

Roofit.Solar

Velario Slim Sicherheits- und Installationshandbuch



→ Inhaltsverzeichnis

Akronyme und Begriffsbestimmungen	3
Einleitung	3
Allgemeine Informationen	4
Mechanische Zeichnung	4
Betriebssicherheit	5
Elektrische Sicherheit und Brandschutz	6
Planung von BIPV-Anlagen	7
Dachaufmaß	7
Tragkonstruktion des Daches	8
Vermeidung von Verschattung	10
Planung der Modulbelegung	10
Elektrische Installation	11
Zubehör	11
Verkabelung	12
Steckverbinder	14
Bypass-Dioden	14
Erdung	15
BIPV-Systeminstallation	16
Zubehör	16
Grundlegende Verlegeprinzipien	17
Traufe: Übergang von passiver Metaldacheindeckung zu BIPV	22
First: Übergang von BIPV zur passiven Metaldacheindeckung	23
Wartung	24
Außerbetriebnahme und Entsorgung	24
Kundensupport	24

→ Akronyme und Begriffsbestimmungen

BIPV	Gebäudeintegrierte Photovoltaik (d. h. metallintegrierte Photovoltaik)
DC	Gleichstrom
JB	Anschlussdose
STB	Standardtestbedingungen ($T = 25\text{ °C}$, Sonneneinstrahlung = 1000 W/m^2 , $AM = 1,5$)
VDC	Volt im Gleichstrom
Isc	Kurzschlussstrom
Voc	Leerlaufspannung
Pa	Pascal
Roofit Solar Energy OÜ	Hersteller von BIPV-Modulen, im Folgenden als Roofit.Solar bezeichnet.
Käufer	Eine Person oder Partei, die das BIPV-Modul von Roofit.Solar kauft.
BIPV-Modul	Gebäudeintegriertes Photovoltaikgerät, das Sonnenlicht in Strom umwandelt.
Garantiezeit	Der Zeitraum beginnt mit dem Kaufdatum des BIPV-Moduls/Module durch den Käufer.
BIPV Anlage	Anlage bestehend aus zwei oder mehr Roofit.Solar BIPV-Modulen in Kombination mit einem Wechselrichter und anderem elektrischem Zubehör.

→ Einleitung

Dieses Handbuch enthält wichtige Sicherheitsinformationen zur elektrischen und mechanischen Installation, die vor der Handhabung, Installation und Wartung von Roofit.Solar BIPV-Modulen befolgt werden müssen. Die mechanische und elektrische Installation des BIPV-Systems muss alle in diesem Leitfaden beschriebenen Sicherheitsvorkehrungen sowie alle geltenden lokalen Vorschriften einhalten, einschließlich elektrischer Vorschriften, Bauvorschriften und Anforderungen an die Verbindung von Stromversorgungsunternehmen. Die DC-Anschlüsse auf Dachebene dürfen ausschließlich durch entsprechend geschultes Fachpersonal ausgeführt werden. Sämtliche weiteren elektrischen Anschlüsse sind durch eine im jeweiligen Land zugelassene Elektrofachkraft vorzunehmen. Die Planung der Modulbelegung auf dem Dach sollte durch eine qualifizierte Fachkraft mit Erfahrung in der Planung von Photovoltaikanlagen erfolgen. Das Nichtbefolgen dieser Anweisungen kann zu Tod, Verletzungen oder Sachschäden führen. Die Installation und Handhabung von BIPV-Modulen erfordern Fachkenntnisse sowohl in der BIPV-Modul- als auch in der Dachinstallation und darf ausschließlich von qualifizierten Fachkräften durchgeführt werden. Der Installateur oder Vertriebspartner muss den Endnutzer bzw. Kunden entsprechend über die oben genannten Punkte informieren und diesem das Handbuch zur Verfügung stellen.

Haftungsausschluss

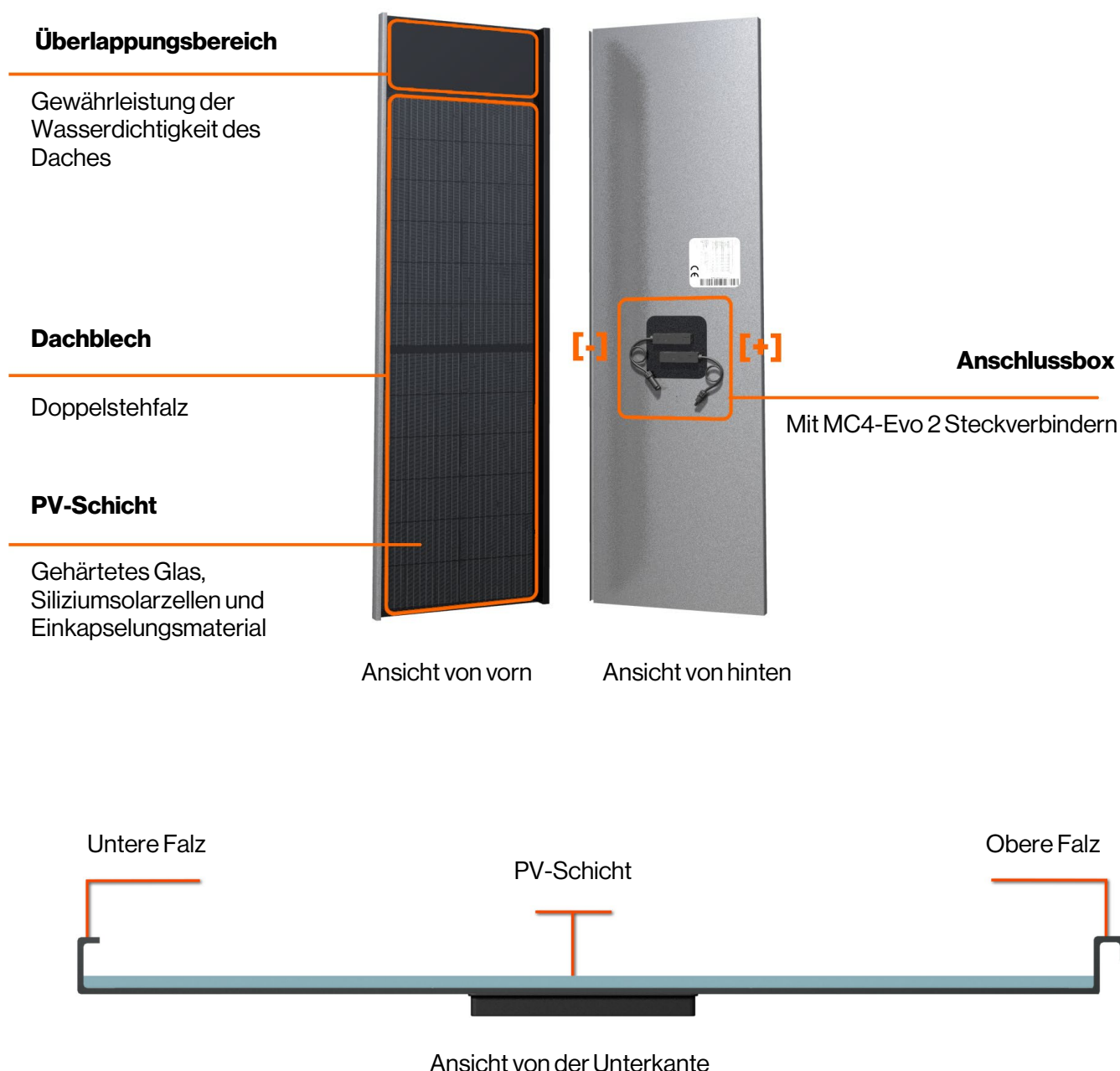
Alle in diesem Handbuch enthaltenen Informationen sind geistiges Eigentum von Roofit.Solar und basieren auf den vom Unternehmen erworbenen und gesammelten Technologien und Erfahrungen. Dieses Handbuch stellt keine Garantie dar, weder explizit noch implizit. Roofit.Solar übernimmt keine Verantwortung und lehnt ausdrücklich jede Haftung für Verluste, Schäden oder Kosten ab, die sich aus der Installation, dem Betrieb, der Nutzung oder der Wartung unserer BIPV-Module ergeben oder damit in irgendeiner Weise zusammenhängen. Roofit.Solar übernimmt keine Haftung für etwaige Verletzungen von Patenten oder sonstigen Rechten Dritter, die sich aus der Verwendung unserer BIPV-Module ergeben können.

Roofit.Solar behält sich das Recht vor, dieses Sicherheits- und Installationshandbuch jederzeit und ohne vorherige Ankündigung zu ändern. Die jeweils aktuelle Version steht auf unserer Website <https://roofit.solar/> zur Verfügung. Die beschränkte Kundengarantie gilt ausschließlich, wenn die BIPV-Module gemäß den Vorgaben dieses Handbuchs installiert werden. Bei Unstimmigkeiten zwischen den verschiedenen Sprachfassungen dieses Dokuments ist die englische Fassung maßgebend.

→ Allgemeine Informationen

Mechanische Zeichnung

Das Roofit.Solar BIPV-Modul wird als Dacheindeckungsmaterial eingesetzt und ist in zwei Größenvarianten erhältlich. Die nachfolgenden Abbildungen geben einen Überblick über die Komponenten des Roofit.Solar BIPV-Moduls sowie deren Funktionen. Detaillierte Informationen zu den Abmessungen sowie zu den elektrischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften sind den jeweiligen Datenblättern der entsprechenden BIPV-Module zu entnehmen.



Betriebssicherheit

Auspacken und Lagerung:

- Transportieren und lagern Sie die BIPV-Module in der Originalverpackung an einem gut belüfteten, trockenen und vor Regen geschützten Ort.
- Lagerbedingungen: relative Luftfeuchtigkeit < 85 % und Lagertemperatur zwischen -40 °C und +40 °C.
- Bei einer Lagerdauer von mehr als sechs Monaten (> 6 Monate) sind die Verpackungen zu öffnen, um eine ausreichende Belüftung sicherzustellen.
- Die Gabelzinken eines Gabelstaplers dürfen eine Dicke von maximal 80 mm aufweisen, um die Palette sicher von allen Seiten aufnehmen zu können.
- Stapeln Sie NICHT mehr als drei Holzpaletten übereinander. Kartonverpackungen dürfen nur einlagig gelagert werden.
- Setzen Sie die Module und deren elektrische Anschlüsse keinen nicht zugelassenen chemischen Stoffen aus.

Handhabung:

- Die Installation muss strikt gemäß den geltenden örtlichen Arbeitsschutzvorschriften erfolgen. Alle BIPV-Komponenten und -Oberflächen (Glas, Metallprofile, Falze und Kabel) können eine Rutsch-, Stolper- oder Stichgefahr darstellen, insbesondere bei Nässe, Staub oder niedrigen Temperaturen. Roofit.Solar übernimmt keine Haftung für Verletzungen, Stürze oder Sachschäden, die im Zusammenhang mit der Installation auf Dächern oder durch Gefahren der Arbeitsumgebung entstehen.
- Heben Sie das Modul NICHT an der Anschlussdose oder an den Kabeln an.
- Vermeiden Sie es, auf den Modulen zu stehen oder schwere Lasten darauf zu platzieren. Lassen Sie nicht zu, dass das Modul durch äußere Kräfte gebogen oder verdreht wird. Lassen Sie keine BIPV-Module fallen und vermeiden Sie, dass Gegenstände direkt auf die Module treffen oder darauf fallen. Lokale Belastungen können Mikrorisse auf Zellebene verursachen, was die Zuverlässigkeit des Moduls verringern und zum Verlust der Garantie führen kann.
- Platzieren Sie das Modul NICHT so, dass die Anschlussdose oder die Kabel mechanisch belastet werden.
- Lassen Sie das Modul NICHT ungesichert stehen. Wenn es fällt, könnte die Glasschicht brechen. Ein Modul mit einer zerbrochenen Glasschicht kann nicht repariert werden und darf nicht installiert werden.

Installation:

- Lackieren Sie die Module nicht und tragen Sie keine unautorisierten Klebstoffe darauf auf.
- Trennen oder verbinden Sie elektrische Anschlüsse NICHT unter Last.
- Installieren Sie die Module NICHT unter widrigen Bedingungen (Regen, starker oder böiger Wind, nasse oder verschneite Dachflächen usw.).
- Verwenden Sie KEINE Spiegel oder andere Vorrichtungen, um das Sonnenlicht auf das Modul zu konzentrieren.
- Biegen oder belasten Sie die Kabel NICHT übermäßig. Beachten Sie den empfohlenen Kabelbiegeradius.
- Stellen Sie sicher, dass alle elektrischen Verbindungen ordnungsgemäß gesichert und vor unerwünschten Einflüssen geschützt sind.
- Die Kabel sind an der Dachunterkonstruktion zu befestigen. Halten Sie die Kabel von direkter Sonneneinstrahlung, stehendem Wasser und scharfen Kanten fern, um eine vorzeitige Alterung sowie Brandgefahr zu vermeiden.
- Stellen Sie vor der Installation sicher, dass alle Steckverbinder mit Staubschutzkappen versehen sind. Ohne Staubschutzkappen sind nicht angeschlossene Steckverbinder nicht wasserdicht. Entfernen Sie die Staubschutzkappen daher erst unmittelbar vor dem Anschließen der Steckverbinder.
- Verbinden Sie keine Steckverbinder unterschiedlicher Marken oder Modelle miteinander.
- BIPV-Module enthalten keine wartungsfähigen Teile. Öffnen, reparieren oder zerlegen Sie keine Komponenten des Moduls.
- Entfernen oder verändern Sie keine am Modul angebrachten Markierungen, Etiketten oder Bauteile.
- Schneiden oder bohren Sie KEINE Löcher in die Glasfläche des Moduls.
- Das Metaldach bzw. die Metallteile des BIPV-Moduls dürfen ausschließlich mit Werkzeugen bearbeitet werden, die keine übermäßige Hitze erzeugen (z. B. Blechscheren oder langsam laufende Kreissägen).
- Vermeiden Sie Beschädigungen der Metallbeschichtung, indem Sie für die Installation geeignetes Werkzeug und Zubehör verwenden. Sollten dennoch Beschädigungen, wie z. B. Kratzer in der Beschichtung, auftreten, müssen diese umgehend mit einem geeigneten Ausbesserungslack ausgebessert werden. Sämtliche Bau- und Montageabfälle sind vollständig von den Modulen zu entfernen.

Elektrische Sicherheit und Brandschutz

Befolgen Sie beim Umgang mit Solarmodulen und Komponenten von Photovoltaikanlagen stets alle geltenden Gesetze, Vorschriften, Normen und Sicherheitsanforderungen. Verwenden Sie während der gesamten elektrischen Installation ausschließlich isolierte Werkzeuge, um sich vor Stromschlägen zu schützen. Die Roofit.Solar BIPV-Module sind als Geräte der Schutzklasse II klassifiziert und dürfen ausschließlich mit zugelassenen Balance-of-System-Komponenten (BOS), wie Wechselrichtern, Kabeln, Überstromschutzeinrichtungen und Batteriesystemen, verwendet werden. Beachten Sie hierzu stets die Installations- und Betriebsanleitungen der jeweiligen Komponenten.

Gehen Sie stets davon aus, dass das System unter Spannung steht. Der Kontakt mit spannungsführenden elektrischen Komponenten kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen. Die BIPV-Module erzeugen bereits bei geringer Lichteinstrahlung – einschließlich diffusem Tageslicht, Bewölkung oder künstlicher Beleuchtung – gefährliche Gleichspannungen und Gleichströme (**> 30 V DC und > 30 mA**).

Umgebungsbedingungen können die elektrische Ausgangsleistung des Moduls gegenüber den Standardtestbedingungen (STC: 1000 W/m², 25 °C, AM 1,5) verändern. Niedrige Temperaturen erhöhen die Leerlaufspannung (Voc), während Reflexionen durch Schnee oder Wasser den Kurzschlussstrom (Isc) erhöhen können. Berücksichtigen Sie bei der Auslegung von Sicherungen, Leitungen und Systemkomponenten die entsprechenden Sicherheitsfaktoren für Isc und Voc, um den ungünstigsten zu erwartenden Umgebungsbedingungen Rechnung zu tragen.

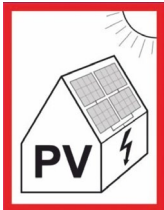
Zur Verringerung der Brandgefahr durch Gleichstrom-Lichtbögen muss das System String-Wechselrichter oder geeignete Schutzeinrichtungen mit einer DC-Lichtbogenerkennung (AFCI – Arc Fault Circuit Interrupter) gemäß **EN IEC 63027** verwenden. Roofit.Solar empfiehlt den Einsatz eines DC-Kombinationskastens mit Notabschaltfunktion (auch Feuerweerschalter oder Schnellabschalter genannt), um die Gleichstromleitungen zwischen der PV-Anlage und dem Wechselrichter im Bedarfsfall sicher vom System zu trennen.

Informieren Sie sich bei den zuständigen örtlichen Behörden über die geltenden Brandschutzvorschriften und Anforderungen an Gebäude und Bauwerke.

Gemäß IEC 61730-2 sind die Roofit.Solar BIPV-Module hinsichtlich ihres Brandverhaltens als **Klasse A** klassifiziert. Nach **EN 13501-5** in Verbindung mit der Prüfmethode CEN/TS 1187 sind die Module als **BROOF (t1), BROOF (t2) und BROOF (t4)** klassifiziert.

Nach EN 13501-1:2016 in Verbindung mit den Prüfverfahren EN 13823 und EN ISO 11925-2 sind die Module der Brandverhaltensklasse **B-s1, d0** zugeordnet.

Die Dachunterkonstruktion sowie die unmittelbar unter den BIPV-Modulen eingesetzten Baustoffe müssen für eine dauerhafte Temperaturbelastung von mindestens **80 °C** ausgelegt sein.



Permanente Warnhinweise müssen am Hauptzähler und an den Gleichstromabschaltpunkten angebracht werden, um die Notdienste über die PV-Installation zu informieren; Layout und Text müssen den nationalen Vorschriften entsprechen.

Informationen für Feuerwehrdienste

- **Gefährliche Spannung bei Tageslicht:** Das Abschalten des Wechselrichters oder des Hauptschalters auf der AC-Seite unterbricht zwar den Stromfluss, beseitigt jedoch nicht die anliegende Spannung. BIPV-Module erzeugen bei Tageslicht die volle Leerlaufspannung (Voc), auch wenn die Anlage mechanisch beschädigt oder der Ausgang getrennt wurde. Die Spannung kann nur beseitigt werden, indem die aktive PV-Fläche vollständig mit lichtundurchlässigem Material (z. B. Decken oder lichtundurchlässigen Abdeckungen) abgedeckt wird.
- **Spannungsführende Dachfläche:** Roofit.Solar Module sind mechanisch miteinander verfalzt und galvanisch leitend miteinander verbunden. Wenn ein beschädigter spannungsführender Leiter mit der metallischen Unterkonstruktion oder dem Stehfalz in Kontakt kommt, kann die gesamte Dachkonstruktion unter Spannung stehen. Behandeln Sie im Einsatzfall sämtliche metallischen Dachflächen als potenziell spannungsführend.
- **Mindestabstände für Löscharbeiten:** Gemäß DIN VDE 0132 sind beim Löschen spannungsführender elektrischer Anlagen bis 1000 V DC Mindestabstände von 1 m bei Sprühstrahl und 5 m bei Vollstrahl einzuhalten.

Planung von BIPV-Anlagen

Bitte informieren Sie sich bei den zuständigen Behörden über alle Anforderungen und erforderlichen Genehmigungen für den Standort, die Installation und die Abnahme der Anlage. Berücksichtigen Sie mögliche Blendwirkungen durch Reflexionen an der Glasoberfläche auf die Umgebung. Bei Installation oder Betrieb in Gebieten mit starkem Schneefall, extremer Kälte, starkem Wind sowie in Küsten- oder Wüstenregionen sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Leistung und Sicherheit der BIPV-Module zu gewährleisten. Die Module sind für den Betrieb bei **Umgebungstemperaturen von -40 °C bis $+40\text{ °C}$** ausgelegt. Dieser Bereich bezieht sich auf die monatlichen Durchschnittswerte der höchsten und niedrigsten Temperaturen am Installationsstandort. Die Module sind für den Betrieb bei einer **jährlichen relativen Luftfeuchtigkeit von bis zu 85 %** ausgelegt. **Die maximale Systemspannung** beträgt 1000 V bei Installationshöhen bis 3000 m und 600 V bei Installationshöhen bis 4000 m.

Stellen Sie sicher, dass das Modul weder Wind- noch Schneelasten ausgesetzt wird, die die maximal zulässige Last überschreiten. BIPV-Module wurden gemäß IEC 61215 mit einer Drucklast von 10.000 Pa und einer Soglast von 4.500 Pa geprüft. Zur Ermittlung der endgültigen Bemessungslast für die Installation ist ein Sicherheitsfaktor von 1,5 zu berücksichtigen. Daraus ergeben sich folgende maximal zulässige Bemessungslasten:

Die maximal zulässige geplante **Schneelast beträgt 6666 Pa** bei einem Sicherheitsfaktor von 1,5.

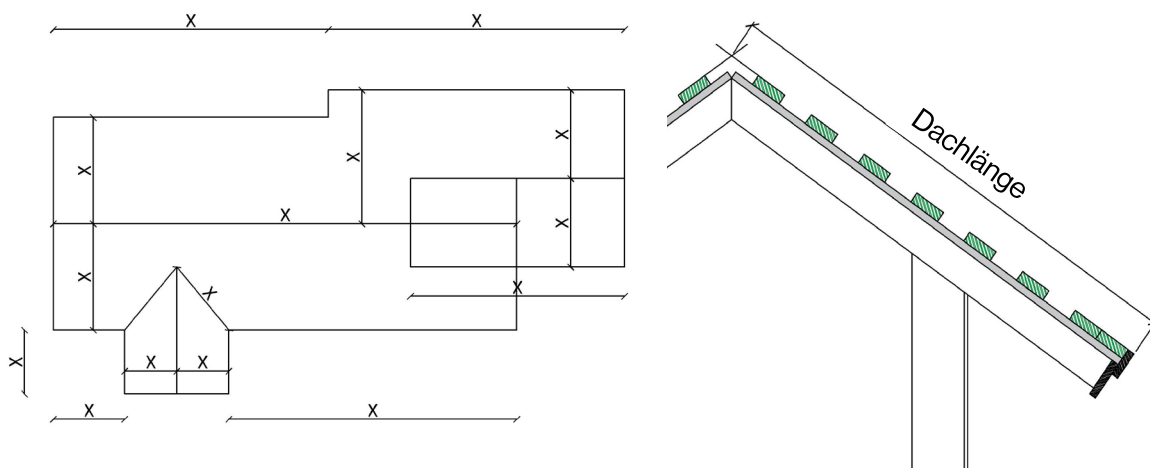
Die maximal zulässige geplante **Windlast beträgt 3000 Pa** bei einem Sicherheitsfaktor von 1,5.

Schäden durch direkte oder indirekte Blitzeinwirkung sind nicht durch die Garantie abgedeckt. Daher wird ein Überspannungsschutz empfohlen, wenn BIPV-Module an Standorten mit hoher Wahrscheinlichkeit von Blitzeinschlägen installiert werden. Im Fall eines Blitzschutzsystems dürfen Metallteile des Roofit.Solar BIPV-Moduls nicht als Blitzschutzableiter verwendet werden.

BIPV-Module sollten nicht dort installiert werden, wo korrosive Stoffe und/oder brennbare Gase entstehen oder gesammelt werden. Um galvanische Korrosion zu vermeiden, ist die Materialverträglichkeit bereits bei der Planung zu prüfen. Aufgrund des Risikos galvanischer Korrosion ist eine Montage in direktem Kontakt mit Kupfer-Dachkomponenten nicht durch die Produktgarantie abgedeckt.

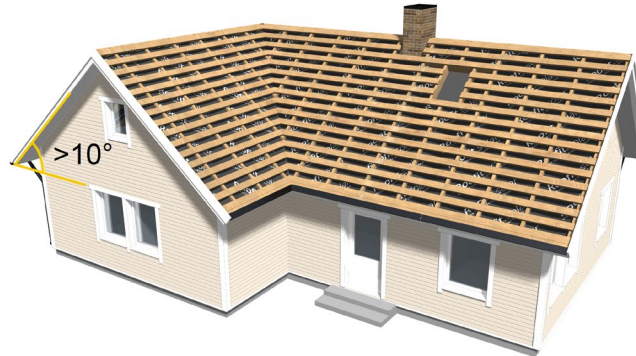
Dachaufmaß

Der Kunde muss Roofit.Solar eine Zeichnung oder eine einfache Skizze des Daches mit den für die Planung des BIPV-Systems erforderlichen Maßen zur Verfügung stellen. Die Dachlänge wird von der Außenkante des Traufbretts bis zur Mitte des Firstes gemessen.



Tragkonstruktion des Daches

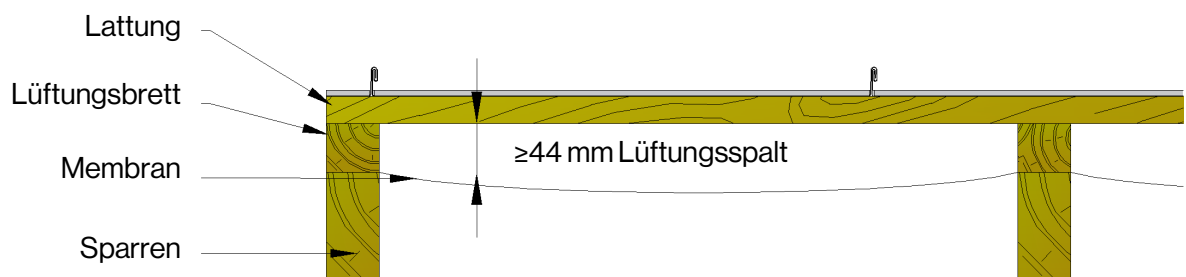
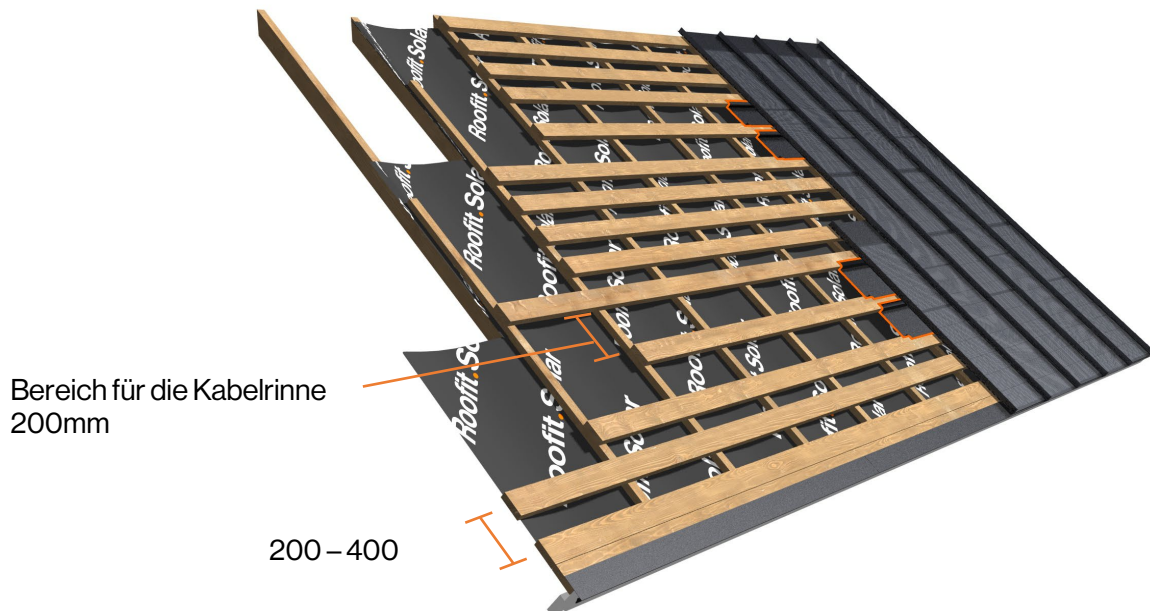
Die Tragkonstruktion des Daches muss von einer qualifizierten Fachkraft gemäß den geltenden örtlichen Anforderungen bewertet werden und für die Lasten der BIPV-Module ausreichend tragfähig sein. Die Tragkonstruktion ist gemäß den geltenden lokalen, nationalen oder internationalen Normen auszuführen. Zur Gewährleistung der Regensicherheit sowie einer ordnungsgemäßen Wartung muss die Dachneigung mehr als **10 Grad betragen**.



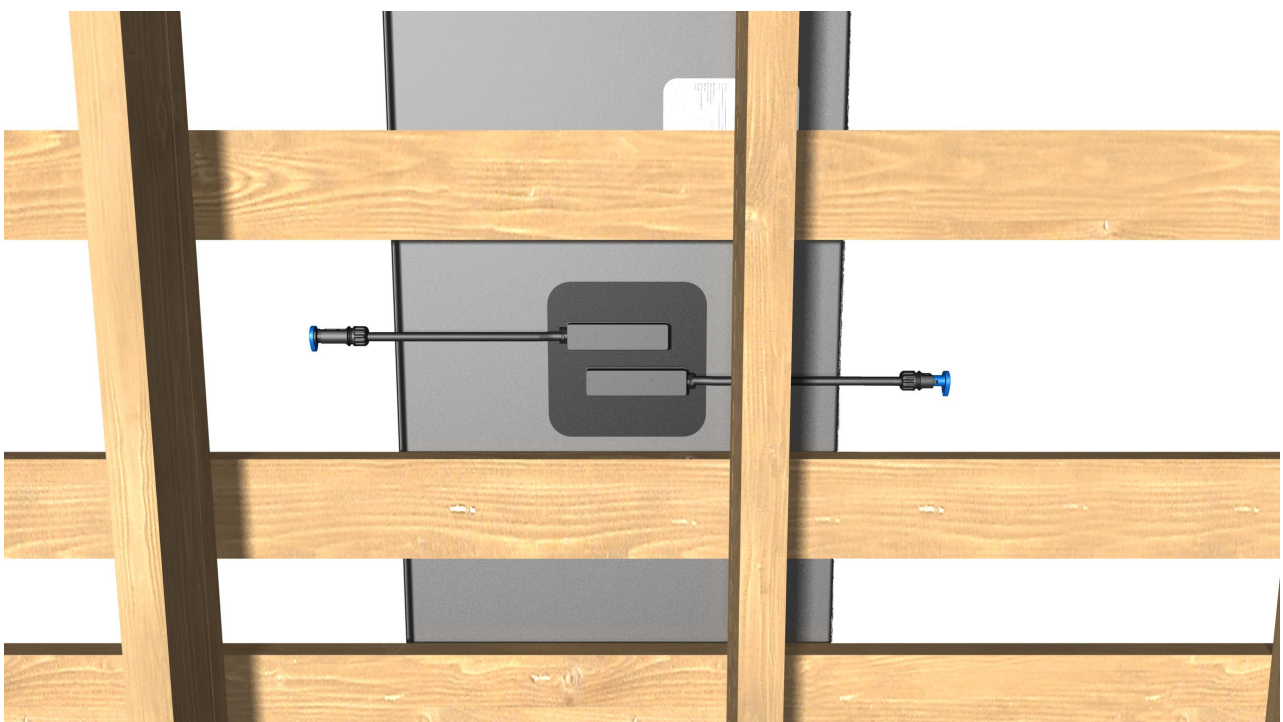
Die Verwendung einer diffusionsoffenen Unterspannbahn unter den Roofit.Solar BIPV-Modulen ist vorgeschrieben. Alle Dachdurchdringungen (z. B. Schornsteine, Rohrleitungen usw.) müssen fachgerecht abgedichtet werden, um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Die Rückseite der Module muss frei von Fremdkörpern bleiben, die nicht zur Tragkonstruktion gehören. Zwischen der Traglattung und der Unterspannbahn ist **ein Mindestlüftungsspalt von 44 mm** einzuhalten. Die Abmessungen der Lüftungsöffnungen an Traufe und First sind vom Planer des Dachsystems unter Berücksichtigung der geltenden Bauvorschriften festzulegen. Um eine ausreichende Kühlung der BIPV-Module sicherzustellen und Wärmestau zu vermeiden, muss die freie Lüftungsquerschnittsfläche am First mindestens das **1,5-Fache** der freien Lüftungsquerschnittsfläche an der Traufe betragen.

Die Dachlatten müssen eine ebene und plane Auflagefläche bilden, um Glasschäden an den BIPV-Modulen, Verformungen der Stehfalze und Ölkanneffekte (Oil Canning) zu vermeiden. Die allgemeine Unebenheit darf **±15 mm auf einer Messstrecke von 5 m** in keiner Richtung überschreiten. Lokale Unebenheiten zwischen benachbarten Dachlatten sind auf maximal **2 mm zu begrenzen**. Zur Einhaltung dieser Anforderungen werden nivellierte Sparren und kalibrierte Dachlatten empfohlen.

Die allgemeine Praxis empfiehlt die Verwendung einer 100 mm breiten Dachlattung mit einem Lattenabstand von 200 mm, um eine ausreichende Hinterlüftung und die bestmögliche Kompatibilität mit den Anforderungen einer passiven Dacheindeckung zu gewährleisten. Der minimal und maximal zulässige **Lattenabstand (Mitte–Mitte) beträgt 200 mm bzw. 400 mm**. Breitere Dachlatten erfordern einen größeren Lattenabstand, um eine ausreichende Hinterlüftung sicherzustellen. Die unteren 200 mm der Dachfläche müssen vollständig beplankt sein.



Bei der Montage der Module ist darauf zu achten, wie die Dachlatten in Bezug auf die Anschlussdose positioniert sind. Jedes BIPV-Modul verfügt über eine Anschlussdose, die zwischen den Dachlatten angeordnet werden muss. Es ist ein **Freiraum von 200 mm** für die Kabelführung, die Anschlussdose, die Leitungen und mögliche Montagetoleranzen einzuplanen. Befinden sich Dachlatten im Bereich der Anschlussdose, müssen sie vor der Montage des Moduls nach oben oder unten versetzt werden.



Vermeidung von Verschattung

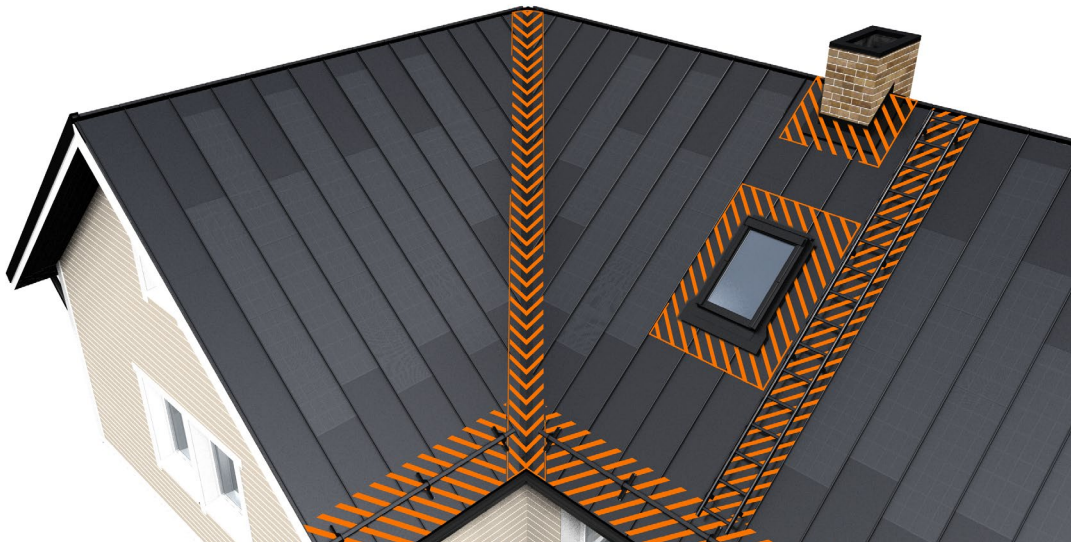
Eine dauerhafte oder wiederkehrende Verschattung von Solarzellen, Zellreihen oder Modulbereichen kann den Energieertrag verringern und zu lokalen Überhitzungen (Hot Spots) führen. Dadurch kann die Alterung der Modulmaterialien beschleunigt und die thermische Belastung der Bypassdioden erhöht werden. Die Anlagenplanung ist daher so auszuführen, dass wiederkehrende Verschattungen während der gesamten Lebensdauer des Systems möglichst vermieden werden. Schäden, die durch vermeidbare dauerhafte Verschattung entstehen, sind möglicherweise nicht von der Garantie abgedeckt.

Planung der Modulbelegung

Die Roofit App wird für die Dachplanung eingesetzt, um auf Grundlage der jeweiligen Dachgeometrie die optimale Anordnung der Solarmodule zu bestimmen. Eine Verschattungsanalyse bewertet potenzielle Ertragseinbußen durch Bäume, Schornsteine, Gauben und andere Bauwerksteile und ermittelt die optimale Positionierung der Solarmodule. Schneefangsysteme, Dachleitern, Dachfenster sowie kundenspezifische Anforderungen sind weitere Faktoren, die die Modulbelegung beeinflussen. Roofit.Solar benötigt möglichst vollständige Informationen über das Dach, einschließlich der geschätzten Höhe von Schornsteinen, Entlüftungsrohren und nahe stehenden Bäumen, um eine möglichst präzise Planung zu ermöglichen.



Alle Dachdurchdringungen (z. B. Schornsteine, Dachfenster usw.), Dachkehlen, Schneefangsysteme und Dachleitern müssen mit einer mindestens 300 mm breiten Standard-Metalldacheindeckung umgeben werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die BIPV-Module von Roofit.Solar weder verschattet noch zugeschnitten, verbogen oder mechanisch belastet werden.



→ Elektrische Installation

Zubehör

Verlängerungskabel mit MC4-Evo 2 Steckern/Buchsen



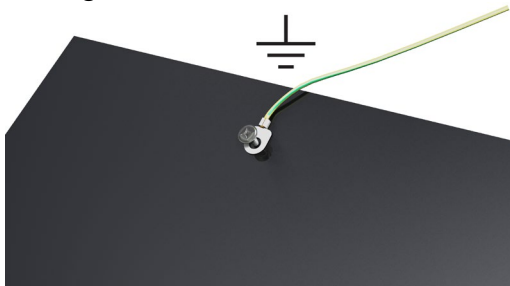
Zur Verbindung zweier Module, wenn die integrierten Anschlusskabel nicht ausreichen.

Wechselrichter-kabel



Zur Verbindung der PV-Strings mit dem Wechselrichter.

Erdungskabel



Zum Anschluss der Erdung.

Montage- und Entriegelungs- werkzeug für MC4-Evo 2



1. Zum Anziehen der Überwurfmutter der Steckverbinder.
2. Zum Lösen von MC4-Evo 2 Steckverbindern.

Crimpzange



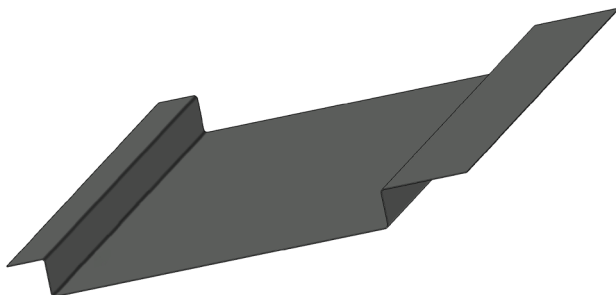
Zum Anbringen des Steckverbinders an einem blanken DC-Kabel.

Abisolierzange



Zum Entfernen der Kabelisolierung.

Kabelrinne



Die Kabelrinne ist ein vorgeschriebenes Bauteil, das dazu dient, die Anschlussdose und die Steckverbinder des Moduls von der Dachkonstruktion zu trennen.

Kabelschutzrohr

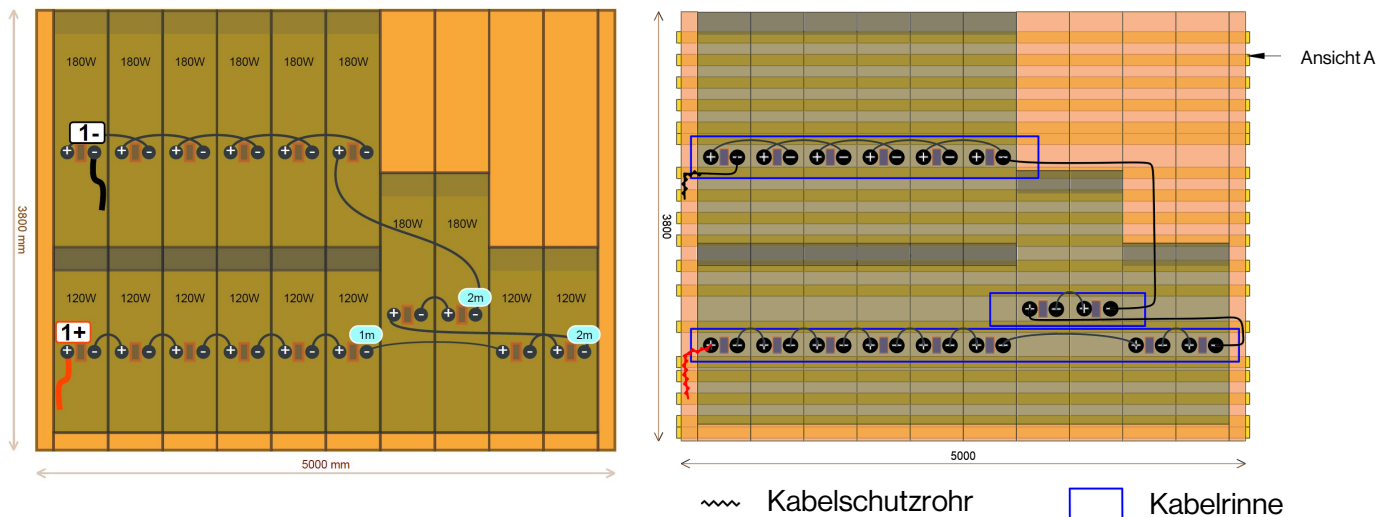


Zum Schutz von Verlängerungs- und Wechselrichter-kabeln.

Verkabelung

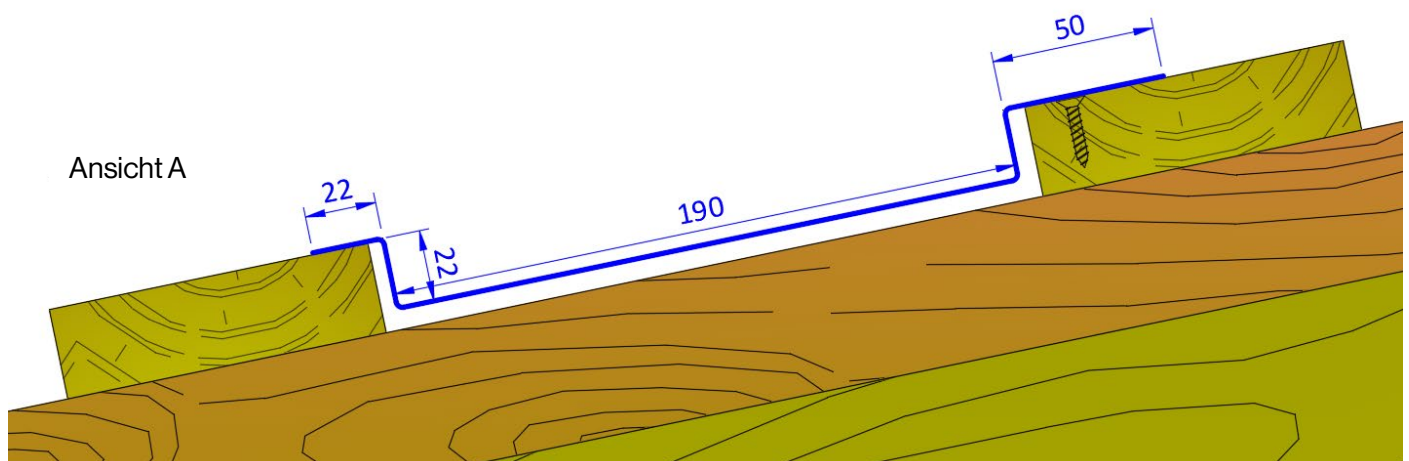
Alle Verkabelungsarbeiten müssen von qualifizierten Installateuren gemäß den Anforderungen dieses Handbuchs sowie den geltenden örtlichen elektrotechnischen Vorschriften, Verfahren und Bestimmungen durchgeführt werden. Planung und Installation der PV-Anlage müssen den geltenden nationalen Vorschriften sowie der EN IEC 62548 entsprechen.

Alle Kabel des DC-Systems müssen aus Kupfer bestehen, einen Leiterquerschnitt von mindestens 4 mm² aufweisen, doppelt isoliert und nach IEC 62930 zertifiziert sein. Die Kabel müssen für Temperaturen von mindestens 90 °C ausgelegt sein. Beim Herstellen der elektrischen Verbindungen ist auf die korrekte Polarität der Kabel und Steckverbinder zu achten. Andernfalls können Schäden am Modul sowie Verletzungen von Personen verursacht werden. Stellen Sie sicher, dass alle elektrischen Verbindungen fest und sicher sitzen. Eine korrekt verriegelte Steckverbindung ist an einem deutlich hörbaren „Klick“ zu erkennen.

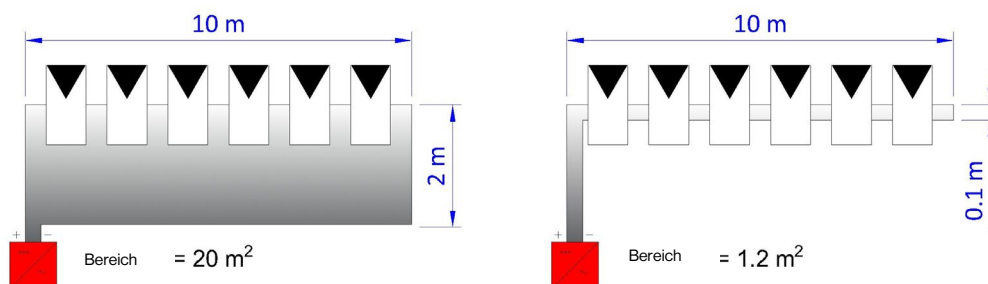


Kabelrinnen sowie Wechselrichter-, Verlängerungs- und Erdungskabel sind vor der Modulmontage an der vorgesehenen Position zu verlegen. Um langfristige Schäden an der Kabelisolierung durch Reibung zu vermeiden, sind lose Kabel zu befestigen und scharfe Metallkanten mit einem geeigneten Kantenschutz (z. B. Gummiprofil oder Schutzband) zu versehen oder die Kabel durch Kabelschutzrohre zu führen. Anschlussdosen und Steckverbinder müssen innerhalb der Kabelrinne positioniert werden.

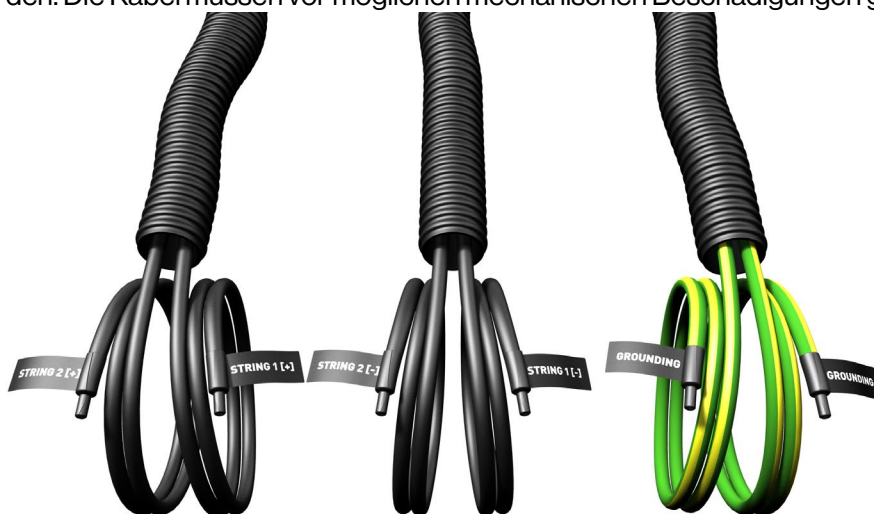
Metall-Kabelrinnen können gebohrt oder auf die erforderliche Größe zugeschnitten werden. Sofern keine Dachhindernisse vorhanden sind, ist auf beiden Seiten des Moduls ein Überstand von 250 mm vorzusehen. Die Kabelrinne ist mit einer Flachkopfschraube zu befestigen. An den Stellen, an denen das Kabel in die Kabelrinne ein- oder austritt, ist darauf zu achten, dass es nicht durch scharfe Kanten beschädigt wird. Hierzu sind die Kanten der Kabelrinne mit Schutzband zu versehen oder umzubiegen; alternativ ist das Kabel durch ein Kabelschutzrohr zu führen. Die empfohlenen Abmessungen der Kabelrinne sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt:



Damit das BIPV-System die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) verbessert und die elektromagnetische Strahlung minimiert, sollte die Verkabelung so verlegt werden, dass die Fläche der Leiterschleife möglichst klein gehalten wird.



Gruppieren Sie positive, negative und Erdungskabel NICHT zusammen, um Erdschlüsse und Kurzschlüsse zu vermeiden. Jeder Kabeltyp sollte separat in einem Kabelschutzrohr geführt und bis in den Technikraum verlegt werden, wo er später an den Wechselrichter angeschlossen wird. Ungeschützte DC-Kabel müssen für den Zeitraum zwischen der Installation des BIPV-Systems und dem Anschluss an den Wechselrichter isoliert und entsprechend gekennzeichnet werden. Die Kabel müssen vor möglichen mechanischen Beschädigungen geschützt werden.



Module können in Reihe geschaltet werden, um die Spannung zu erhöhen, oder parallel, um den Strom zu erhöhen. BIPV-Stromkreise sind gemäß den geltenden nationalen Vorschriften des jeweiligen Landes auszulegen. Es dürfen maximal zwei Strings parallel geschaltet werden, ohne dass in jedem String eine in Reihe geschaltete Überstromschutzvorrichtung erforderlich ist. Bei der Auslegung des BIPV-Systems ist sicherzustellen, dass der Rückstrom eines einzelnen Strings unter dem maximal zulässigen Sicherungsstrom des Moduls bleibt.

Module dürfen nicht so miteinander verbunden werden, dass eine Systemspannung entsteht, die die nach den geltenden örtlichen Vorschriften zulässige maximale Systemspannung oder die auf dem Typenschild des BIPV-Moduls, am Wechselrichter oder an anderen DC-Komponenten des BIPV-Systems angegebene maximale Systemspannung überschreitet. Um dies sicherzustellen, muss die Leerlaufspannung eines Modulfeldes bei der niedrigsten zu erwartenden örtlichen Umgebungstemperatur berechnet werden. Diese kann anhand der folgenden Formel ermittelt werden:

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

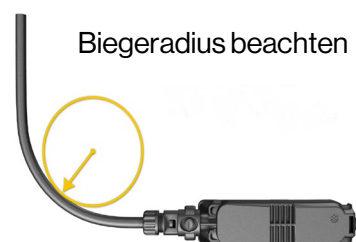
Dabei gilt:

- N Anzahl der in Reihe geschalteten Module
- V_{oc} Leerlaufspannung (siehe Datenblatt)
- β Temperaturkoeffizient (siehe Datenblatt)
- T_{min} Minimale Umgebungstemperatur in °C

Steckverbinder

Roofit.Solar-Module verfügen über zwei Anschlussdosen mit positiven und negativen Steckverbindern. Die Anschlussdosen sind für eine elektrische Reihenschaltung ausgelegt und entsprechen der Schutzart IP68 (1 m / 1 h). Halten Sie für die Kabel einen Mindestbiegeradius von 45 mm ein.

Viele Hersteller geben ihre Steckverbinder als „MC4-kompatibel“ an. Eine zuverlässige Verbindung zwischen Steckverbindern unterschiedlicher Hersteller kann jedoch nicht gewährleistet werden und kann zu Lichtbögen, Hot Spots und Bränden führen. Solche Schäden sind nicht durch die Garantie abgedeckt. Daher dürfen für Verlängerungs- und Wechselrichterkabel ausschließlich Original-Steckverbinder von Stäubli des Typs MC4, MC4-Evo 2 oder MC4-Evo Ready verwendet werden.



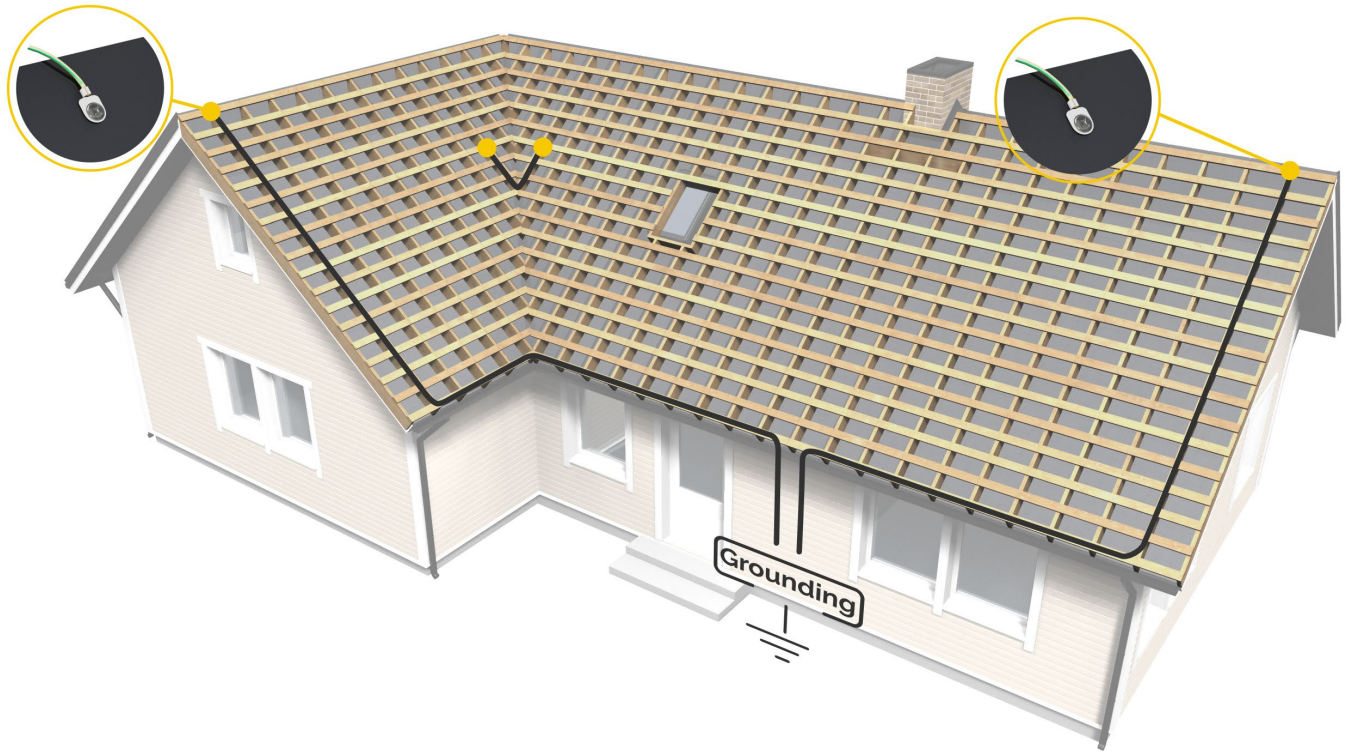
Typ	Bezeichnungscode	Kompatibel mit
Stäubli MC4-Evo 2	PV-KST4-EVO 2/xy-UR (männlich) PV-KBT4-EVO 2/xy-UR (weiblich)	MC4, MC4-Evo 2, MC4-Evo Ready

Bypass-Dioden

Jede der beiden Anschlussdosen des BIPV-Moduls enthält eine Bypass-Diode, die parallel zu den Zellstrings geschaltet ist. Bei teilweiser Verschattung leiten die Bypass-Dioden den von den nicht verschatteten Solarzellen erzeugten Strom um und begrenzen dadurch eine übermäßige Erwärmung. BIPV-Module dürfen nicht dauerhaft verschattet werden, da Bypass-Dioden nur vor teilweiser Verschattung schützen. Bypass-Dioden sind keine Überstromschutzeinrichtungen. Bei einem bekannten oder vermuteten Ausfall einer Bypass-Diode sollten sich Installateure oder Wartungsdienstleister an den Lieferanten wenden.

Nenn-Bypassstrom	Nenn-Sperrstrom	Betriebstemperatur der Sperrschicht
25 A	40 A	-55 bis +200 °C

Erdung



Jedes BIPV-System muss zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit an das Erdungskabel angeschlossen werden. Alle miteinander verfalzten Roofit.Solar-Module sind galvanisch miteinander verbunden. Zur Erdung der Metall-Kabelrinnen ist mindestens eine PV-Modul-Befestigungsschraube durch die Kabelrinne zu führen. Verwenden Sie geeignete Erdungskabel mit einem Leiterquerschnitt von mindestens 4 mm² sowie Schrauben aus Edelstahl A2 oder A4. Das Erdungskabel wird mit dem obersten Metalldachblech unterhalb der Firstabdeckung verbunden. Die Erdung erfolgt durch den Anschluss der Erdungsleiter an den Potenzialausgleich.

Verwenden Sie zwei Erdungskabel je Dachfläche, um die Qualität der Erdungsverbindung messen zu können. Verfügt das Gebäude über mehrere Dachflächen mit BIPV-Modulen, können diese – wie in der obigen Abbildung dargestellt – zu einem gemeinsamen Erdungskreis verbunden werden, um die Anzahl der Erdungskabel zu minimieren. Eine doppelte Erdung des BIPV-Systems wird empfohlen, auch wenn die geltenden Vorschriften, Normen und Standards keine sicherheitsrelevante Erdung vorschreiben.

→ BIPV-Systeminstallation

Zubehör

Senkkopfschraube



Min. 5,2 x 25 mm, Klasse C4

Butyldichtungsmittel



Nicht aushärtende Dichtungsmasse zur Abdichtung des Überlappungsbereichs.

Überlappendes Befestigungselement



Wird bei horizontalen Fugen verwendet.

Manuelles Falzwerkzeug

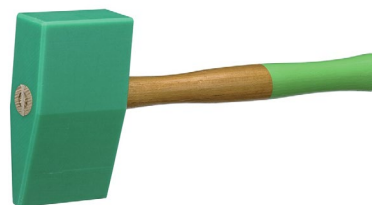


Vorzugsweise mit Kunststoffkanten.

Langsam laufende Kreissäge (max. 3600 U/min)



Gummihammer



Metallschere



Falzzange



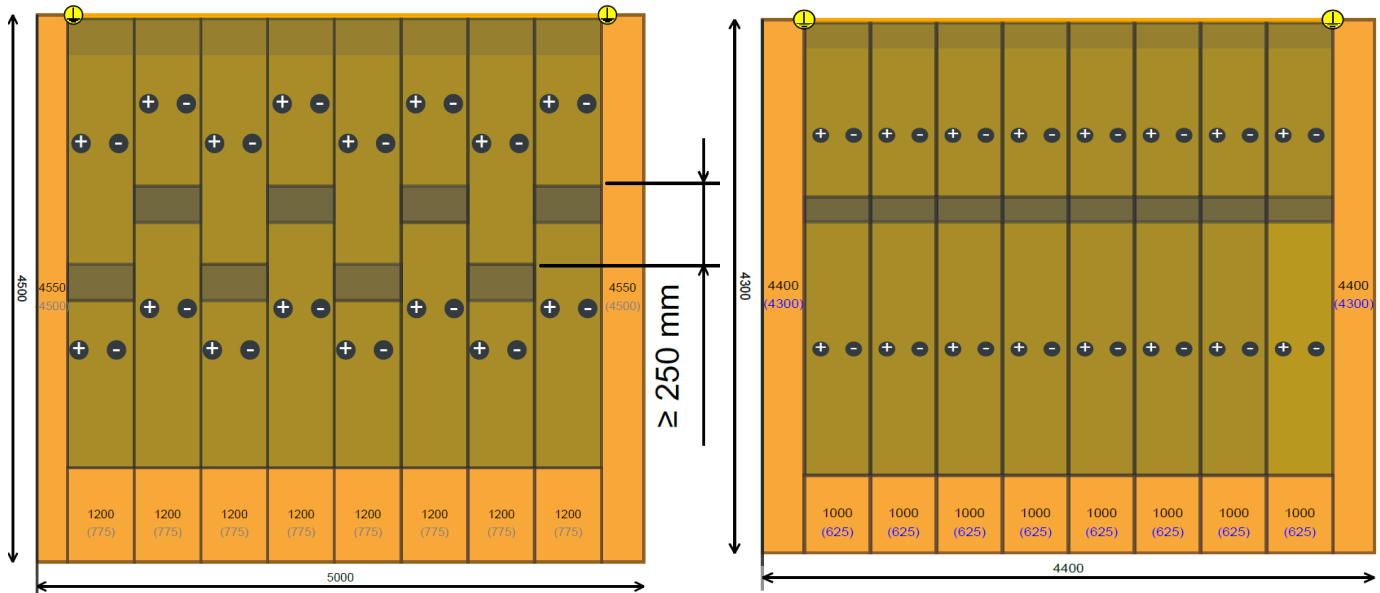
Falzhaften



Grundlegende Verlegeprinzipien

Je nach Dachabmessungen, Dachgeometrie oder projektspezifischen Anforderungen können Roofit.Solar-Module entweder die gesamte Dachfläche abdecken oder an Ortsgang, Traufe oder First mit einer herkömmlichen Metaldacheindeckung kombiniert werden. Die Module können im Schachmuster oder in einer geraden Reihenanordnung verlegt werden. Beim Schachmuster wird jede zweite Modulreihe horizontal versetzt angeordnet. Der Mindestabstand zwischen zwei horizontalen Falzen beträgt 250 mm.

Die Standardmontage einer passiven Metaldacheindeckung ist nicht Bestandteil dieses Handbuchs.

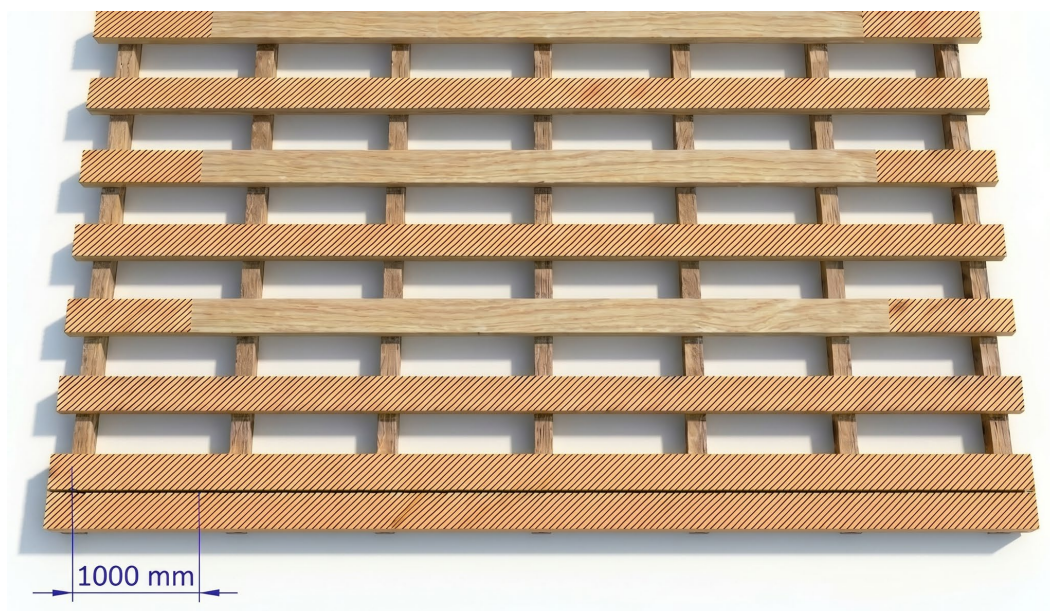


Das erste Dachblech bestimmt die Geometrie des Modulfeldes. Stellen Sie sicher, dass es exakt rechtwinklig (90°) zum Traufblech ausgerichtet ist, um eine parallele Ausrichtung aller nachfolgenden Modulreihen zu gewährleisten. Der 90°-Winkel kann mithilfe des Satzes des Pythagoras ($A^2 + B^2 = C^2$) bestimmt werden (z. B. $A = 3$ m, $B = 4$ m, $C = 5$ m). Markieren Sie das Maß A auf dem Dachblech und das Maß B auf dem Traufblech. Richten Sie das Dachblech am Befestigungspunkt so aus, dass die Strecke C exakt 5 m beträgt.



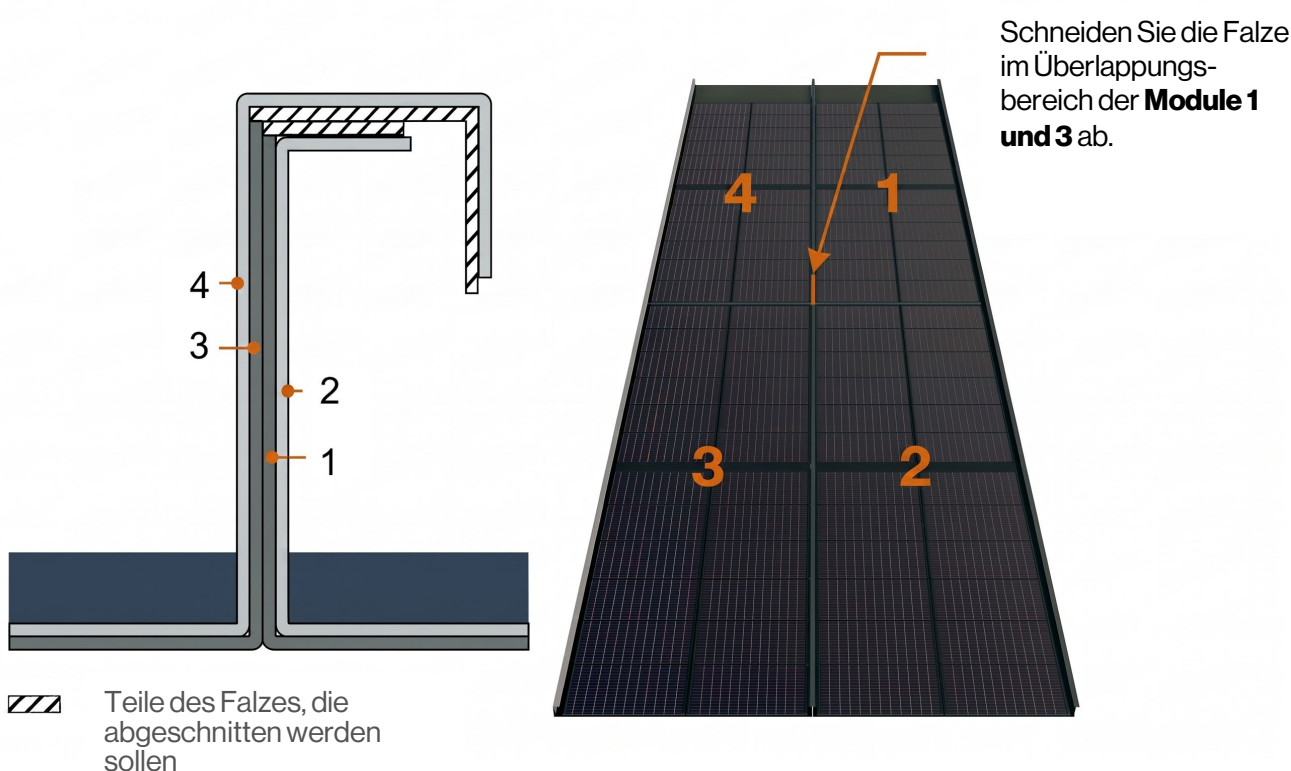
Die Befestigungsanordnung ist vom Planer des Dachsystems unter Berücksichtigung der geltenden Bauvorschriften, Umgebungsbedingungen (z. B. Windlasten, Gebäudehöhe, Dachgeometrie) sowie der mechanischen Randbedingungen (z. B. Auszugswiderstand der Befestigungsmittel, Holzdichte, Lattenart und Lattenabstand) festzulegen.

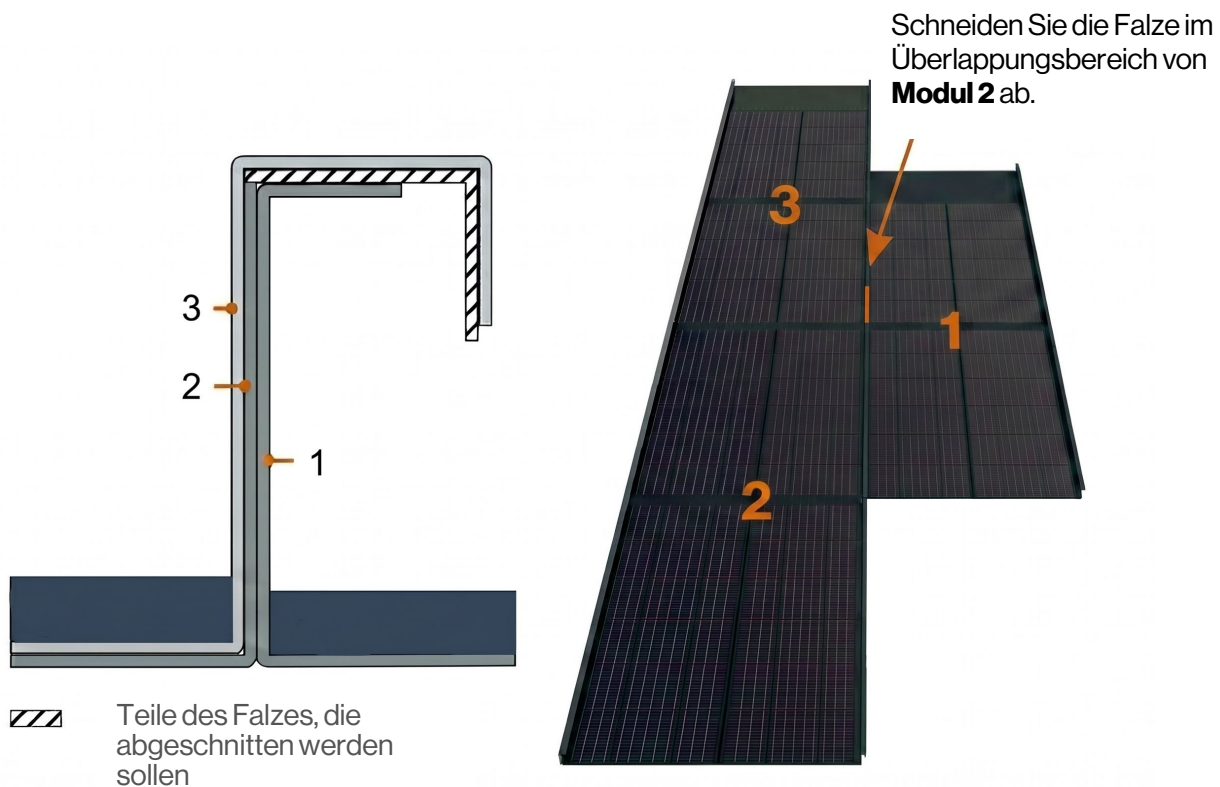
Bei einem empfohlenen Lattenabstand von 200 mm wird bei einer **typischen Befestigungsanordnung** im mittleren Dachbereich eine Schraube an jeder zweiten Dachlatte verwendet. An Dachrändern und Dachecken (innerhalb von ca. 1 m vom Dachrand) wird die Befestigungsdichte in der Regel auf eine Schraube je Dachlatte erhöht.



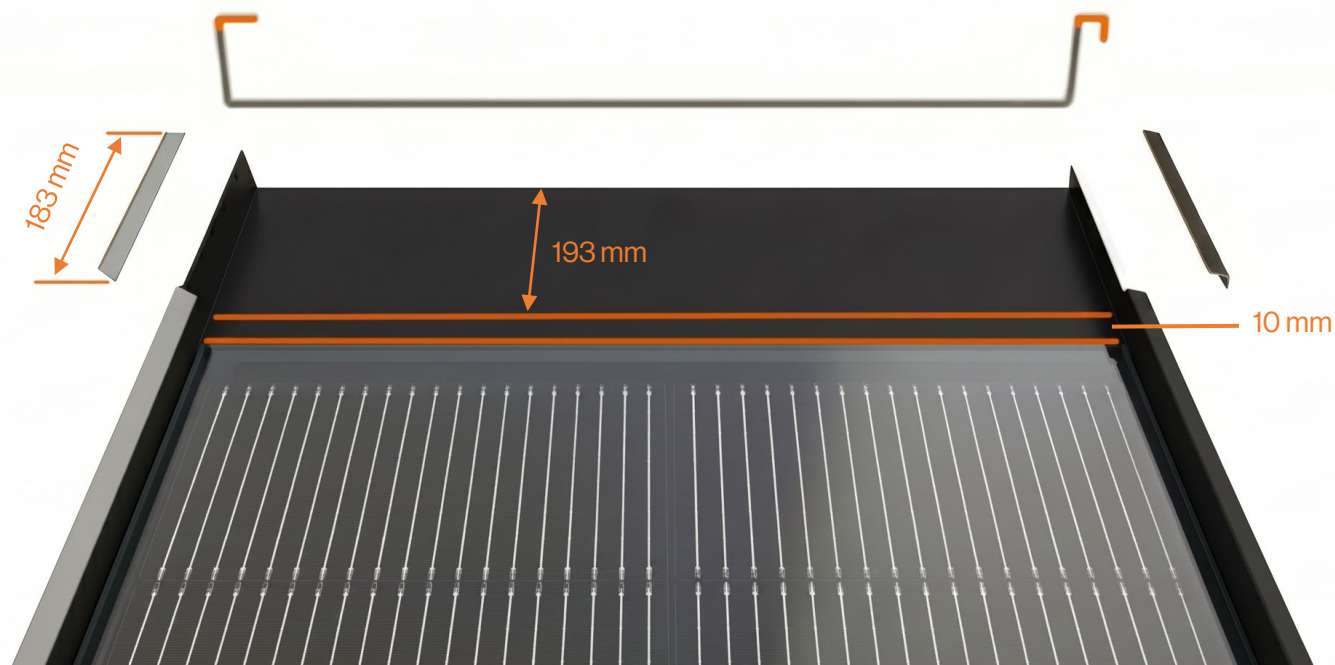
Verbinden Sie vor der Befestigung des BIPV-Moduls das Anschlusskabel mit dem vorherigen Modul bzw. dem Wechselrichterkabel. Für den Transport sind die Kabel entweder mit Kunststoff-Kabelbindern oder Papierklebeband gesichert. Schneiden Sie die Kabelbinder vorsichtig mit einer Zange durch oder entfernen Sie das Klebeband von Hand. **Ziehen Sie NIEMALS an den Kabeln**, um die Befestigungen zu lösen, da dies zu Schäden an der Anschlussdose oder den Steckverbindern führen kann.

Wenn sich mehr als zwei Stehfalze überlappen, ist der mittlere Stehfalz im Überlappungsbereich abzuschneiden.

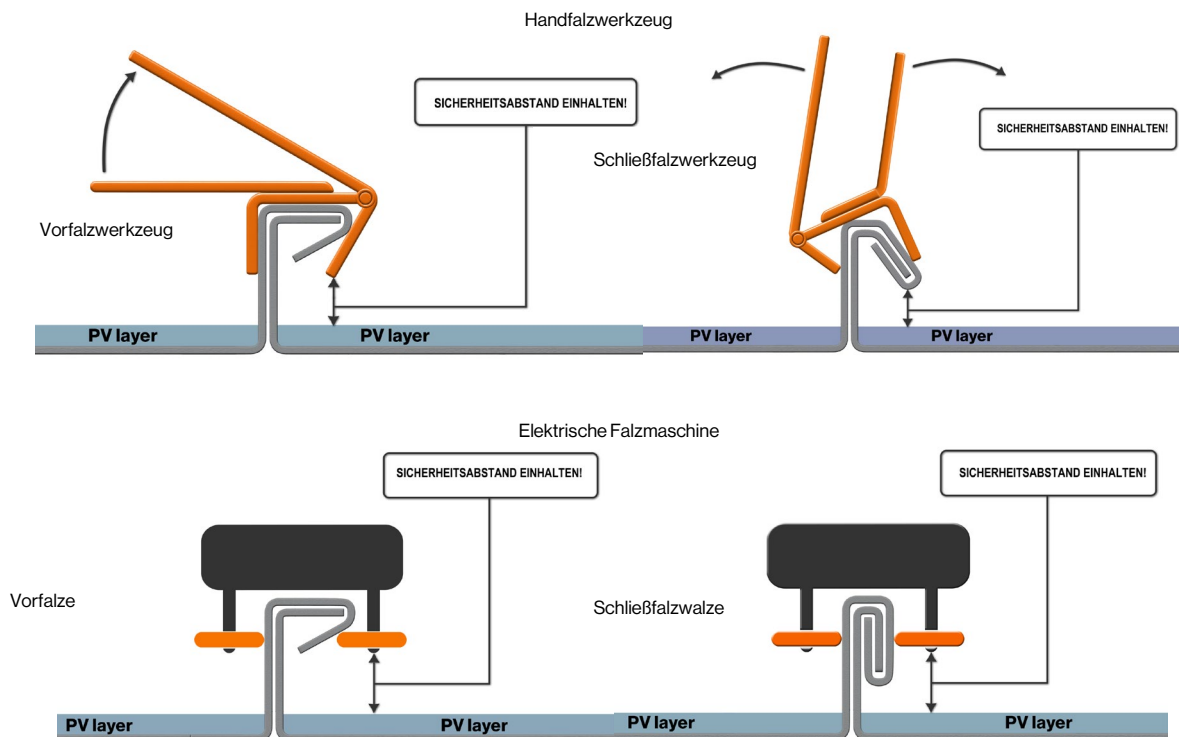




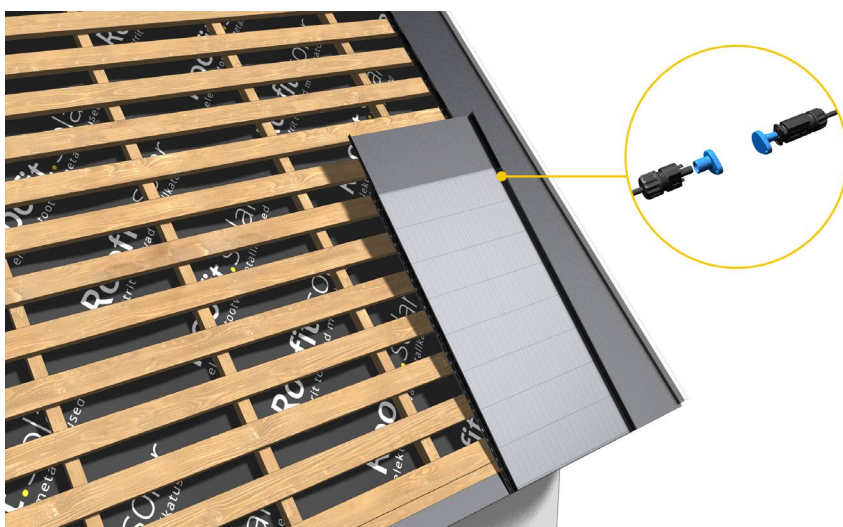
Ein 10-mm-Spalt zwischen den aktiven PV-Flächen ergibt eine Überlappung von ca. 193 mm und ermöglicht eine minimale Verschiebung zur Ausrichtung der Dachfläche. Die meisten Überlappungsbereiche der Stehfalze erfordern Schrägschnitte, die etwa 10 mm kürzer als die endgültige Überlappung ausgeführt werden. Die Schrägschnittgeometrie gewährleistet die Wasserdichtigkeit.



Beim Schließen der Stehfalze der BIPV-Module mit Handfalzwerkzeugen oder einer elektrischen Falzmaschine ist besondere Sorgfalt erforderlich. Achten Sie darauf, dass weder die Handfalzwerkzeuge noch die Rollen der elektrischen Falzmaschine mit dem Glas der BIPV-Module in Berührung kommen. Es wird empfohlen, das Schließen der Stehfalze bei einer Metalltemperatur unter 10 °C zu vermeiden, um Spannungen in der Beschichtung und Mikrorisse zu verhindern. Vor dem Falzen können die Stehfalze mit Heißluft erwärmt werden.

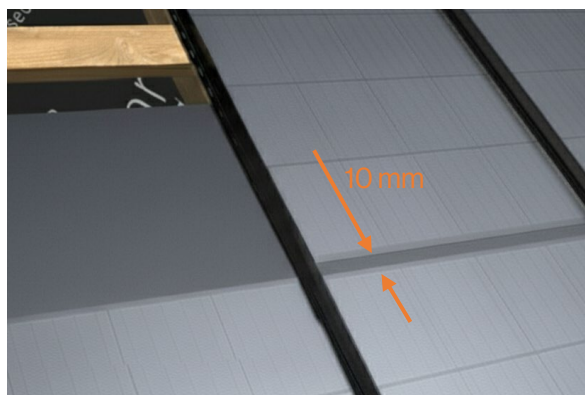


Entfernen Sie die Schutzkappen und stecken Sie die Steckverbinder zusammen, bis ein deutliches „Klick“ zu hören ist. Führen Sie das zweite Kabel des BIPV-Moduls seitlich heraus, um den Anschluss des nächsten Moduls zu erleichtern.



Der Butyl-Dichtstoff wird mittig im Überlappungsbereich in einer geschwungenen Linie aufgetragen. An beiden Seiten ist ein Abstand von einigen Zentimetern freizulassen, damit Kondenswasser ablaufen kann.

Setzen Sie das obere Modul zwischen die Stehfalze des unteren Moduls. Der Überlappungsbereich des unteren Moduls muss gegebenenfalls mit einer Zange manuell aufgeweitet werden. Achten Sie beim Aufsetzen des nächsten Moduls darauf, zwischen den beiden Glasflächen einen Abstand von 10 mm einzuhalten.

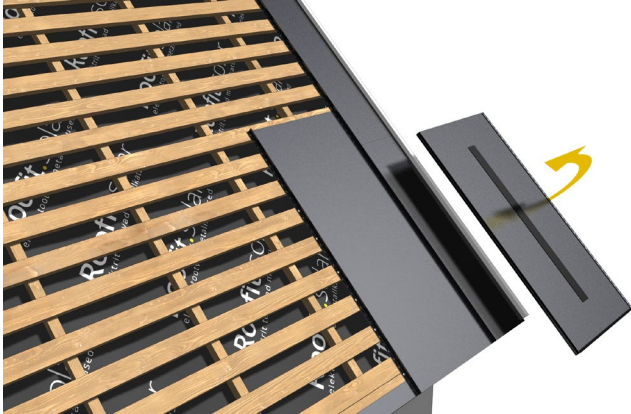


Bei Dächern mit einer Dachneigung von mehr als 60° sowie bei Fassadenanwendungen muss die tragende Befestigung das Eigengewicht des Moduls aufnehmen. Hierzu sind oberhalb jeder Doppelstehfalzklammer Falzausschnitte erforderlich, um das Modulgewicht sicher in die Unterkonstruktion abzuleiten.

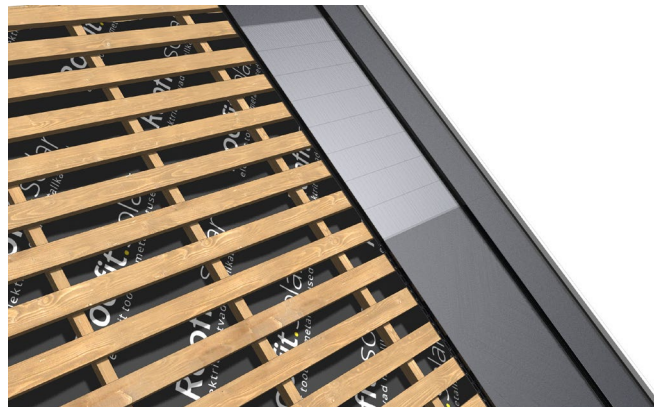
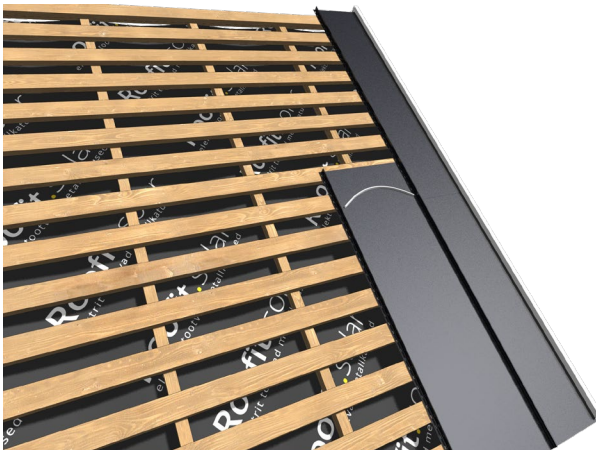


Traufe: Übergang von passiver Metaldacheindeckung zu BIPV

Verwenden Sie unter der herkömmlichen Metaldacheindeckung Akustikband oder Filz, um Windgeräusche und den Oil-Canning-Effekt zu reduzieren. Gehen Sie beim Umgang mit dem Metallblech vorsichtig vor und legen Sie es auf eine weiche Unterlage, um Kratzer in der Lack- oder Zinkbeschichtung zu vermeiden. Beim Aufkleben des Akustikbands sind ein bis zwei Streifen aufzubringen, wobei oben und unten jeweils ein Abstand von 300 mm freizulassen ist. Im Überlappungsbereich zwischen der Metaldacheindeckung und dem BIPV-Modul darf sich kein Akustikband oder Filz befinden, da dies Spannungen im Glas verursachen kann.

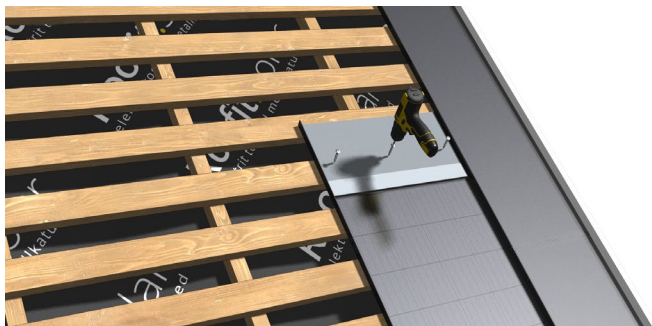


Tragen Sie den Butyl-Dichtstoff entlang der oberen Kante des herkömmlichen Metaldachblechs auf, sodass eine Überlappung von ca. 200 mm entsteht. Montieren Sie anschließend das nächste BIPV-Modul mit einer Überlappung von ca. 200 mm, um eine zuverlässige Wasserdichtigkeit sicherzustellen.



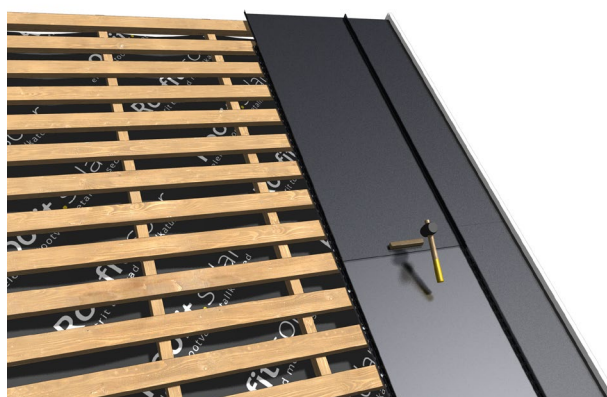
First: Übergang von BIPV zur passiven Metaldacheindeckung

Um oberhalb des BIPV-Moduls eine herkömmliche Metaldacheindeckung zu montieren, wird auf dem unteren BIPV-Modul ein Überlappungsblech angebracht. Das Überlappungsblech wird mit drei Flachkopfschrauben befestigt. Befindet sich unter dem Überlappungsbereich keine Dachlatte, ist eine zusätzliche Dachlatte zu montieren. Durch das leichte Hochbiegen der unteren Kante des Überlappungsblechs wird die Montage im nächsten Arbeitsschritt erleichtert.



Die umgebogene Hinterkante des Metaldachblechs ist unter das Überlappungsblech zu schieben und anschließend in Richtung First zu ziehen, bis sie korrekt sitzt. Die Hinterkante des Metaldachblechs kann mit einem Holzbrett und einem Schonhammer angeformt werden.

Achten Sie darauf, das Glas des unteren BIPV-Moduls nicht zu beschädigen.



→ Wartung

Eine regelmäßige Inspektion und Wartung des BIPV-Systems ist während der gesamten Lebensdauer erforderlich. Detaillierte Wartungsanweisungen finden Sie im „**Roofit.Solar Building Integrated Photovoltaic Products Maintenance Manual**“.

Sichtprüfung

Zur frühzeitigen Erkennung möglicher Schäden ist jährlich eine Sichtprüfung durchzuführen. Prüfen Sie die Module auf:

- Sichtbare Anzeichen von Schäden am PV-Bereich (Glasbruch, Verfärbungen oder andere sichtbare Auffälligkeiten).
- Beschädigungen des Metaldachblechs oder der Beschichtung (Kratzer, Ablösungen, ungleichmäßige Ausbleichung, Blasenbildung oder Rissbildung).
- Neu entstandene Verschattungen (z. B. durch Vegetationswachstum).
- Ansammlungen von Schmutz, Laub oder anderen Ablagerungen in Kehlen oder an der Traufe.

Reinigung

Staubablagerungen und Fremdkörper (z. B. Laub, Äste oder Vogelkot) können den Energieertrag verringern und lokale Hot Spots verursachen, die das Modul beschädigen können. In der Regel reicht natürlicher Regen aus, um die Module von Staub zu reinigen. Ist eine manuelle Reinigung erforderlich, sind die folgenden Hinweise zu beachten. Schäden, die durch eine unzureichende oder unsachgemäße Reinigung entstehen, können zum Erlöschen der Garantie führen:

- **Vor der Reinigung:** Stellen Sie sicher, dass das BIPV-System über den DC-Trennschalter des Wechselrichters abgeschaltet ist.
- **Sicherheitshinweis:** Gerissene oder beschädigte Module stellen insbesondere bei Nässe ein erhebliches Risiko eines elektrischen Schlags dar. Kontrollieren Sie die Module vor der Reinigung stets durch eine Sichtprüfung.
- **Trockenreinigung:** Entfernen Sie leichte Verschmutzungen (z. B. Laub oder losen Staub) mit einem Laubbläser oder einem weichen Besen.
- **Nassreinigung:** Verwenden Sie bei stärkerer Verschmutzung ein weiches Tuch, einen Schwamm oder eine weiche Bürste.
- **Thermoschock:** Reinigen Sie die Module nur bei niedrigen Temperaturen, z. B. am frühen Morgen oder am späten Abend. Kaltes Wasser auf heißem Glas kann einen Thermoschock verursachen und das Glas beschädigen.
- **Nicht zulässige Reinigungsmethoden: VERWENDEN SIE KEINE** Hochdruckreiniger, scheuernden Reinigungswerkzeuge sowie keine sauren, alkalischen oder entfettenden Reinigungsmittel.

Außerbetriebnahme und Entsorgung

Roofit.Solar setzt sich konsequent für den Umweltschutz ein. BIPV-Module sind für eine lange Lebensdauer ausgelegt und müssen gemäß den geltenden lokalen Vorschriften für Photovoltaik- und Elektrogeräte entsorgt werden. BIPV-Module dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden.

→ Kundensupport

Roofit.Solar bietet dem Eigentümer des BIPV-Systems von Roofit.Solar technischen Support an. Weitere Informationen finden Sie auf der Roofit.Solar Website: <https://roofit.solar/>