9,58A	9,68A	9,75A
Leerlaufspannung (Voc)	40,15V	40,73V	40,84V	41,14V	41,34V	41,56V
Kurzschlussstrom (Isc)	10,03A	10,05A	10,16A	10,23A	10,33A	10,38A

GRUPPE 4

TT72PM						
Max. Nennleistung (Pmax)	**375 Wp**	**380 Wp**	**385 Wp**	**390 Wp**	**395 Wp**	**400 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	40,14V	40,52V	40,7V	40,88V	41,07V	41,1V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	9,35A	9,39A	9,47A	9,55A	9,62A	9,75A
Leerlaufspannung (Voc)	48,67V	48,91V	49,12V	49,32V	49,54V	49,83V
Kurzschlussstrom (Isc)	9,94A	9,97A	10,05A	10,13A	10,24A	10,38A

GRUPPE 5

TT120PM-HC-MULTIBUSBAR					
Max. Nennleistung (Pmax)	**360 Wp**	**365 Wp**	**370 Wp**	**375 Wp**	**380 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	33,9V	34,1V	34,3V	34,5V	34,7V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	10,62A	10,71A	10,79A	10,87A	10,94A
Leerlaufspannung (Voc)	40,5V	40,7V	40,9V	41,1V	41,3V
Kurzschlussstrom (Isc)	11,35A	11,42A	11,49A	11,57A	11,64A

GRUPPE 6

TT144PM-HC- MULTIBUSBAR					
Max. Nennleistung (Pmax)	**435 Wp**	**440 Wp**	**445 Wp**	**450 Wp**	**455 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	40,8V	41,0V	41,2V	41,4V	41,6V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	10,67A	10,74A	10,81A	10,87A	10,94A
Leerlaufspannung (Voc)	48,6V	48,8V	49V	49,2V	49,4V
Kurzschlussstrom (Isc)	11,4A	11,47A	11,54A	11,61A	11,67A

GRUPPE 7

TT108PM10- MULTIBUSBAR				
Max. Nennleistung (Pmax)	**395 Wp**	**400 Wp**	**405 Wp**	**410 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	30,9V	31,1V	31,3V	31,5V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	12,79A	12,86A	12,94A	13,02A
Leerlaufspannung (Voc)	36,9V	37,1V	37,4V	37,6V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,62A	13,70A	13,77A	13,85A

GRUPPE 8

TT108PMB10- BIFACIAL				
Max. Nennleistung (Pmax)	**395 Wp**	**400 Wp**	**405 Wp**	**410 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	30,9V	31,1V	31,3V	31,5V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	12,79A	12,86A	12,94A	13,02A
Leerlaufspannung (Voc)	36,9V	37,1V	37,4V	37,6V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,62A	13,70A	13,77A	13,85A

GRUPPE 9

TT144PM10- MULTIBUSBAR					
Max. Nennleistung (Pmax)	**530 Wp**	**535 Wp**	**540 Wp**	**545 Wp**	**550 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	41,6V	41,8V	42,0V	42,2V	42,4V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	12,75A	12,80A	12,86A	12,92A	12,98A
Leerlaufspannung (Voc)	49,4V	49,6V	49,8V	50,0V	50,2V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,58A	13,63A	13,70A	13,76A	13,82A

GRUPPE 10

TT144PMB10- BIFACIAL					
Max. Nennleistung (Pmax)	**530 Wp**	**535 Wp**	**540 Wp**	**545 Wp**	**550 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	41,6V	41,8V	42,0V	42,2V	42,4V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	12,75A	12,80A	12,86A	12,92A	12,98A
Leerlaufspannung (Voc)	49,4V	49,6V	49,8V	50,0V	50,2V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,58A	13,63A	13,70A	13,76A	13,82A

GRUPPE 11

TT156PM10- MULTIBUSBAR					
Max. Nennleistung (Pmax)	**575 Wp**	**580 Wp**	**585 Wp**	**590 Wp**	**595 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	45,0V	45,2V	45,4V	45,6V	45,8V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	12,78A	12,84A	12,89A	12,94A	12,99A
Leerlaufspannung (Voc)	53,5V	53,7V	53,9V	54,1V	54,3V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,61A	13,67A	13,73A	13,78A	13,84A

GRUPPE 12

TT156PMB10- BIFACIAL					
Max. Nennleistung (Pmax)	**575 Wp**	**580 Wp**	**585 Wp**	**590 Wp**	**595 Wp**
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	45,0V	45,2V	45,4V	45,6V	45,8V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	12,78A	12,84A	12,89A	12,94A	12,99A
Leerlaufspannung (Voc)	53,5V	53,7V	53,9V	54,1V	54,3V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,61A	13,67A	13,73A	13,78A	13,84A

GRUPPE 13

TT108PM12- MULTIBUSBAR					
Max. Nennleistung (Pmax)	530 Wp	535 Wp	540 Wp	545 Wp	550 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	30,7V	30,9V	31,1V	31,3V	31,5V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,27A	17,31A	17,36A	17,42A	17,46A
Leerlaufspannung (Voc)	37,0V	37,2V	37,5V	37,7V	37,9V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,28A	18,33A	18,38A	18,45A	18,49A

GRUPPE 14

TT108PMB12- BIFACIAL					
Max. Nennleistung (Pmax)	530 Wp	535 Wp	540 Wp	545 Wp	550 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	30,7V	30,9V	31,1V	31,3V	31,5V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,27A	17,31A	17,36A	17,42A	17,46A
Leerlaufspannung (Voc)	37,0V	37,2V	37,5V	37,7V	37,9V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,28A	18,33A	18,38A	18,45A	18,49A

GRUPPE 15

TT120PM12- MULTIBUSBAR					
Max. Nennleistung (Pmax)	590 Wp	595 Wp	600 Wp	605 Wp	610 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	34,1V	34,2V	34,3V	34,5V	34,7V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,30A	17,40A	17,50A	17,54A	17,58A
Leerlaufspannung (Voc)	41,1V	41,3V	41,5V	41,7V	41,9V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,33A	18,43A	18,53A	18,68A	18,62A

GRUPPE 16

TT120PMB12- BIFACIAL					
Max. Nennleistung (Pmax)	590 Wp	595 Wp	600 Wp	605 Wp	610 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	34,1V	34,2V	34,3V	34,5V	34,7V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,30A	17,40A	17,50A	17,54A	17,58A
Leerlaufspannung (Voc)	41,1V	41,3V	41,5V	41,7V	41,9V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,33A	18,43A	18,53A	18,68A	18,62A

GRUPPE 17

TT132PM12- MULTIBUSBAR						
Max. Nennleistung (Pmax)	650 Wp	655 Wp	660 Wp	665 Wp	670 Wp	675 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	37,5V	37,7V	37,9V	38,1V	38,3V	38,5V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,34A	17,38A	17,42A	17,46A	17,50A	17,54A
Leerlaufspannung (Voc)	45,2V	45,4V	45,6V	45,8V	46,0V	46,2V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,35A	18,39A	18,44A	18,48A	18,51A	18,56A

GRUPPE 18

TT132PMB12- BIFACIAL						
Max. Nennleistung (Pmax)	650 Wp	655 Wp	660 Wp	665 Wp	670 Wp	675 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	37,5V	37,7V	37,9V	38,1V	38,3V	38,5V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,34A	17,38A	17,42A	17,46A	17,50A	17,54A
Leerlaufspannung (Voc)	45,2V	45,4V	45,6V	45,8V	46,0V	46,2V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,35A	18,39A	18,44A	18,48A	18,51A	18,56A

GRUPPE 19

TT108TN10					
Max. Nennleistung (Pmax)	415 Wp	420 Wp	425 Wp	430 Wp	435 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	31,74V	31,94V	32,14V	32,34V	32,54V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	13,08A	13,15A	13,23A	13,30A	13,37A
Leerlaufspannung (Voc)	37,71V	37,91V	38,11V	38,31V	38,51V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,88A	13,95A	14,03A	14,10A	14,17A

GRUPPE 20

TT108TNB10-TOPCON BIFACIAL					
Max. Nennleistung (Pmax)	415 Wp	420 Wp	425 Wp	430 Wp	435 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	31,74V	31,94V	32,14V	32,34V	32,54V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	13,08A	13,15A	13,23A	13,30A	13,37A
Leerlaufspannung (Voc)	37,71V	37,91V	38,11V	38,31V	38,51V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,88A	13,95A	14,03A	14,10A	14,17A

GRUPPE 21

TT144TN10-TOPCON					
Max. Nennleistung (Pmax)	460 Wp	465 Wp	470 Wp	475 Wp	480 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	35,26V	35,46V	35,66 V	35,86 V	36,06 V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	13,05A	13,12A	13,19A	13,25A	13,32A
Leerlaufspannung (Voc)	41,90V	42,10V	42,30V	42,50V	42,70V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,86A	13,93A	14,00A	14,08A	14,14A

GRUPPE 22

TT144TN10-TOPCON					
Max. Nennleistung (Pmax)	560 Wp	565 Wp	570 Wp	575 Wp	580 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	42,15V	42,35V	42,55V	42,75V	42,95V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	13,29A	13,34A	13,40A	13,46A	13,51A
Leerlaufspannung (Voc)	50,18V	50,18V	50,18V	50,18V	50,18V
Kurzschlussstrom (Isc)	14,04A	14,11A	14,17A	14,23A	14,31A

GRUPPE 23

TT144TNB10- TOPCON BIFACIAL					
Max. Nennleistung (Pmax)	560 Wp	565 Wp	570 Wp	575 Wp	580 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	42,15V	42,35V	42,55V	42,75V	42,95V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	13,29A	13,34A	13,40A	13,46A	13,51A

Leerlaufspannung (Voc)	50,18V	50,18V	50,18V	50,18V	50,18V
Kurzschlussstrom (Isc)	14,04A	14,11A	14,17A	14,23A	14,31A

GRUPPE 24

TT108TN12- TOPCON					
Max. Nennleistung (Pmax)	555 Wp	560 Wp	565 Wp	570 Wp	575 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	32,40V	32,60V	32,80V	33,00V	33,20V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,13A	17,18A	17,23A	17,28A	17,32A
Leerlaufspannung (Voc)	37,60V	37,80V	38,00V	38,20V	38,40V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,22A	18,27A	18,33A	18,38A	18,22A

GRUPPE 25

TT108TNB12- TOPCON BIFACIAL					
Max. Nennleistung (Pmax)	555 Wp	560 Wp	565 Wp	570 Wp	575 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	32,40V	32,60V	32,80V	33,00V	33,20V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,13A	17,18A	17,23A	17,28A	17,32A
Leerlaufspannung (Voc)	37,60V	37,80V	38,00V	38,20V	38,40V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,22A	18,27A	18,33A	18,38A	18,22A

GRUPPE 26

TT120TN12-TOPCON							
Max. Nennleistung (Pmax)	615 Wp	620 Wp	625 Wp	630 Wp	635 Wp	640 Wp	645 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	35,56V	35,76V	35,96V	36,16V	36,36V	36,56V	36.,6V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,30A	17,34A	17,39A	17,43A	17,45A	17,51A	17,55A
Leerlaufspannung (Voc)	42,78V	42,98V	43,18V	43,38V	43,58V	43,78V	43,98V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,24A	18,30A	18,35A	18,40A	18,46A	18,52A	18,57A

GRUPPE 27

TT120TNB12-TOPCON BIFACIAL							
Max. Nennleistung (Pmax)	615 Wp	620 Wp	625 Wp	630 Wp	635 Wp	640 Wp	645 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	35,56V	35,76V	35,96V	36,16V	36,36V	36,56V	36.,6V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,30A	17,34A	17,39A	17,43A	17,45A	17,51A	17,55A
Leerlaufspannung (Voc)	42,78V	42,98V	43,18V	43,38V	43,58V	43,78V	43,98V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,24A	18,30A	18,35A	18,40A	18,46A	18,52A	18,57A

GRUPPE 28

TT132TN12- TOPCON								
Max. Nennleistung (Pmax)	680 Wp	685 Wp	690 Wp	695 Wp	700 Wp	705 Wp	710 Wp	715 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	39,50V	39,70V	39,90V	40,10V	40,30V	40,50V	40,70V	40,90V

Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,22A	17,25A	17,29A	17,33A	17,37A	17,41A	17,45A	17,49A
Leerlaufspannung (Voc)	46,10V	46,30V	46,50V	46,70V	46,90V	47,10V	47,30V	47,50V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,26A	18,32A	18,37A	18,42A	18,47A	18,52A	18,57A	18,62A

GRUPPE 29

TT132TNB12- TOPCON BIFACIAL								
Max. Nennleistung (Pmax)	680 Wp	685 Wp	690 Wp	695 Wp	700 Wp	705 Wp	710 Wp	715 Wp
Spannung bei max. Nennleistung (Vmp)	39,50V	39,70V	39,90V	40,10V	40,30V	40,50V	40,70V	40,90V
Strom bei max. Nennleistung (Imp)	17,22A	17,25A	17,29A	17,33A	17,37A	17,41A	17,45A	17,49A
Leerlaufspannung (Voc)	46,10V	46,30V	46,50V	46,70V	46,90V	47,10V	47,30V	47,50V
Kurzschlussstrom (Isc)	18,26A	18,32A	18,37A	18,42A	18,47A	18,52A	18,57A	18,62A

Alle Werte sind bei Standardtestbedingungen gemessen: 1000W/m2, 25°C, 1.5AM>

Ver.2402.21