Montagebeispiele/-empfehlungen für Balkonkraftwerke / Stecker-Solargeräte

Stand
24. Januar 2023

Versionen
v1.0 Beispiele zusammengeführt, aktualisiert, Fehler bereinigt
v1.01 Gliederung systematisiert

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Einführung und wichtige Hinweise 5
2. Montage der Solarmodule an Balkonbrüstungen 9
2.1. Montage mit Vario Aufständerung (Empfehlung) für oben und unten 10
2.1.1. Standard-Montage an Stahl-Balkonbrüstung für oben und unten 11
2.1.2. Bohrlochlose Montage der Vario Aufständerung am Geländerpfosten (vertik. Rundrohr) 12
2.1.3. Bohrlochlose Aufständerung oben und unten mit Vario Teleskophalterung 13
2.2. Montage ohne Vario Aufständerung für oben und unten getrennt 14
2.2.1. Rohrschellen-Montage oben am horizontalem Rundrohr 14
2.2.2. Rohrschellen-Montage oben mit asymmetrischer Rohrschelle und Solar-Profilen 15
2.2.3. Aufständerung unten mit Klemmverbindung am Geländerpfosten (flach oder rund) 16
2.2.4. Aufständerung unten unter Einbeziehung der Schwerkraft 17
2.2.5. Aufständerung unten mit Vario Konsole und Gewindestange 18
2.2.6. Bohrlochlose Montage an Platten-Balkonbrüstung oben und unten mit C-Klemmen 19
2.3. Montage an Holzbalkonen 21
2.3.1. Mit Holzverbindern und Gewindestangen 21
2.3.2. Holzbalkon mit Rundstange oben und Bretterverschlag unten ab hier 22
2.4. Montage an Beton- Balkonbrüstungen 23
2.4.1. Bohrlochose Montage an Beton-Balkonbrüstung mit doppelter Verspannung 23
3. Wand-/Fassadenmontage 25
3.1. Montage mit Vario Aufständerung 25
3.1.1. Montage mit Vario Aufständerung an der Hauswand 25
4. Dachmontage 26
4.1. Flachdach und Terasse 26
4.1.1. Montage mit Vario Aufständerung und Terrassenplatten 26
4.1.2. Montage auf Kiesdächern 27
4.1.3. Montage auf Bitumendach 28
4.1.4. Montage auf Blechdach „Falz“ 29
4.1.5. Montage auf Blechdach mit Trapezdach 30
4.1.6. Aufständerung aus der Horizontalen 31
4.1.7. Variable 35/55°Aufständerung mit Selbstbau-Aufständerungsdreiecken 32
4.2. Schrägdach 33
4.2.1. Befestigung auf Ziegeldach 34
4.2.2. Biberschwanz 35
4.2.3. Schieferdach 35
4.2.4. Reet-Dach 35
5. Elektrischer Anschluss 36
5.1. Ertüchtigung der Hausinstallation 36
5.2. Außenanschluss 38
5.3. Verkabelung Modul – Wechselrichter 40
5.3.1. PV Leitungen 40

5.3.2. Netzleitungen 40
5.3.3. Absicherung der Anlage (FI und Erdung) 40
5.4. Ertragsmessung (optional) 41
5.4.1. Eingebaute Software und Hardware im Wechselrichter **41**
5.4.2. Eigenständiges Erfassungsmodule und Intelligente Steckdosen (nur für Schuko-Anschluss erhältlich!) **41**
6. Haftungsausschluss 43
7. Referenzen 43

Abbildungen:

Abbildung 1:Klemmbereich von Solarmodulen 6
Abbildung 2: Modulbefestigung mit Endklemme auf Montageprofil 50x30 7
Abbildung 3:Vario-Aufständerung (ohne Versteifung) – Produktbild 10
Abbildung 4: Montagebeispiel 1 – Standardmontage an Stahl-Balkonbrüstung – oben und unten....11
Abbildung 5: Montagebild Standardmontage an Stahlbalkonbrüstung 11
Abbildung 6: Balkon-Installation, vertikale Rundrohr Befestigung 12
Abbildung 7: Detailansicht von Befestigung Vario Aufständerung am vertikalen Rundrohr 12
Abbildung 8: Vario Konsole – Aufständerung mit VARIO Teleskophalterung....13
Abbildung 9: Rohrschellen-Befestigung oben / Aufständerung per Klemmverbindung unten 14
Abbildung 10: Rohrschellen-Befestigung oben 14
Abbildung 11: asymmetrische Rohrschelle, um 180° gedreht an das Profil anschrauben, dann zurückdrehen und Modul mit Klemmen befestigen 15
Abbildung 12: Seitenansicht Rohrschellen oben/Klemmverbindung am Geländerpfosten (unten) 16
Abbildung 13: Klemmverbindung am Geländerpfosten unten....16
Abbildung 14: Aufständerung unten unter Einbeziehung der Schwerkraft....17
Abbildung 15: Verschraubung Vario Konsole mit vertikalen Gitterstäben und M8 Gewindestange 18
Abbildung 16: Verschraubung Vario Konsole mit horizontalen Gitterstäben und M8 Gewindestange 18
Abbildung 17: Modulhalter mit C-Klemmen für Balkongeländer....19
Abbildung 18: C-Klemme – obere Befestigung 19
Abbildung 19: C-Klemme - untere Befestigung 19
Abbildung 20: Befestigungsmöglichkeiten an Holzbalkonen....21
Abbildung 21: Module an Holzbalkon mit Rundstange oben....22
Abbildung 22: Modulbefestigung an Betonbrüstung mit doppelter Verspannung 23
Abbildung 23: Schematische Darstellung der Verspannung 23
Abbildung 24: Montage mit Vario Aufständerung an der Fassade - Produktbild 25
Abbildung 25: Flachdach-Montage mit Terrassenplatten....26
Abbildung 26: Bitumenhaken....27
Abbildung 27: Befestigung mit Falzklemme 29
Abbildung 28: Befestigung mit Stockschrauben....30
Abbildung 29: Aufständerung auf Flachdach....31
Abbildung 30: Profilverbindung mit Kreuzwinkel 31
Abbildung 31: Aufständerung Selbstbau 32
Abbildung 32: Verschraubung L-Winkel 32
Abbildung 33: Aufständerungsgestell 32
Abbildung 34: Modul mit Klemme auf Profil befestigt....32
Abbildung 35: Montagebeispiel für Dachmontage auf Nebengebäude (Garage) 33
Abbildung 36: Dachbefestigung mit Dachhaken 34
Abbildung 37: Ferraris Zähler (ohne Rücklaufsperre) 37
Abbildung 38:Moderne Messeinrichtung mit Rücklaufsperre (roter Kreis)....37
Abbildung 39:„einfache“ Wieland Steckdose (Unterputzmontage) 38
Abbildung 40:Montagebeispiel mit Wieland Buchse, Sicherung und WLAN Ertragsmessung 38
Abbildung 41: Anschlussbox innen – Sicherung für den Anschluss des Balkonkraftwerks, optionale Wieland-buchse und integrierte WLAN-Ertragsmessung 39
Abbildung 42: Anschlussbox mit Nachrüstung eines FI 39
Abbildung 43: Energiemessung hinter dem Modul....42
Abbildung 44: Energiemessung hinter dem Modul - Bauteile 42

1. Allgemeine Einführung und wichtige Hinweise

Die Grundlagen eines Balkonkraftwerkes werden auf unserer Balkonkraftwerk-Seite https://muenchen.solar2030.de/balkonkraftwerk/ erläutert (z.B. Was ist ein Solarmodul, Wechselrichter oder NA-Schutz, wie wird die Leistung angegeben und auch was als WEG-Miteigentümer oder Mieter zu beachten ist). Eine Zusammenfassung findet ihr auch im Einführungsvortrag https://muenchen.solar2030.de/balkonkraftwerk-einfuehrung/. Zusätzlich haben wir ein großes Glossar https://muenchen.solar2030.de/glossar/ eingerichtet, um Begrifflichkeiten nachzuschlagen.

Auch wenn das Balkonkraftwerk auf dem eigenen Grundstück oder Balkon aufgestellt wird, aber besonders wenn es am Gemeinschaftseigentum einer Wohnanlage montiert wird, gilt es einige „nebensächliche“ Dinge zu beachten die ein professioneller Solarteur oder Elektriker im Normalfall für euch übernimmt.

Dies wären z.B.:

- Sicherheit der Montage und Installation für den Eigentümer und die Nachbarn während Betrieb und Montage!
- Bauvorschriften (z.B. Überkopfverglasung)
- Normen und Empfehlungen (z.B. DIN, VDE)
- Blitzschutz
- Schnee- und Windlast
- Versicherung (z.B. Haftpflicht)

Mit Eigeninitiative, Hilfe von Freunden und Fachleuten, sowie den richtigen Teilen kann man ein Balkonkraftwerk aber auch selbst montieren und in Betrieb nehmen. Bei allem sportlichem Ehrgeiz darf die Sicherheit nicht vernachlässigt werden. Mit dem Dokument geben wir Ideen und Erfahrungen weiter, die wir gesammelt haben.

Wichtiger Hinweis zur Elektroinstallation und Anschluss des Balkonkraftwerkes an das Hausnetz:
Wir gehen davon aus das die elektrische Anlage bereits für den Anschluss eines Stecker-Solargerätes vorbereitet ist bzw. von einer Elektro-Fachkraft eine Leitungsprüfung durchgeführt und eine entsprechende „Energiesteckdose“ nachgerüstet wurde. Elektrik ist Nichts für Heimwerker. Hier droht Gefahr für Leib und Leben – bitte lasst hier den Fachmann ran.

Wichtiger Hinweis zu Schrauben und Montagezubehör
Da PV-Anlagen bis zu 40 Jahre an Ort und Stelle verbleiben, empfehlen wir aufgrund der höheren Korrosionsbeständigkeit bevorzugt Edelstahl und Aluminium (idealerweise eloxiert) zu verwenden.
Bei Edelstahl reicht in der Regel V2A (A2) in der Festigkeitsklasse 70 (in den Shops üblicherweise ausgewiesen als A2-70). In der Nähe stark befahrener Straßen/Autobahnen und Küsten besser zu V4A greifen (A4), weil V2A (A2) nicht ausreichend vor Salzkorrosion geschützt ist. Die Festigkeitsklasse findet sich bei den meisten Schrauben auch auf dem Schraubenkopf (z.B. für Edelstahl A2-70). Die folgenden Links bieten Unterstützung für die Suche nach dem passenden Anzugsdrehmoment: https://wiki.bmw-bike-forum.info/images/f/f1/Anzugsmomente.pdf.

Verzinkter Stahl ist deutlich kostengünstiger und weist im Vergleich zu Edelstahl eine deutlich höhere Festigkeit auf. Da dieser aber deutlich korrosionsanfälliger ist, ist die Verwendung besonders im urbanen Bereich recht problematisch. In besonders witterungsgeschützten Bereichen (z.B. bei der Montage von Dachhaken auf Dachsparren) ist das aber durchaus eine sinnvolle und kostengünstige Alternative.
Generell gilt, dass Schraubverbindungen regelmäßig auf Korrosion und festen Sitz überprüft werden sollten (jährlich).
Bei der Verarbeitung ist darauf zu achten, dass Verschraubungen mit den zum jeweiligen Material passenden Anzugsdrehmoment fixiert werden (Tabellen dazu finden sich im Internet). Die Verwendung eines Drehmomentschlüssels wird dringend empfohlen! Für M8 Gewinde aus A2-70 wäre das korrekte Anzugsdrehmoment z.B. 16Nm. Eine Überschreitung kann zur Beschädigung des Gewindes und einem Bruch führen, eine Unterschreitung zu einer Lockerung der Verbindung.

Noch ein Hinweis zur Verarbeitung von verzinktem Stahl. Bohrlöcher und Schnittkannten sind nach der Bearbeitung ungeschützt und müssen wieder verzinkt werden um ihre Korrosionsbeständigkeit wiederzuerlangen. Dazu macht man z.B. Bohrlöcher einen Millimeter größer und streicht die bearbeiteten Stellen mit flüssiger Zink-Farbe.

Wichtiger Hinweis zum Aufständern von Modulen an Balkonen oberhalb des 1 Stocks
Befindet sich die Modul-Oberkante mehr als 4m oberhalb einer Verkehrsfläche, so sind spezielle baurechtliche Bestimmungen einzuhalten. Dies betrifft insbesondere die Überkopf-Verglasungsverordnung, die für diesen Fall die Verwendung von speziellen Modulen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (AbZ) vorgibt. Diesbezügliche Möglichkeiten sind noch in der Diskussion.

Asymmetrische Solar Module
PV-Module sind oft asymmetrisch, 3 Reihen oben, 2 Reihen unten, wenn der untere Teil verschattet ist, liefern die oberen Reihen noch Strom. Beim Aufstellen sollte man deswegen auf 'unten' und 'oben' achten.

Hinweis zur Befestigung der Solarmodule

Achtung: Die einzig rechtsverbindliche Vorgabe für die Montage von Solarmodulen ist die zu dem jeweiligen Modul passende Montage-Anleitung des Modul-Herstellers (in der jeweils aktuellen Fassung). Dort finden sich die einzig maßgeblichen Sicherheitshinweise und Anweisungen für die Montage. Die Montage-Anleitung erhält man vom Händler, oder durch Internetsuche.

Hier können deshalb nur einige kurze Erläuterungen der dort üblichen Montage-Anweisungen gemacht werden.

Aus statischen Gründen dürfen Solarmodule nur in bestimmten sogenannten Klemmbereichen befestigt werden um. Für die Installation ist stets der vom Hersteller zulässige Bereich zu verwenden, der **in der Montage-/ Installationsanleitung zum Modul** steht. Dort sind meist unterschiedliche Bereiche angegeben, wie in diesem Schema:

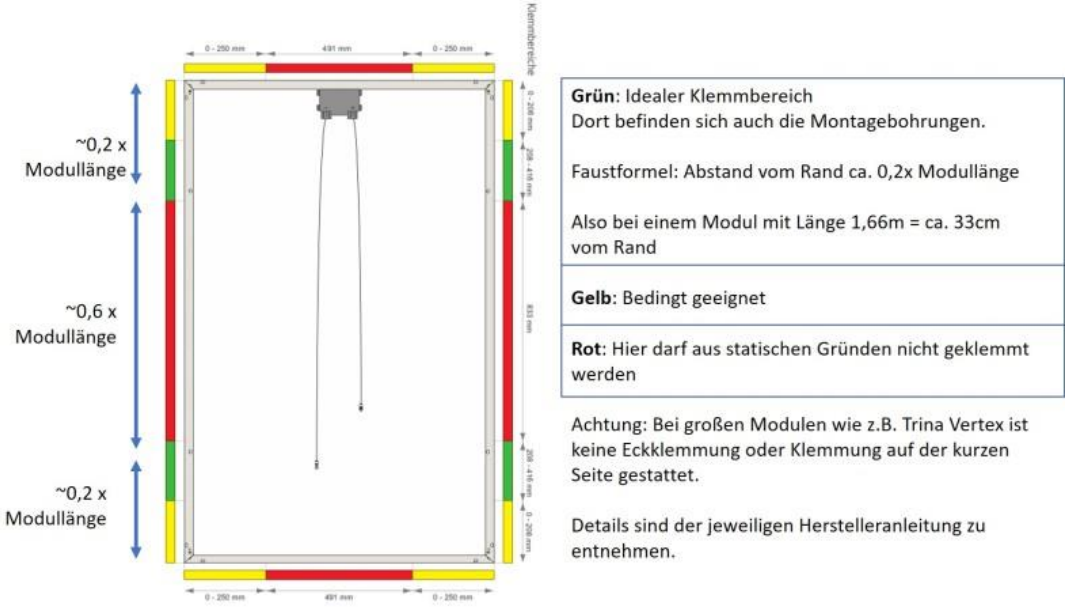

Abbildung 1:Klemmbereich von Solarmodulen[i]

Im idealen Klemmbereich Bereich befinden sich auch längliche Schraublöcher für die Anschraubbefestigung an der Unterkonstruktion. Das ist der Bereich, wo das Modul am stabilsten befestigt werden und die größten Belastungen aufnehmen kann.

Häufig werden in Montage-Anleitungen der Modulhersteller folgende Befestigungsarten angegeben:

Anschraubbefestigung
Module können mit Schrauben (in der Regel M8) über die im Modulrahmen vorgesehenen Anschraublöcher befestigt werden. Die Lage der Anschraublöcher findet sich im Datenblatt und **in der Montageanleitung des Moduls**. Üblicherweise werden dort spezifizierte Schrauben, Unterlegscheiben auf beiden Seiten, sowie Federring und Mutter verwendet, um das Modul auf einem Modulträger mit entsprechenden Bohrungen zu befestigen.

Die **vorgeschriebenen Anzugsmomente** stehen **in der Montageanleitung des Moduls**.

Klemm-Montage
Für die Montage auf den üblichen Montageprofilen werden häufig einfache Kantenklemmen verwendet. Eine Schraube, oft eine Zylinderkopfschraube M8 mit Innensechskant (Inbus), wie in dem Bild rechts, zieht einen speziellen Alu Profilkörper, die Modulklemme, an der Kante des PV Moduls gegen die Montage Schiene fest. Als Gegenhalter zur Schraube wird eine Mutter in das Montageprofil eingeschoben.

Genaueres findet sich in der Montageanleitung des jeweiligen Moduls.

Die Schrauben müssen die passende Länge haben — abhängig von der Höhe des Modulrahmens und Ausführung der End- oder Mittelklemme. Die Schraube muss die Einschiebe Mutter oder den Nutenstein sicher greifen, darf aber nicht den Boden des Montageprofils berühren. Einige Montageprofile haben einen „verlängerten Boden“ im Nutenkanal, damit dies nicht passiert und universelle Schraubenlängen verwendet werden können.

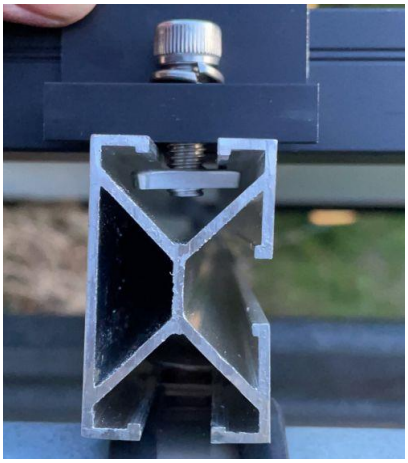

Abbildung 2: Modulbefestigung mit Endklemme auf Montageprofil 50x30

Manche Profile eignen sich für einschwenkbare „Nutensteine“ aus Aluminium oder V2A. Alu Nutensteine müssen mit großer Vorsicht eingeschraubt werden, damit sie nicht verkanten und das Gewinde beim Festziehen ausreißt.

Montage mit Lochband auf Holzleisten
Eine einfache Montage-Art, bei der es nicht auf absolut dauerhaften Halt ankommt z.B. auf Pergolen in südlichen trockenen Ländern wie z.B. Italien oder für „fliegende Bauten“ wie einem Carport kann auch ein Holzbalken als Unterkonstruktion verwendet werden. Als Holzart empfiehlt sich ein witterungsbeständiger Werkstoff wie imprägnierte Nadelhölzer, Lärche, Robinie aber auch Terrassendielen aus Kunststoffverbund. Zunächst wird ein Montageband aus Zinkeisen einmal umgeknickt und der entstandene Falz in den Modulrahmen eingeschoben. Die Löcher des Montagebandes fassen dann innen und außen den Rand und werden mit passenden Schrauben wie oben bei der Anschraubmontage, verschraubt. Das freie Ende des Montagebandes ragt dann über die Kante des Moduls hinaus, wird über die Holzleiste nach unten weggebogen und unter Spannung dort mit Holzschrauben befestigt. An allen vier Schraubpunkten ausgeführt ergibt sich eine feste Montage auf den verwendeten 2 Holzleisten, die ähnlich unter dem Modul geführt werden wie Montageprofile.

Sondermontage mit dichten durchgehenden Kantenklemmen (Wintergarten)
Eine besondere Spiel art der Befestigung stellt die Verwendung von „Wintergartenklemmen“ dar, die normalerweise für Glasplatten eingesetzt werden. Sie bieten den Vorteil, dass sie mit dem Modul und der Unterkonstruktion ein dichtes Dach bilden. Damit lassen sich in Verbindung mit Durchsichtigen Glas Modulen, bei denen die einzelnen PV-Zellen mit kleinem Abstand gesetzt sind, hübsche halbtransparente Energie Wintergarten Bedachungen realisieren. Die Wintergartenklemmen sind ähnlich wie die Kantenklemmen, allerdings über die kompletten Breiten und Längen durchlaufend und mit einem Dichtband abgeschlossen.

Hinweis zu den genannten Preisen:
Die angegebenen Preise entsprechen dem Stand 08/2022 und können sich zwischenzeitlich geändert haben.

Hinweis zu den Abbildungen:
Einige der Abbildungen wurden aus dem Internet bzw. Händlershops übernommen, alle externen Bild-Referenzen sind unter dem Punkt „Referenzen“ zu finden (in der Bildunterschrift gekennzeichnet mit einer hochgestellten Zahl)

2. Montage der Solarmodule an Balkonbrüstungen

Fertige Einbausätze machen eine Montage relativ einfach. Bitte hier auch das Thema der Windlast beachten, denn ein Standard-Solarmodul sorgt mit seinen gut 20 kg und einer „Angriffsfläche“ zwischen ca. 1,7 und 2m² Fläche bei Starkwind je nach Windzone und Befestigung für massive Belastung der Unterkonstruktion. Bitte für eine stabile Verankerung im Mauerwerk oder Montageuntergrund sorgen. Freistehende Anlagen auf Balkonen, Terrassen oder Flachdächern bitte mit ausreichend Ballast beschweren. 100 kg Ballast pro Standardmodul sollten im Raum München möglichst nicht unterschritten werden.

Der Wechselrichter (WR) kann hinter dem Solarmodul untergebracht werden (Achtung: extra Schrauben nicht vergessen!), oder an einem geschützten Ort in der Nähe der Solarmodule (z.B. Garage, Balkonwand).
Was bei Montage des WR an entfernten Orten (z.B. Garage) logisch ist, wird manchmal bei Balkonmontage mit WR hinter dem Modul vergessen – die Verlängerung der DC (Gleichstrom) Kabel. Wenn der Wechselrichter hinter dem Solarmodul untergebracht wird, ist eine Unterbringung am geschützten Ende des Moduls (also nicht direkt an der Ecke, wo der Wind den Regen reinpeitscht) geeignet. Bei zwei Modulen ist ein Augenmerk auf die Verbindung vom 1ten zum 2ten Solarmodul nötig, denn je nach Montagesituation (z.B. Aufständerung, Abstand zwischen Modulen) werden die kurzen Anschlusskabel des 2ten Moduls nicht zum WR reichen. Bitte ggf. auch an Verlängerungen der DC-Kabel mit den richtigen Steckern denken.

2.1. Montage mit Vario Aufständerung (Empfehlung) für oben und unten

Die Vario Aufständerung ist aus unserer Sicht eine sehr flexible, einfache und kostengünstige Möglichkeit Solarmodule an Balkonen, Fassaden, Terrassen oder Flachdächern zu befestigen.

Die Befestigung an Fassaden und Flachdächern wird in den entsprechenden Kapiteln beschrieben, der Vario Halter ist jedoch immer derselbe.

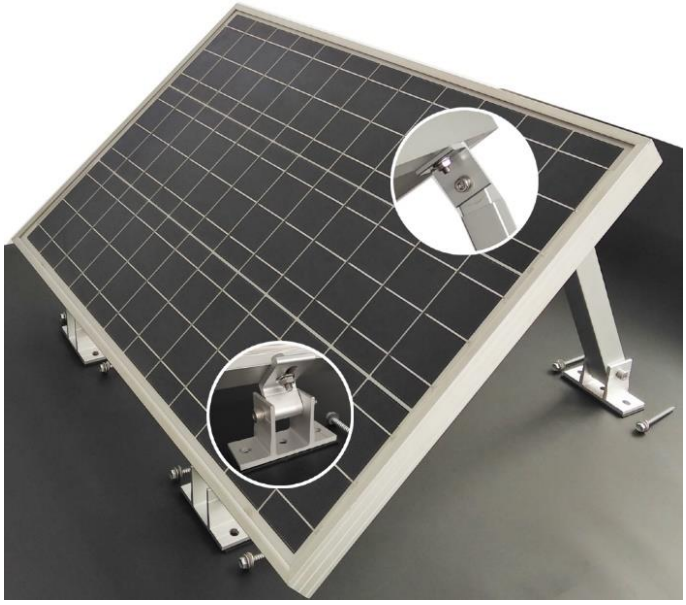

Abbildung 3:Vario-Aufständerung (ohne Versteifung) – Produktbild [ii]

Produktlinks
https://shop.europe-solar.de/Shop/
https://shop.europe-solar.de/Shop/Solar-Befestigungsset-Schienen/Aufstaenderung-Flachdach/

Nach Artikel suchen (Links werden dynamisch generiert)

- Art. Nr. 1966 (Silber) oder 1967 (schwarz)
- Art. Nr. 1969 (mit Versteifungsprofil aber ohne Endklemmen)
- Art. Nr. 1947 (Vario Konsole einzeln)

Vorteile

- Preiswert (ca. 50 EUR pro Modul, bzw. ca. 70 EUR mit Versteifungsprofil)
- Sehr stabil
- Neigung kann von 20-40° variabel eingestellt werden
- Auch geeignet für die Aufständerung auf stabilem, ebenem Untergrund (z.B. Terrasse oder Flachdach)

Nachteil

- Für die Befestigung an Balkonbrüstung oder Fassade müssen pro Modul 4-8 Löcher gebohrt werden
- Montage oberhalb vom 1. Stock schwierig bis unmöglich (für Verschraubung an Modulunterkante wird in der Regel ein Gerüst oder eine Hebebühne benötigt).
- Befindet sich die Modul-Oberkante mehr als 4m oberhalb einer Verkehrsfläche, so sind bei einer Aufständerung ab 10° spezielle baurechtliche Bestimmungen einzuhalten. (s.o.)

Achtung

- Je nach Montageart z.B. bei Klemm-Montage mit Montageschiene unter dem Modul, muss die untere Bohrung ca. 5 cm versetzt von der Achse obere Bohrung durchgeführt wird.

2.1.1. Standard-Montage an Stahl-Balkonbrüstung für oben und unten

Sofern die Balkonbrüstung im Sondereigentum steht und nicht Bestandteil von WEG-Gemeinschaftseigentum ist, ist diese Montage die einfachste und kostengünstigste und bedarf auch keiner Genehmigung.

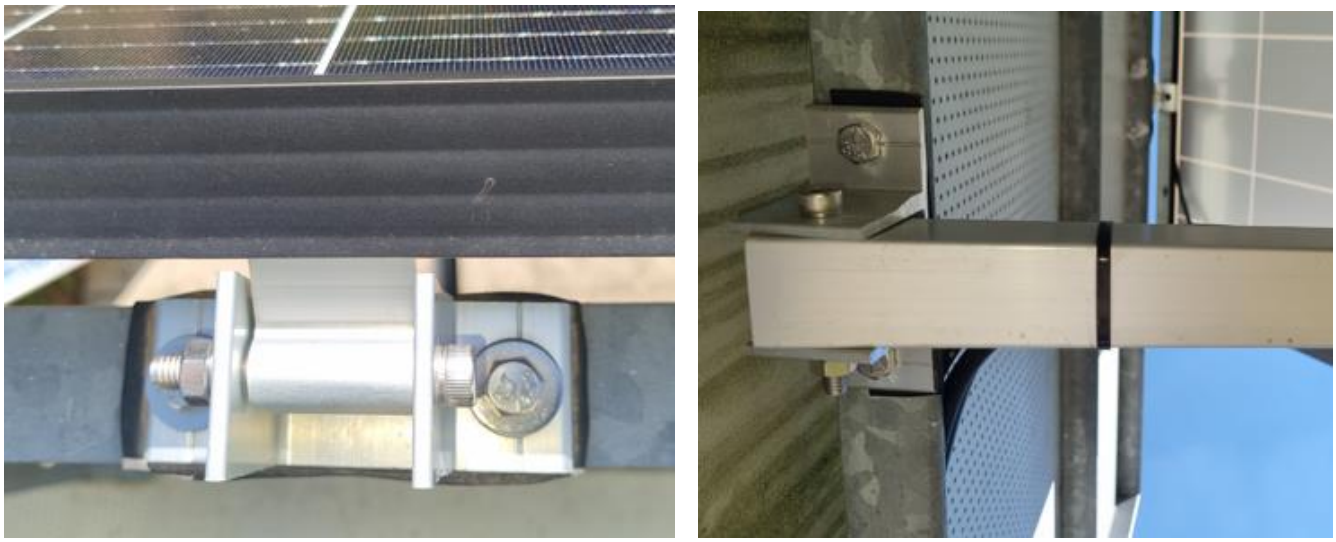

Abbildung 4: Montagebeispiel 1 – Standardmontage an Stahl-Balkonbrüstung – oben und unten

Abbildung 5: Montagebild Standardmontage an Stahlbalkonbrüstung

Materialstückliste (pro Modul):

- 1x Set Vario Halterung Silber (AES Art. Nr. 1966) enthält 2 Halterungen
- 8x M8x20 Schraube (DIN 933)
- 8x M8 Flanschmutter mit Sperrverzahnung (DIN 6923)
- 8x Unterlegscheibe 8,4x24mm (DIN9021)

2.1.2. Bohrlochlose Montage der Vario Aufständerung am Geländerpfosten (vertik. Rundrohr)

Befestigung unten und oben: Realisierung mit Vario Halter Art. Nr. 1966, Befestigung mit Halbschellen

Abbildung 6: Balkon-Installation, vertikale Rundrohr Befestigung

Abbildung 7: Detailansicht von Befestigung Vario Aufständerung am vertikalen Rundrohr

Beide Vario Halter werden mit einer Rohrschelle am vertikalen Balkon-Rundrohr befestigt. Die modulseitige Verschraubung sowie die EPDM-Dichtung für den Fuß der Vario Konsole ist im Lieferumfang des Haltersets bereits enthalten. Als Material für Schrauben und

Materialstückliste (pro Modul):

- 1x Set Vario Halterung Silber (AES Art. Nr. 1966) enthält 2 Halterungen
- 4x Halbschelle (DIN 1592/1597, Durchmesser abhängig von Rohrdurchmesser, schwere Ausrührung, Materialstärke min. 2mm)
- 4x Streifen EPDM Dichtung (alternativ geht auch eine mindestens 1mm dicke Teichfolie um den Geländerpfosten vor Kratzern/Beschädigungen schützen)
- 8x M8 Schraube in passender Länge (z.B. M8x20), je nach verfügbarem Platz als Sechskantschraube (DIN 933) oder mit Zylinderkopf und Innensechskant (DIN 912)
- 8x M8 Sprengring (Federring) DIN 127 B
- 8x M8 Flanschmutter mit Sperrverzahnung (DIN 6923)

2.1.3. Bohrlochlose Aufständerung oben und unten mit Vario Teleskophalterung

Der untere Teleskophalter (Aufständerung) wird mit einem Gegenblech (Alu 4mm) an den Gitterstreben des Balkongeländers befestigt. Analog zur nachfolgend beschriebenen Aufständerung mit Vario Konsole und Gewindestange, eignet sich diese Montage mit zusätzlichen Schrauben und Halteblechen auch für horizontal verlaufende Gitterstäbe.

Abbildung 8: Vario Konsole – Aufständerung mit VARIO Teleskophalterung

Materialstückliste für Montage oben unten (pro Modul):

- 1x Set Vario Halterung Silber (AES Art. Nr. 1966) enthält 2 Halterungen
- 4-8x Halteblech, Alu min. 4mm, Abmessungen passend zum Abstand und zur Ausrichtung der Gitterstäbe
- 4-8x M8 Schraube in passender Länge zum Stabdurchmesser (z.B. M8x40 DIN 933) - Verschraubung Vario Konsole mit Halteblech und Gitterstäben
- 4-8x M8 Flanschmutter mit Sperrverzahnung (DIN 6923)

2.2. Montage ohne Vario Aufständerung für oben und unten getrennt

2.2.1. Rohrschellen-Montage oben am horizontalem Rundrohr

Diese Montageart eignet sich besonders für Mieter oder WEG-Miteigentümer, denen das Anbohren der Balkonbrüstung nicht gestattet ist. Aus Redundanzgründen werden pro Haltepunkt jeweils 2 Rohrschellen verwendet. Es ist darauf zu achten, dass die Schellen nur auf Zug belastet werden, um ein Absenken der Unterkonstruktion unter Einfluss von Schnee- und Windlast zuverlässig zu verhindern.

Die Montage der Module erfolgt auf geeigneten Solarprofilen (z.B. 40x40mm oder 50x30mm)

Pro Modul werden zusätzlich 2 passende Solarprofile sowie 4 Modul Endklemmen (passend zur Höhe des Modulrahmens) benötigt.

Abbildung 9: Rohrschellen-Befestigung oben / Aufständerung per Klemmverbindung unten

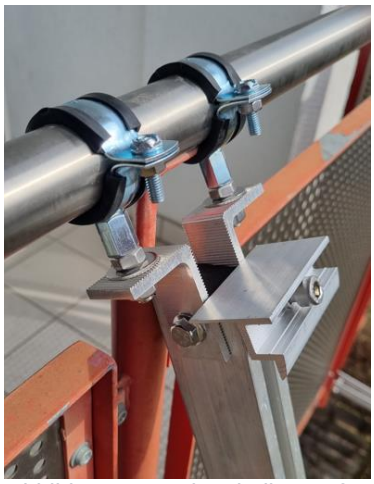

Abbildung 10: Rohrschellen-Befestigung oben

Materialstückliste für Montage oben und Modulbefestigung (pro Modul)

- 4x Rohrschelle mit EPDM-Gummieinlage (DIN 4109) mit M8 oder M8+M10 Innengewinde passend zum Rohrdurchmesser, schwere Ausführung – zur Verschraubung mit dem Handlauf/Rohr.
- 4x Gewindestift M8x40 Innensechskant (DIN 913) – Verbindung Rohrschelle/Kreuzverbinder
- 4x M8 Sechskantmutter (DIN 934) – Kontermutter zur Sicherung Gewindestift
- 4x Unterlegscheibe (DIN9021) 8,4x24mm – Kraftübertragung/-verteilung Gewindestift -> Kreuzverbinder
- 4x Kreuzverbinder (z.B. AES Art. Nr. 1937) – Verbindung Rohrschelle mit Solarprofi
- 8x M8 Flanschmutter mit Sperrverzahnung (DIN 6923)
- 2x M8 Schraube in passender Länge (z.B. M8x60 DIN 933) - Verbindung Kreuzverbinder -> Solarprofil
- 2x Standard Solarprofil (40x40 oder 50x30mm) - Länge = Modulbreite + 100mm
- 4x Endkappe 50x30 PLA grau (3D Druck) – alternativ Endkappe 40x40 PLA grau (Art. Nr.: 2301)
- 4x Modul-Endklemme mit Schraube und Nutenstein (z.B. AES Art. Nr. 1589 - passend zur Rahmenhöhe!)
- 2x Hammerkopfschraube M8x20 passend zum Solarprofil - Absturzsicherung für untere Modulklemme

Achtung: Befestigung **unten** wird zusätzlich benötigt, siehe **2.2.3 bis 2.2.5**

2.2.2.Rohrschellen-Montage oben mit asymmetrischer Rohrschelle und Solar-Profilen

Es können auch asymmetrische Rohrschellen zum Einsatz kommen, die an Solar-Profilen angeschraubt werden.

Dabei hat es hat sich als einfacher erwiesen die um 180° gedrehter Schelle zusammen zu drücken um sie mit der Schraube und Mutter anzubringen, und dann die Rohrschelle mit dem Profil um 180° zu drehen.

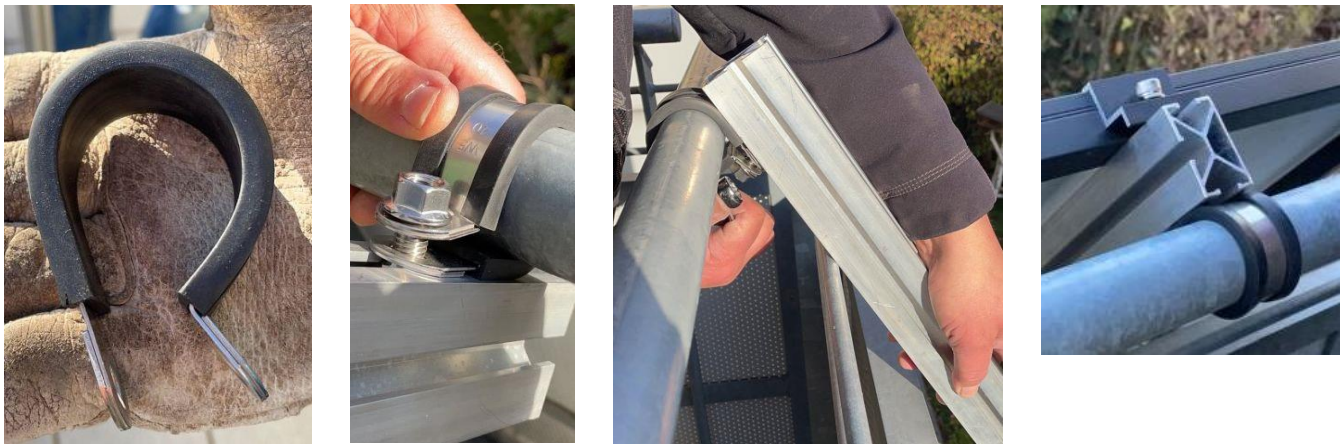

Abbildung 11: asymmetrische Rohrschelle, um 180° gedreht an das Profil anschrauben, dann zurückdrehen und Modul mit Klemmen befestigen

Das PV-Modul vorsichtig auf den Aluschienen in Position bringen (Wasserwaage) und mit den unteren Klemmen fixieren. Die oberen Klemmen auch leicht anschrauben anschließend nochmals Modul mit Wasserwaage ausrichten und beide Module auf gleich Höhe bringen … Anschließend mit dem Drehmomentschlüssel festschrauben.

Jetzt noch die Schutzkappen drauf stecken und damit ist die Montage abgeschlossen.

Materialstückliste für Montage oben und Modulbefestigung (pro Modul)

- 2x Rohrschelle, RSGU nach DIN3016, A4 P-Type 40mm – hängt vom Durchmesser des Rohres ab
- 2x Hammerkopfschraube A2 28/15 M 10 x 25 – Befestigung der Rohrsschelle an Balkon und Profil
- 2x Sperrzahnmutter DIN 6923 A2 M10
- 2x Profilzuschnitt Solarprofil 50 x 30mm (Meterware) Länge max. 6000 mm
  – Zuschnitt : 2x 1175mm + 2x 550mm – alternativ Solarprofil 40 x 40mm
  (der Zuschnitt ist immer abhängig von der PV-Modulgröße und dem Aufständerungswinkel, bei 1175mm sind jeweils 39,5mm für die Modul Endklemmen einkalkuliert)
- 4x Modul Endklemme 30mm schwarz AES Art. 1589
  – abhängig von Modulrahmenhöhe!
  (bei 2 Modulen vertikal unmittelbar nebeneinander 4x Modul Endklemme + 2 Mittelklemmen)
- 4x Zylinderkopfschrauben Innensechskant Inbus 6 mm (DIN 912) A2 M8 x 25
  – Länge abhängig von Modulklemme
- 4x Gewindeplatte 28/15 A2 M8 oder Alu-Nutenstein
- 4x Federring DIN127 A2 8,4
- 4x Endkappe 50x30 PLA grau (3D Druck) – alternativ Endkappe 40x40 PLA grau (Art. Nr.: 2301)

Achtung: Befestigung **unten** wird zusätzlich benötigt, siehe **2.2.3 bis 2.2.5**

2.2.3. Aufständerung unten mit Klemmverbindung am Geländerpfosten (flach oder rund)

Aufständerung unten: Klemmverbindung mit Realisierung mit Flachstahl (z.B. 500x30x3mm).

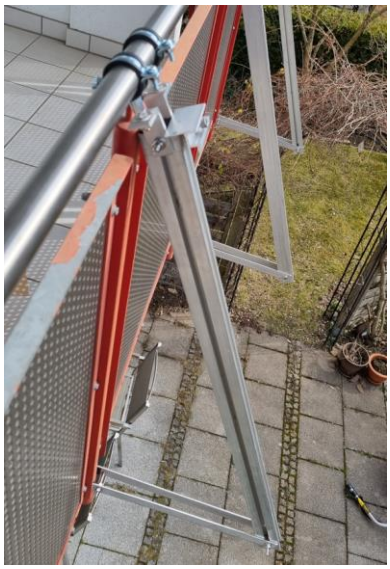

Abbildung 12: Seitenansicht Rohrschellen oben/Klemmverbindung am Geländerpfosten (unten)

Abbildung 13: Klemmverbindung am Geländerpfosten unten

Achtung: Befestigung **oben** wird zusätzlich benötigt, siehe **2.2.1 bis 2.2.2**

Materialstückliste für Montage unten (pro Modul):

- 4x Flachstahl 30x3mm in gewünschter Länge (Empfehlung 500mm)
- 4x Streifen EPDM Isolierung, ca. 40x30mm (Empfehlung: selbstklebend)
- 6x M8 Schraube in passender Länge (z.B. M8x60 DIN 933)
- 6-12x M8 Flanschmutter mit Sperrverzahnung (DIN 6923)

2.2.4. Aufständerung unten unter Einbeziehung der Schwerkraft

Oben Befestigung z.B. mit asymmetrischen Rohrschellen.

Aufständerung unten:
Aufleger abmessen, markieren und entsprechend zusägen.

Aufleger mit Aluwinkel mit dem Profil verschrauben und den Alu-Schutzwinkel zwischen Aufleger und Balkongitter stecken. Er hält allein durch den Druck des Auflegers und muss nicht extra befestigt werden.

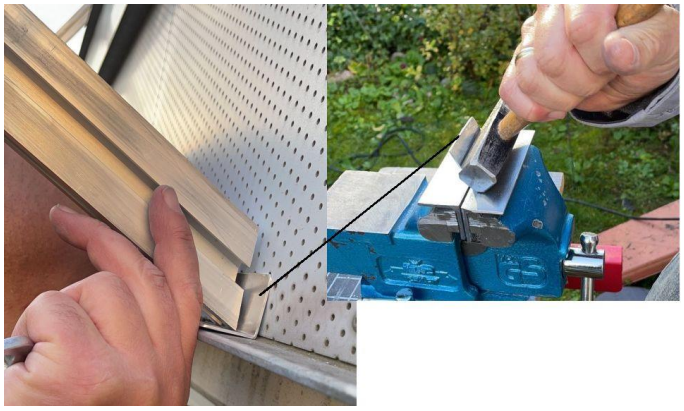

Abbildung 14: Aufständerung unten unter Einbeziehung der Schwerkraft

Jetzt die Träger in die Endposition halten und dabei alle Schrauben/Muttern mit dem Drehmomentschlüssel (oder mit Gefühl) anziehen.

Das PV-Modul vorsichtig auf den Aluschienen in Position bringen (Wasserwaage) und mit den unteren Klemmen fixieren. Die oberen Klemmen auch leicht anschrauben anschließend nochmals Modul mit Wasserwaage ausrichten und beide Module auf gleich Höhe bringen.

Anschließend mit dem Drehmomentschlüssel festschrauben und die Schutzkappen drauf stecken und damit ist die Montage abgeschlossen.

Achtung: Befestigung **oben** wird zusätzlich benötigt, siehe **2.2.1 bis 2.2.2**

Materialstückliste für Montage unten (pro Modul):

- 2x Kreuzverbinder 90° Winkel Alu 60/40 – je nach Profilschiene
- 4x Hammerkopfschraube A2 28/15 M 8 x 20
- 4x Sperrzahnmutter DIN 6923 A2 M8
- 2x Alu Schutzwinkel 35x35x50mm für Auflager

2.2.5. Aufständerung unten mit Vario Konsole und Gewindestange

Oben Befestigung z.B. mit Haken oder Rohrschellen.

Die Vario Konsole (AES Art. Nr. 1947) wird mit einem Gegenblech (Alu, min. 4mm) mit den horizontalen oder vertikalen Gitterstäben des Balkongeländers verschraubt. Je nach Ausrichtung und Abstand der Gitterstäbe werden pro Modul 2 bis 8 Haltebleche in passender Größe benötigt.

Die Aufständerung erfolgt mittels einer M10 Gewindestange.

Abbildung 15: Verschraubung Vario Konsole mit vertikalen Gitterstäben und M8 Gewindestange

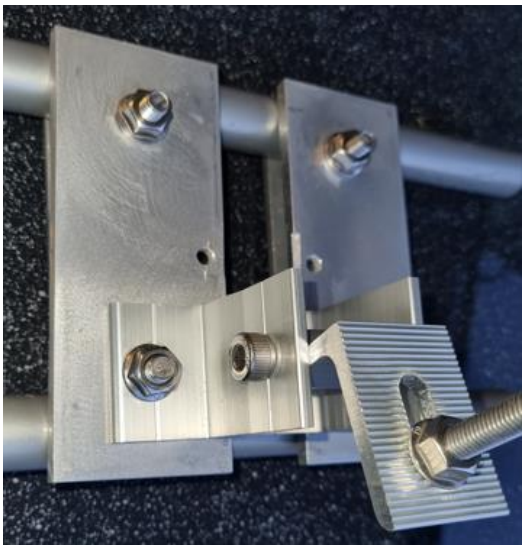

Abbildung 16: Verschraubung Vario Konsole mit horizontalen Gitterstäben und M8 Gewindestange

Achtung: Befestigung **oben** wird zusätzlich benötigt, siehe **2.2.1 bis 2.2.2**

Materialstückliste für Montage unten (pro Modul)

- 2x Vario-Konsole (AES Art. Nr. 1947)
- 4-8x Halteblech, Alu min. 4mm, Abmessungen passend zum Abstand und zur Ausrichtung der Gitterstäbe
- 4-8x M8 Schraube in passender Länge zum Stabdurchmesser (z.B. M8x40 DIN 933) - Verschraubung Vario Konsole mit Halteblech und Gitterstäben
- 4-8x M8 Sperrzahnmutter (DIN 6923)
- 2x M10 Gewindestange in passender Länge (z.B. 500mm)
- 6x M10 Sperrzahnmutter (DIN 6923)
- 2x Gewindeplatte 28/15 A2 M10 (passend zum Solarprofil)

2.2.6.Bohrlochlose Montage an Platten-Balkonbrüstung oben und unten mit C-Klemmen

Das C-Klemmen Installationspaket von Offgridtec wird als komplettes Montagepaket für Balkonmontage geliefert. Alle benötigten Halterungen, Profile und Schrauben inklusive einer Montageanleitung sind dabei. Zu besorgen gilt es nur noch Kleimaterial (z.B. zum Schutz des Montageuntergrundes). Eventuell eine Alternativlösung siehe 2.2.3 ff. für die unteres Klemmbefestigung, falls diese nicht für die Montage zugänglich oder zu eng für eine sichere Befestigung ist.

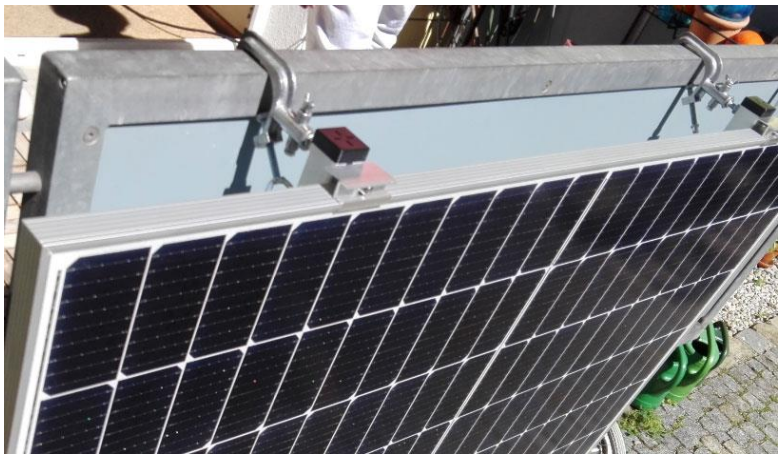

Abbildung 17: Modulhalter mit C-Klemmen für Balkongeländer

Produktlink: https://www.offgridtec.com/solarmodulhalter-balkongelaender-35mm-rahmenhoehe.html
Achtung: Rahmenstärke des Moduls beachten, es gibt Versionen für 30 mm und 35 mm Rahmen
Vorteile

- Komplettes Montagepaket mit Klemmen, Profilleisten, Schrauben usw.
- ca. 90 EUR pro Modul
- Keine Bohrungen an Balkongeländer notwendig
- Untere C-Klemme kann bei Bedarf durch Aufständerung oder alternative Klemmvorrichtung ersetzt werden (Eigenbaulösung, individuell je nach Montagesituation)
- Sehr stabil

Nachteil

- Nicht für alle Balkone geeignet,
  die C-Haken Rohrklemme 30-50mm ist nur für Geländer mit diesen Maßen geeignet.
  Die unteren Klemmen sind bei manchen Balkonen schwer zu erreichen - eigentlich nur bei offenen Gittern oder an unteren Querholmen, die mit der Hand nach außen erreichbar sind.
- Bei der Montage der unteren Klemmen ist meist eine zusätzliche Anbringung oder Ausgleich für die Schrauben zu schaffen, damit diese gut anliegen
- Die Klemmschalen der Klemmschrauben sind sehr scharfkantig und passen sich im Winkel nicht an - eine Zwischenlage eines Schutzbleches (z.B. ALU) ist hier angeraten

Montagebilder:

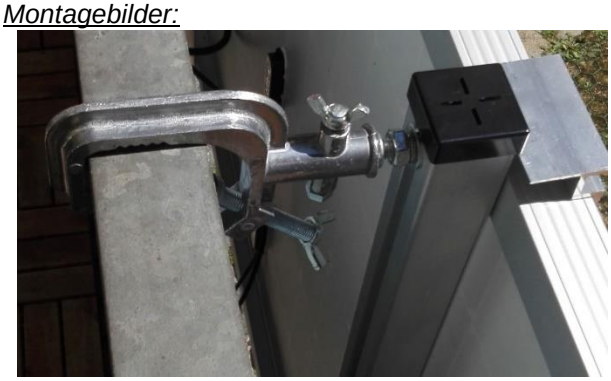

Abbildung 18: C-Klemme – obere Befestigung

Abbildung 19: C-Klemme - untere Befestigung

Materialstückliste (pro Modul)

- 1x Set Solarmodulhalter Balkongeländer 30/35mm Rahmenhöhe – je nach Modul
  Dieses Set enthält die C-Klemmen, Profilschienen mit Endkappen, Endklemmen mit Schrauben und Nutensteinen.
- Sonstiges Material z.B. für Eigenbaulösung unten...

2.3. Montage an Holzbalkonen

2.3.1. Mit Holzverbindern und Gewindestangen

An einem Balkon aus Holz gibt es die vielfältigsten Möglichkeiten der Befestigung. Eine bewährte Methode stellt die Aufhängung des Moduls über vorbereitete Modulprofile an zwei außen am Balkon angeschraubte Edelstahl Winkel dar. Der Winkel hat dabei ein Loch für eine M8 Schraube und das Profil quer eine entsprechende Bohrung. Nach der Vorbereitung mit je einem Winkel passgenau zum Modulträger, links und rechts am Balkon wird das Modul über die Brüstung gehoben und mit den bereitgelegten langen M8 -Schrauben durch Winkel und Löcher Schrauben gesichert.

Abbildung 20: Befestigungsmöglichkeiten an Holzbalkonen

Nicht vergessen, vorher die Gewindestangen oder Alu--Winkel bereits passgenau im unteren Bereich der Modulschienen anzubringen, damit die untere Verspannung gegen eine kleine Montageplatte an den Brettern stattfinden kann.

Wenn die Bretter nicht ausreichend tragfähig sind, dann muss die untere Verschraubung an einer sicheren anderen Stelle erfolgen. Zum Beispiel mit Hilfe eines Ausgleichsprofil oder einer U--Schelle an den senkrechten Tragrohren.

Eine Herausforderung ergibt sich beim Einfädeln der unteren Gewindestange, wenn diese nicht von innen am Balkon durch die Bretter mit der Hand geführt werden kann. Hier muss dann alles vorher ausgemessen und vorher verschraubt werden, was nachher nichtmehr am Modultragprofil erreicht werden kann.

Materialstückliste (pro Modul)

- 2x Edelstahl-Winkelverbinder 50x50x40 - auf einer Seite ein Loch für M8 ca. 20x20mm vom oberen äußeren Rand gebohrt für die Halteschraube
- 2x Profilzuschnitte mit seitlicher Nut in passender Länge für das Modul
- 2x Sechskantschrauben (DIN 933) A2 M8 x 60 (je nach verwendetem Profil auch länger oder kürzer möglch) (alternativ Zylinderkopf-Inbus)
- 2x Muttern M8 mit Scheibe und Sprengring zur Verschraubung der oberen Halterung.
- unten: Beispiel Gewindestange als leichter Abstandhalter
- 2x VA-Gewindestange (grün) M8, Zuschnitte ca.25cm lang
- 8x Muttern M8, teilweise zum Kontern
- 4x Scheiben
- 4x Sprengringe
- 2x Verbinder Platten 93x40 oder ähnlich mit 2 Löchern 10mm und ca. 8 Löchern 6mm für Verschraubung mit Holz
- 6x Spengler Schrauben 5x25 oder 5,5x35mm
- 2x Kreuzverbinderwinkel evtl. für befestigen der Gewindestangen am Profil
-

Gewindestange in Nutenkanal mit 2 Muttern und Scheibe verschrauben, Beim Einhängen des Moduls muß die Gewindestange den vorgesehenen Ausschnitt in der Verkleidung treffen.Hinter der Holzverkleidung eine Metallplatte montieren und die durchgesteckte Gewindestange mit den beiden Muttern darin fixieren.

2.3.2. Holzbalkon mit Rundstange oben und Bretterverschlag unten ab hier

Balkone mit Metallrohren als Brüstung bieten sich besonders an, eine Hakenaufhängung an den Montageschienen anzubringen. Mit direkter oder indirekter (= über zusätzlichen seitlichen Winkel) Verschraubung des Hakens kann die Höhe des Überstandes oder eine eventuelle Tieferlegung der Modulkante reguliert werden.

Anstelle des Hakens kann bei Brüstungen aus Metallrohr auch eine sog. Stage Clamp (aus der Bühnentechnik) verwendet werden.

Ragt die Modul-Oberkannte über die bisherige Brüstung (Modul ist immerhin etwas höher als 1 Meter), dann kann damit ein zusätzlicher Sichtschutz realisiert werden.

Wenn lange Haken eingesetzt werden sind über dem Modul auch noch Pflanzkästen am Balkon anzubringen. Die Reinigung des Moduls sollte dabei aber öfters erfolgen.

Abbildung 21: Module an Holzbalkon mit Rundstange oben

Ein wesentliches Element aller Aufhängungen stellt die wetterfeste Befestigung am unteren Rand dar. Der Holzbalkon mit waagerecht oder senkrecht angebrachter Verbretterung stellt ideale Voraussetzungen für eine gesicherte Verschraubung von Montageelementen mit dem Holz dar. Zum Einsatz kommen Holz-Verbinder-Platten, durch deren größeres Loch eine Gewindestange verschraubt wird und nach außen zum Modulrahmen geführt wird. Auch Winkel und Flachbänder können zur Befestigung mit dem Modulrahmen oder Träger verwendet werden. Bei Holz ist die Tragfähigkeit der Unterkonstruktion wichtig und regelmäßig zu prüfen.

Eine Herausforderung ergibt sich beim Einfädeln der unteren Gewindestange, wenn diese nicht von innen am Balkon durch die Bretter mit der Hand geführt werden kann. Hier muss dann alles vorher ausgemessen und verschraubt werden, was nachher nicht mehr am Modultragprofil erreicht werden kann.

Materialstückliste (pro Modul)

2.4. Montage an Beton- Balkonbrüstungen

2.4.1. Bohrlochlose Montage an Beton-Balkonbrüstung mit doppelter Verspannung

Hier darf meist nicht gebohrt werden und an die Unterseite kommt der Monteur nicht ran.

Bei unten überstehender Brüstung wäre eine doppelte Verspannung mit Haken eine mögliche Befestigung.

Dazu kann an der Balkonbrüstung ein zusätzliches senkrechtes Montagegestell angebracht werden. Verschraubung dann oben mit den Modulträgern z.B. über ein Querloch.

Unten hat das senkrechte Montagegestell einen Haken, der in die Betonbrüstung (bei Überstand) einrastet und nach oben mit einem weiteren Haken verspannt wird.

Es kommen Haken-Halter zum Einsatz, die zwischen 10cm und 13cm gefertigt sind oder verstellbar sind.

Oben können diese Haken an der Brüstung eingehängt und am Ende verkeilt werden.

Abbildung 22: Modulbefestigung an Betonbrüstung mit doppelter Verspannung

Unten gelingt eine Befestigung nur, wenn die Brüstungsplatte nach unten übersteht. Hier kommt dann auch ein passender Haken (eventuell mit rutschsicherer Gummiauflage) zum Einsatz.

Der obere Haken wird vorläufig am fertig auf dem Modul angeschraubten Modulträger angeschraubt und der untere Haken auf Maß bereits fest am Modulträger montiert.

Das Modul wird dann von den Helfern über die Brüstung gehoben und unten eingehängt. Eine Absturzsicherung für die Montagezeit entlastet die Helfer.

Der obere Haken wird jetzt nach oben gezogen und passgenau an der Brüstung eingehängt. Mit der Absturzsicherung (Hebel zwischen Modulrahmen und Brüstung) mit leichtem Druck ein Spannung zum unteren Haken aufbringen und den oberen Haken festschrauben.

Verkeilung-/ Verschraubung des oberen Hakens anbringen zur dauerhaften Sicherung.

Eine Aufständerung kann mittels L-Profil oder Gewindestange zwischen Modulprofil und Montagegestell hergestellt werden. Aufständerungen an Balkonen dürfen ab 4m Einbauhöhe nur bis 10° ausgeführt werden.

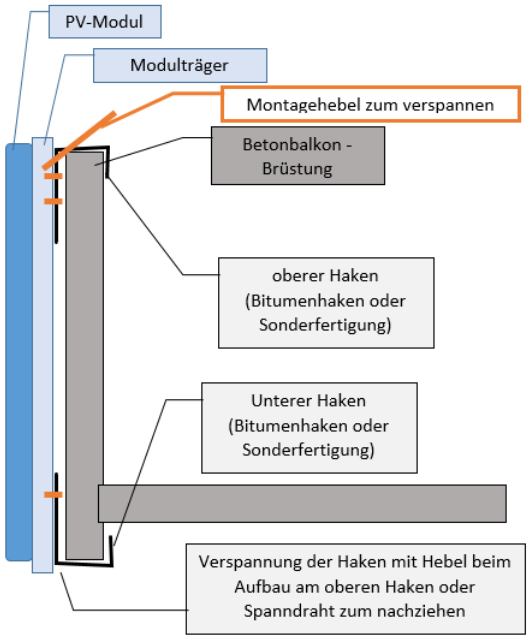

Abbildung 23: Schematische Darstellung der Verspannung

Damit ist das Modul für den Winterbetrieb optimal eingestellt, denn zu dieser Jahreszeit ist die Energieernte besonders wichtig auf die flacher stehende Sonne ausgerichtet. Das gilt ganzjährig auch für in Ost-West-Richtung montierte Module.

Materialstückliste (pro Modul)

- 2x Schiefer- Universalhaken Nirosta, oder
  entsprechende Spezialanfertigung bei breiterer Brüstung (Flachprofil VA - 30x4mm - Länge nach Bedarf)
- 2x passende Haken für unten
- 6x M10x20 Sechskantschrauben – für die Haken, oben 2x verschrauben
- 6x Sperrzahnmutter M10
- Montageprofil 40x40 M10/ M8-Nutenkanäle
- 4x Schrauben M8x20 VA - Modulbefestigung
- 4x Muttern/Gleitmuttern
- 4x Scheiben und Sprengring zur Befestigung des Moduls durch die Schraublöcher am Profil
  optional:
- Gummiauflagen und zusätzlich
- 2x Schrauben mit Muttern zum Verspannen oben
- Hilfsmittel: Montiereisen zum Halten des Moduls während der oberen Montage.

3. Wand-/Fassadenmontage

3.1. Montage mit Vario Aufständerung

3.1.1. Montage mit Vario Aufständerung an der Hauswand

Montage mit Vario Aufständerung Art. Nr. 1966, Verschraubung an der Hauswand

Hinweise:

- Für eine solche bauliche Veränderung braucht es ggf. die Genehmigung des Vermieters bzw. der WEG.
- Nach aktueller Interpretation der DIBt-Vorgaben dürfen Standard Glas/Folien Module oberhalb von 4m Höhe der Moduloberkante (also ab 2. Stock) nur um max. 10° aufgeständert werden. Der Mindestwinkel der hier dargestellten Lösung beträgt aber 20°. Daher ist diese Montageart oberhalb von 4m nicht zulässig.
- Die Funktion der Wärmedämmung und die Dichtigkeit der Gebäudehülle darf nicht beeinträchtigt werden, denn ein „Aluminiumkühlkörper“ an einer Hauswand, der die Außentemperatur durch dicke Stahlschrauben in die Hauswand leitet, kann Wärmebrücken bilden und folglich innen Schimmel hervorrufen.
- Bei Gebäuden mit Fassadendämmung ist zudem die Statik zu beachten. Montage durch Profi bzw. nur mit entsprechenden Dübeln (z.B. https://www.amazon.de/TOX-Abstandsmontagesystem-Thermo-Markisen-befestigung-084600101/dp/B00BSPB75S) und dazu passendem Injektionsmörtel führt zu Mehrkosten.
- Bei Verwendung von ungeeigneten Materialien (z.B. verzinktem Stahl) können sich im Laufe der Zeit hässliche Rostspuren an der Fassade bilden.
- Gut geeignet für unbeheizte Nebengebäuden (z.B. Gartenhäusern oder Garagen).

Abbildung 24: Montage mit Vario Aufständerung an der Fassade - Produktbild[iii]

Materialstückliste (pro Modul):

- 1x Vario Halterung Silber (AES Art. Nr. 1966)
- 8x 8mm Schraube (z.B. DIN 571) – Länge und Beschaffenheit entsprechend den statischen Erfordernissen und passend zum Untergrund/Dübel
- 8x 10 oder 12mm Dübel – Länge und Beschaffenheit entsprechend den statischen Erfordernissen und passend zum Untergrund
- 8x Unterlegscheibe 8,4x24mm (DIN9021)

4. Dachmontage

4.1. Flachdach und Terasse

4.1.1. Montage mit Vario Aufständerung und Terrassenplatten

Montage mit Vario Halter Art. Nr. 1966, Verschraubung auf Terrassenplatten

Diese Montageart eignet sich auch für freistehende Anlagen auf Terrassen oder Balkonen (innerhalb der Balkonbrüstung) und erfordert innerhalb einer WEG keine Genehmigung, solange sich die Anlage auf einer Fläche mit Sondernutzungsrecht befindet.

Abbildung 25: Flachdach-Montage mit Terrassenplatten

Materialstückliste (pro Modul):

- 1x Vario Halterung Silber mit Versteifungsprofil (AES Art. Nr. 1969)
- 8x 8x50mm Holzschraube (DIN 571)
- 8x Unterlegscheibe 8,4x24mm (DIN9021)
- 8x Fischer SX10 x 50mm Dübel
- 4x Modul-Endklemme mit Schraube und Nutenstein (z.B. AES Art. Nr. 1589 - passend zur Rahmenhöhe!)
- 4x Terrassenplatte (Empfehlung 50x50x5cm / ca. 28kg, gibt es im Baumarkt für unter 4 EUR pro Stück – z.B. https://toom.de/p/betonplatte-grau-50-x-50-x-5-cm/4340002)
  Alternativ sollten auch entsprechende schwere Rand- bzw. Bordsteine (2 pro Modul, ca. 5 EUR pro Stück) dafür geeignet sein (z. B. https://www.obi.de/einfassungen-stufen-mauersysteme/tiefbordstein-aus-beton-8-x-30-x-100-cm-grau/p/4695250#/ mit einem Gewicht von über 50kg pro Stück)
- Schwere Teichfolie (min. 1mm dick) zum Schutz des Untergrunds, falls dieser druckempfindlich ist (z.B. gesandete Teerpappe)

4.1.2. Montage auf Kiesdächern

Bei Kiesdächern sind 2 Besonderheiten zu berücksichtigen.

1. Die Unterkonstruktion ist eine Folie auf Beton, Holzbrettern, selten auch Metall. Die Gebäudehülle ist nicht dicht und wird durch die Folie vor Nässe geschützt. Darauf liegende Kiesel dürfen also diese Folie nicht durchlöchern oder schwächen.

   Daher kann kein Dübel in die Dachhaut eingebracht werden, vielmehr wird mit einem schweren Klotz aus Beton Gehwegplatten an den 4 Ecken der Module gearbeitet. Die Kiesel sind an den Stellen, an denen die Gehwegplatten oder Randplatten aufliegen sauber zur Seite zu schieben und anschließend wieder um die Plattenhalter aufzufüllen.

   Kiesdächer sind oft so konstruiert, dass sie durch die Sonne „rücktrocknen“ können. Das wird durch die flach aufgebauten PV-Module behindert allerdings werden die Flächen unter den Modulen auch weniger nass.

   Eine Aufständerung ist bei starken möglichen Winden nicht zu empfehlen. Bei flach, im Abstand von 6 10cm montierten PV-Modulen ergibt sich eine Windlast von ca. 150 200kg für 2 Module. Die Betonklötze müssen diese Kraft gegenhalten und dürfen dabei die Verkehrslast des Gebäudes (meist 250kg/m²) nicht überschreiten.

   Ausführung: U-form Haken (Bitumendachhaken) mit Tragprofil verschraubt und darauf die PV-Module. Lange Seite des Hakens mit Betonplatten verdübeln und beschweren.

Materialstückliste (pro Modul)

- 4x Schieferhaken
- 4x Schrauben M8x22,
- 4x M8-Muttern
- 4x Scheiben und Sprengringe – Direktmontage am Haken.
- 8x Dübel 6mm
- 8x Schrauben 5x50 (zink oder VA)
- Acrylat Paste für Haken an Betonplatte
- 4x Betonplatten je 25kg (z.B. 40x40cm)

bei 2 Modulen braucht es 8 Betonplatten, 2x Montageprofil 40x40 2,2m 4 Haken, 8x Montagesatz Modul, M8-Schrauben und 4x M10-Schraubensatz Profil an Haken. (Schraube und Sperrzahnmutter)

Abbildung 26: Bitumenhaken

4.1.3. Montage auf Bitumendach

Meist Holzbretter-Unterkonstruktion und darauf Asphalt/Bitumen Pappe. Kann mit Dichtmasse geschützt durchbohrt / durchschraubt werden (Spengler Schrauben mit Dichtring und EPDM Unterlage bei Bitumen-Dachhaken). Oder Stockschraube mit Dichtring. Darauf gut hinterlüftet die Module auf die Tragschiene. Aufständerung bei guter tragfähiger Unterkonstruktion möglich. Schraubhaken entsprechend der zu erwartenden Windlast mehrfach ausführen.

Besonderheit: Bitumen stellt eine Brandlast dar wenn sich die Hitze unter den Modulen zu stark staut, dann entstehen kritische Temperaturen. Auf gute Hinterlüftung durch entsprechenden Abstand achten.

Materialstückliste (pro Modul)

4x Dachhaken für Bitumen und Schieferdach
8x Spengler Schrauben V2A Edelstahl 4,5×55 mit Dichtscheibe
1x Bitumendichtstoff
2x Solarprofil 40x40x1200mm
4x Profil Endkappe 40x40
10x Schrauben-Set Edelstahl A2 M8x16
10x Nutenstein
1x große Unterlegscheibe M8

4.1.4. Montage auf Blechdach „Falz“

Bei Blechdächern gibt es die Möglichkeit, die Stehfalze als Anklemmpunkte zu nutzen. Mit der speziellen Klemme wird ein ca. 10cm goßes massives Blechteil mit Platte gegen den Stehfalz geschraubt. Auf den sich ergebenden Montage-Löchern wird dann wieder Tragschiene und PV Modul befestigt.

Die Festigkeit der Blechbahnen muss vorher sichergestellt werden, damit sie sich nicht vom Untergrund lösen. Eventuell sind die Blechbahnen mit zusätzlichen Spengler Schrauben an den Untergrund zu befestigen.

Bei größeren Anlagen sollten auch mehr Klemmen verwendet werden als die empfohlenen 4 bei einem Doppelmodulträger. Ein Beispiel zeigt eine 4 Modul Anlage, bei der am Ende 8 Klemmen verwendet wurden und zusätzlich noch eine Schiene als Lastausgleich darüber.

Abbildung 27: Befestigung mit Falzklemme

Materialstückliste (pro Modul)

- 4x Falzklemme
- 2x Montageprofilstücke 1,1m = Modulbreite +
- 4x Schrauben M10 für Montage Haken zu Schiene
- 4x Schrauben M9 für Montage Profil zu Schiene

Aufständerung mit L-Profil ALu 3mm-400 30x30 oder 40x40, 2x 1 Meter
4 Kreuzwinkel.

4.1.5. Montage auf Blechdach mit Trapezdach

Wenn ein Dach mit einem stabilen Trapezblech bedeckt ist und entsprechend verschraubt, dann können diese Schraubpunkte ausgewechselt und durch Stockschrauben für die Modulbefestigung verwendet werden. Auf der Stockschraube befindet sich nach dem Holzgewinde eine Mutter mit einer Dichtscheibe. Darüber sind nochmal 2 Muttern, mit denen die Befestigungsplatte angeschraubt wird. Mit der Befestigungsplatte wird die Tragschiene verschraubt.

Alternativ zur Befestigungsplatte kann auch ein Winkel angeschraubt werden und so eine Aufständerung realisiert werden. Die PV-Module sind immer auf einer Tragschiene, die bei flacher Montage entweder direkt mit den geraden Platten verschraubt werden oder mit einem zwischengeschalteten Kurzprofil für die Aufständerung mit den Kreuzwinkeln.

Abbildung 28: Befestigung mit Stockschrauben

Materialstückliste (pro Modul)

- 2x Modulprofil 40x40 (Profines oder Altamira, oder K2-Baywa),
  Zuschnitt für 1 Modul 1,1m, für 2 Module 2,2m Länge
- 4x Stockschraube M10x250 oder M10x150 - je nach Höhe der Trapeze (kurze Stockschraube für Wandmontage ohne Wärmedämmung)
- 4x Ausgleichsplatte Niro 30x90mm Lang Loch M10 / Bohrung M10
- 4x M8x20 mit Scheibe, Sprengring und Mutter

Eine Stockschraube besteht aus Gewinde Schaft (Holzgewinde und Metrisch), Dichtscheibe mit Anpressmutter M10, 2x M10 Mutter für Ausgleichplatte (rundes Loch)
darüber kommt ein oder zwei auf Profilträger montierte PV-Module

4.1.6. Aufständerung aus der Horizontalen

Voraussetzung für eine Aufständerung ist immer eine feste Anbindung an den Untergrund. Die Windlasten pro Modul können 100kg erreichen.

Im Bild ist eine Befestigung mit Falzklemmen und zusätzlichem Modulträger zur Lastverteilung zu sehen. Der Kreuzwinkel überträgt die Kraft vom Aufständerungsprofil auf das Ausgleichsprofil und oben auf das Tragprofil mit dem Modul

In Ähnlicher Weise ist auch das Modul Tragprofil oben mit einem Kreuzwinkel an die Aufständerung angeschraubt.

Bei den Profilen kommen Hammerkopfschrauben oder Sechskantschrauben im Nutenkanal zum Einsatz. Je nachdem, wie der Nutenkanal ausgeprägt ist.

Abbildung 29: Aufständerung auf Flachdach

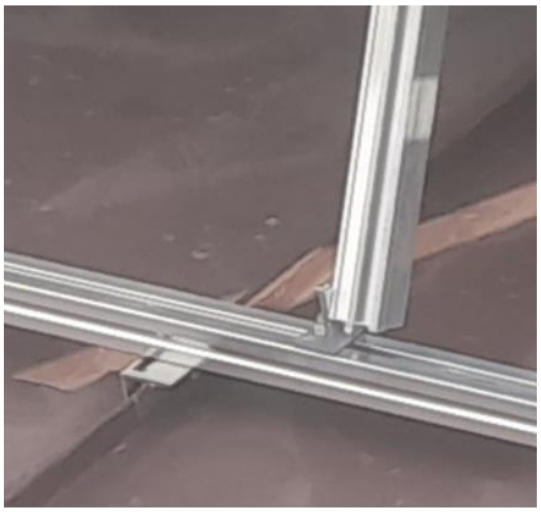

Abbildung 30: Profilverbindung mit Kreuzwinkel

sehr individuell!

Materialstückliste (pro Modul)

- 8x Kreuzverband-Winkel
- 16x M8x25 mit Sperrzahn oder Sprengring Mutter
- 2x Aufständerungsprofil: einfaches 30x40mm-Profil oder L-Winkel-Profil mindestens 30x30x4mm ca. 60cm bis 1m lang

4.1.7. Variable 35/55° Aufständerung mit Selbstbau-Aufständerungsdreiecken

Abbildung 32: Verschraubung L-Winkel

Abbildung 31: Aufständerung Selbstbau

Die zum Solar-Modul passend zugeschnittenen und zinkbeschichteten L-Winkel aus Stahl werden mit 6 M8x20 zu zwei Aufständerungsdreiecke zusammenschraubt. Jede Verschraubung besteht dabei aus der M8-Schraube mit außen liegendem Schraubenkopf, einem Sprengring, eine Beilag Scheibe, den zu verbindenden L-Winkeln, nochmals eine Beilag Scheibe und einer selbstsichernden Mutter innen.

Die M8-Schrauben/Muttern werden zunächst handfest angezogen.

Die beiden Aufständerungsdreiecke werden mit 2 zur Modulbreite passend zurechtgeschnittenen Solarprofilen (mit Überstand für die Montageklemmen) miteinander verbunden, mit 4 Hammerkopfschrauben, die ins Profil geschoben werden und an den beiden Aufständerungsdreiecken angeschraubt.

Nach dem Ausrichten mit der Wasserwage aller senkrechten L-Winkel und waagerechten Solarprofile werden alle M8 Schrauben mit einem Drehmoment von 16 Nm für die Festigkeitsklasse 70 angezogen.

Das Panel wird auf das Gestell aufgesetzt und mit 4 Endklemmen und den ins Profil geschobenen Hammerkopfschrauben fixiert. Die M8 Schrauben werden wieder mit einem Drehmomentschlüssel mit 16 Nm angeschraubt. Zum Schluss werden die Enden der Profilstangen mit Kappen verschlossen, damit sich kein Ungeziefer darin sammeln kann.

Danach wird der Wechselrichter mit der 5. Hammerkopfschraube und der großen Beilagscheibe angebracht. Die Stecker zwischen Panel und Wechselrichter werden eingesteckt Nun kann der Stecker in die Steckdose gesteckt werden.

Gesichert wird der gesamte Rahmen über 5 x 15 kg schwere Platten um dem Wind Paroli zu bieten.

Abbildung 33: Aufständerungsgestell

Abbildung 34: Modul mit Klemme auf Profil befestigt

Materialstückliste (pro Modul)

- 5x Hammerkopfschraube A2 28/15 M8 x 20
- 5x Sperrzahnmutter DIN 6923 A2 M8
- 6x Sechskantschraube DIN 933 A2 M8 x 20
- 6x Selbstsichernde Mutter DIN 6924 A2 M8
- 4x Gewindeplatte 28/15 A2 M8
- 1x Unterlegscheibe DIN 9021 A2 8,4 (24mm)
- 16x Unterlegscheibe DIN 125 A2 8,4 (16mm)
- 6x Federring DIN 127 A2 8,4
- 4x Modul-Endklemme 30mm schwarz
- 2,35x Profilzuschnitt Solarprofil 50 x 30mm (Meterware) Länge max. 6000mm, - alternativ Solarprofil 40 x 40mm
  Zuschnitt: 2X 1175mm (Länge = Modulbreite + 2x Überstand)
- 4x Endkappe 50x30 PLA schwarz (3D Druck)) – alternativ Endkappe 40x40 PLA grau (Art. Nr.: 2301)
- 5x L-Winkel Stahl, verzinkt, 30 x 30 x 3mm, Länge 2000mm (von Holger) Zuschnitt für 35/55° Aufständerungsdreieck (je 2x): 1700, 1390, 980mm
- 1x Zinkbeschichtung Schnittkanten & Bohrungen

4.2. Schrägdach

Prinzipiell ist nach dem Muster großer PV-Anlagen auch die Montage mit einer Unterkonstruktion aus Dachhaken und Profilen auf Pult- bzw. Satteldächern möglich. Wir raten aufgrund der damit verbundenen Komplexität, der Unfallgefahren und Risiken für das Gebäude jedoch davon ab eine solche Montage selbst durchzuführen.

Eine Aufdachanlage ohne einen entsprechenden Überspannungs-/Blitzschutz kann schnell zu kostspieligen Folgeschäden an der Hauselektrik und den daran angeschlossenen Verbrauchern führen.
Darüber hinaus besteht bei einer nicht fachgerecht ausgeführten Montage das Risiko, dass die Dachhaut verletzt/undicht wird und in der Folge Feuchtigkeitsschäden am Gebäude entstehen können.

Eine Ausnahme könnten bestenfalls Garagen oder Schuppen sein, wo die Montage in geringer Höhe erfolgt (deutlich unterhalb des Hauptgebäudes) und mögliche Feuchtigkeitsschäden schnell erkannt und beseitigt werden können.

Abbildung 35: Montagebeispiel für Dachmontage auf Nebengebäude (Garage)

Sehr wichtig ist es auch, dass Dachhaken auch unter erhöhten Belastungen (z.B. Schneelast oder Winddruck) nicht auf die darunterliegende Dachpfanne drücken und zum Bruch derselben führen.

Wer es trotzdem selbst versuchen will, findet u.a. auf YouTube Hilfe und Anleitungen
https://www.youtube.com/results?search_query=balkonkraftwerk+dachmontage

Weitere, recht ausführliche Montagetipps gibt es auch in der Infothek von AES-Europe (https://shop.europe-solar.de/Tips-Know-How/)

Für die, die es trotzdem selbst machen wollen ein Beispiel:

4.2.1. Befestigung auf Ziegeldach

klassisches Ziegel oder Beton-Plattendach (Frankfurter Pfanne und ähnlich)

Abbildung 36: Dachbefestigung mit Dachhaken

Dach über den Sparren öffnen und die speziellen Dachhaken dort mit Ausgleichsplatten und Tellerkopfschrauben 6,3x60 mm oder 80 mm verschrauben. Die Dachziegel müssen etwas ausgeschnitten werden, wenn der lange Teil des Hakens in die Sicken eingreift.

Die Spannweiten der Tragprofile sind zu beachten. Das bedeutet, dass die Dachhaken diesen Abstand entlang der Schiene nicht überschreiten. Üblich sind Abstände von 1,5m bis 2,5m Auf genügend seitlichen Überstand (30 50cm) achten, damit die Last der Module gleichmäßig auf Tragschiene und Haken verteilt wird.

In Laufrichtung des Daches nehme ich den Abstand der Montagebohrungen an den Modulen, da damit die sicherere Variante der Direktverschraubung gewählt werden kann. (z.B. 1,1m). Nach der Grundmontage werden die Module über die Schienen gelegt und entsprechend verschraubt (Direktverschraubung oder Kanten/Mittelklemmen).

Nicht vergessen, Montageschrauben für den Wechselrichter in die Obere Tragschien einzubringen.

Materialstückliste (pro Modul)

- 2x Glattkantbretter Glattkantprofil Holzbrett (Ausgleichsbrettchen für Dachmontage)
- 1x Siga Sicrall 60 Dampfsperre Folie Dampfbremsfolie Klebeband 40 m Rolle
- 1x Dichtmasse ProClima
- 4x Dachhaken A2 Frankfurter Pfanne
- 4x Hammerkopfschraube A2 28/15 M 8 x 65
- 8x Holzschraube Senkkopf A2 4x40 TX20
- 4x Sperrzahnmutter DIN 6923 A2 M8
- 12x Unterlegscheibe DIN 9021 A2 8,4 (24mm)

4.2.2. Biberschwanz

Besonderer Dachhaken, der eine Kröpfung am oberen Ende hat, die passgenau über eine Dachplattenstärke geht. Dachdecker empfehlen hier aber noch eine Metallplatte darunter zu legen zur Lastverteilung.

Materialstückliste (pro Modul)

- 4x spezieller doppelt gekröpfter Flachhaken für Biberschwanz
- 4x Ausgleichsbrettchen,
- eventuell Dichtmasse ProClima und Patches für die Dampfsperre
- 4x Blech unter den Haken zum Schutz des unten liegenden Ziegels

4.2.3.Schieferdach

Mit den bereits oben gezeigten Bitumen-Haken – der wird unter eine Plattenreihe geschoben und dort vernagelt oder geschraubt. Eventuell noch eine Metallplatte unterlegen, damit der Schiefer entlastet wird.

Materialstückliste (pro Modul)

- 4x Schieferdachhaken
- 4x Schutzblech für den auskeilten oberen Schieferstein

4.2.4.Reet-Dach

Auf gar keinen Fall eine PV-Anlage installieren!

5. Elektrischer Anschluss

Arbeiten an der elektrischen Anlage dürfen nur vom Fachmann ausgeführt werden und sind Aufgabe eines professionellen Elektrikers!

Die hier vorgestellten Lösungen sind als Orientierung für eine mögliche Realisierung durch den Fachmann vorgesehen!

Die wichtigsten Punkte und Voraussetzungen zum Thema „Elektrik“ und „Netzbetreiber“ findest du in unserem Einführungsfoliensatz.

Der elektrische Anschluss besteht aus drei Aspekten:

- Ertüchtigung der Hausinstallation
- Außenanschluss
- Verkabelung Modul – Wechselrichter
- Ertragsmessung

5.1. Ertüchtigung der Hausinstallation

Steht eine bereits installierte Steckdose am Balkon, auf der Terrasse oder nahe am sonstigen Montageort zur Verfügung, sieht die Situation schon sehr gut aus.

Trotzdem sollte man sich zusammen mit einem Elektroinstallateur Gedanken machen über folgende Punkte:

- **Der Zustand der Elektroinstallation**
  Die Wohnung, oder das Haus ist neu – dann ist schon ein Fehlerstromschutzschalter (FI) für die gesamte Wohnung verbaut und die Installation mit mindestens 3x1,5 mm^2 Leitungen mit Schutzleiter erfolgt. Bei älteren Wohnungen (z.B. wenn zwar Schutzleiter verlegt ist, aber kein Fehlerstrom Schutzschalter (FI) installiert ist) lässt sich das nachrüsten, im einfachsten Fall mit einem Zwischenstecker (nur für Schuko-Anschluss oder einer zusätzlichen Anschlussbox).

- **Ist die Anschlussdose extra abgesichert oder was und wieviel Geräte hängen sonst noch auf dem Stromkreis der Anschlussdose?**
  Hängen schon mehrere große Verbraucher, z.B. Elektroheizung mit 2000 W, elektrischer Rasenmäher auf der Leitung, könnte die Kupferleitungen an ihre Grenzen kommen bei gleichzeitiger Einspeisung der Steckersolaranlage. Darum wird oft eine Anpassung der Leitungsabsicherung im Sicherungskasten von den gängigen 16 Ampere (bei 1,5 mm^2 Verkabelung) auf 13 Ampere empfohlen. Dies basiert auf dem maximalen Verbrauch abzüglich der Einspeisung Balkonkraftwerk (mit 600W Wechselrichter bis zu ca. 2.6 Ampere).

- **Wird, z.B. für die Förderung der Anlage, eine Wieland Steckdose verlangt?**
  Selbst, wenn die vorhandene Steckdose gegen eine Wieland Steckdose ausgetauscht werden muss, hier muss leider der Elektriker ran.
  Technisch lässt sich das Balkonkraftwerk auch an der Schuko-Steckdose betreiben, wenn der Wechselrichter den vorgeschriebenen NA (Berührungsschutz) hat.

- **Ist keine Steckdose in Reichweite des neuen Balkonkraftwerkes?**
  Dann werden eine neue Anschlussdose oder ein Festanschluss für das Balkonkraftwerk benötigt. Hier muss sowieso umgebaut werden, bitte keine Experimente mit Verlängerungen und Mehrfachsteckdosen. Balkonkraftwerke laufen auch länger als 20 Jahre, der Schutz des eigenen Lebens und die Sicherheit sollten vorgehen – also Finger weg von „Übergangslösungen“.

- **Der Stromzähler des Netzbetreibers hat noch ein Rad das sich dreht?**
  Hier ist ausnahmsweise nicht der Elektriker dran, sondern der Netzbetreiber (z.B. SWM oder die Bayernwerke). Alte Ferraris Zähler müssen gegen eine moderne Messeinrichtung mit Rücklaufsperre ersetzt werden. So wird verhindert, dass der Zähler rückwärtsläuft, falls mal nicht der gesamte selbst produzierte Strom im eigenen Haushalt verbraucht wird.

Der Netzbetreiber prüft im Zuge des Anmeldeprozesses, ob ein Zählertausch erforderlich ist. Der Zählertausch muss kostenlos erfolgen, denn für Netzbetreiber besteht durch das Messstellenbetriebsgesetz eine gesetzliche Verpflichtung, bis 2032 bundesweit alle Zähler durch moderne (ab einem Jahresstromverbrauch von 6000kWh eine intelligente) Messeinrichtungen zu ersetzen.

Abbildung 37: Ferraris Zähler (ohne Rücklaufsperre)

Abbildung 38:Moderne Messeinrichtung mit Rücklaufsperre (roter Kreis)

5.2. Außenanschluss

Der Außenanschluss kann über verschiedene Wege erfolgen:

- „Energiesteckdose“ – auch oft mit Wieland Steckdose gleichgesetzt (was aber nur eine anbieterspezifische Möglichkeit ist, keine Norm)
- Fester Anschluss über einen Zwischenverteiler oder eine Anschlussdose
- Manche Netzbetreiber akzeptieren auch die herkömmliche Schuko-Steckdose, die technisch vollkommen reicht und die Kosten niedrig hält

Eine „spezielle Energiesteckdose“ nach der Norm VDE-AR-N 4105 kann auch eine Schuko Steckdose sein, wenn einige Regeln eingehalten werden, siehe https://muenchen.solar2030.de/energiesteckdose/.

Das Infoblatt https://muenchen.solar2030.de/wp-content/uploads/2022/09/Infoblatt-Energiesteckdose-220916.pdf gibt genaue Auskunft was man beachten muss.

Alternativ zur „einfachen“ Wieland-Steckdose kann auch ein Verteilerkasten als Anschlussbox mit zusätzlicher Absicherung (Sicherung 4 Ampere, einer Energie-/Einspeisemessung (WiFi Energy Meter) und der Wieland-Buchse (unten) zum Anschluss des Balkonkraftwerkes benutzt werden. Diese Anschlussbox lässt sich ohne die Wieland-Buchse auch zum Direktanschluss verwenden.

Abbildung 39:„einfache“ Wieland Steckdose (Unterputzmontage)

Abbildung 40:Montagebeispiel mit Wieland Buchse, Sicherung und WLAN Ertragsmessung

Eine Anschlussbox hat viele Vorteile, nur einige Beispiele dafür:

- Speziell für Vermieter eröffnet die zusätzliche Verteilerbox mit zusätzlichem Leitungsschutzschalter und Ertragsmessung die Möglichkeit den professionellen Anschluss eines Balkonkraftwerkes im vermieteten Objekt professionell und sicher zu realisieren.
- Sie erlaubt bei Bedarf die Nachrüstung eines Fehlerstrom-Schutzschalters (FI) im Endstromkreis, ohne in die vorhandene Installation einzugreifen und es lassen sich damit alle oben genannten Aufgaben sinnvoll kombinieren, z.B. FI-Nachrüstung, zusätzliche LS-Schalter, Ertragsmessung und Einbau der Energiesteckdose.

Alternativ zur Anschlussbox lässt sich die Ertragsmessung und evtl. nötige Leitungsverlängerung auch noch mit den im nächsten Kapitel beschriebenen Lösungen realisieren.

Montagebilder:

Abbildung 41: Anschlussbox innen – Sicherung für den Anschluss des Balkonkraftwerks, optionale Wieland-buchse und integrierte WLAN-Ertragsmessung

Abbildung 42: Anschlussbox mit Nachrüstung eines FI

5.3. Verkabelung Modul – Wechselrichter

Zur Installation der Balkon-Solaranlage gehört auch das Anfertigen oder Verwenden eines vorkonfektionierten Netzkabels mit den für den Wechselrichter passenden Buchsen, Aufsetzen der Blindkappe für die Netzdurchleitung am Wechselrichter und den Anschluss der DC Stecker (MC4) vom PV-Modul.

5.3.1. PV Leitungen

An den Modulen sind jeweils 2 MC4 Stecker/Buchsen an kurzen Kabeln angeschlossen. Diese werden mit den passenden Anschlussstücken am Wechselrichter verbunden. Die Anschlusskabel reichen möglicherweise für eine mittige Montage des WR zwischen den Modulen aus. Falls die Kabel nicht reichen, z.B. weil die Kabebl einfach zu kurz sind, die Module weiter auseinander sind, oder verschiedene Aufstellorte haben, dann ist eine passende Verlängerung 6mm² MC4 Paar oder 4mm² (unter 3m) zu verwenden. Die DC-Leitungen übertragen große Ströme und dürfen daher nicht zu lang sein.

Außerdem ist beim Verbinden und vor allem beim Trennen der Leitungen vom WR (mit dem passenden blauen Entriegelungswerkzeug) die Leitung freizuschalten. Ansonsten kann es zu gefährlichen Lichtbögen während des Auseinanderziehens der Leitungen kommen.

Freischalten erfolgt bei BKW über die Trennung vom 230V Netz (Stecker ziehen). Dann sind die DC-Zuleitungen voneinander getrennt und es fließt kein Strom – auch wenn die Sonne auf das Modul scheint.

5.3.2. Netzleitungen

Der WR hat einen dichten (IP65) Anschluss für die 230V Netzleitung. Das passende Adapterkabel hat eine Betteri-Buchse und eine schwere Gummischlauchleitung montiert. An das andere Ende der Leitung ist ein Schuko Stecker oder eine Energiesteckvorrichtung montiert. Schuko-Stecker sollen nur im witterungsgeschützten Außenbereich besser aber im Innenraum verwendet werden. Weitere Details siehe 5.2 Außenanschluss.

Am Wechselrichter befindet sich auch eine zweite (kurze) Netzleitung, mit der weitere WR kaskadiert werden können. Da dies bei BKW nicht der Fall ist, wird hier ein passender Blindstecker (Endkappe) eingesteckt (Typ Betteri).

5.3.3. Absicherung der Anlage (FI und Erdung)

BKW sollen an die Potential-Ausgleichschiene eines Hauses angeschlossen werden. Hilfsweise können dafür auch alle Metallteile des Hauses verwendet werden, die über mehrere Stockwerke gehen. Z.B. ein Außenwasserhahn oder konstruktive Metallbauten wie Balkongeländer.

Blitzschutz ist dann nötig, wenn die Module bis an 50cm der Firstlinie heranreichen. Für Blitzschutz ist eine zugelassene Firma zur Ausführung der Arbeiten der Arbeiten nötig.

5.4. Ertragsmessung (optional)

Jeder bekannte Wechselrichter zeigt seine Funktion und Zustand mindestens durch eine LED an. Es kann jedoch vorteilhaft sein etwas mehr Informationen zur Leistungsfähigkeit zu bekommen, z.B. um zu wissen wann man genug Strom produziert, um die Waschmaschine einzuschalten.
Wir empfehlen darum eine Ertragsmessung für den Anschluss des Balkonkraftwerkes vorzusehen. Die Ertragsmessung macht die Leistung der Anlage transparent, zeigt wie effizient die Anlage läuft, weist auf Fehlverhalten hin (z.B. Ausfall eines Solarmoduls) und hilft bei der Optimierung der Anlage (z.B. Ausrichtung/Aufständerung).

Hinweis: Für alle WLAN-Geräte braucht man natürlich WLAN-Empfang., bitte vorher sicherstellen das dies auch auf dem Balkon oder im Sicherungskasten der Fall ist.

Die Ertragsmessung kann auf vielfältige Wege realisiert werden.
Anbei einige Möglichkeiten der Realisierung:

5.4.1. Eingebaute Software und Hardware im Wechselrichter

Viele Hersteller (z.B. Hoymiles, APsystems, Envertech oder Growatt) bieten proprietäre Zusatzmodule zur Übertragung von Energie und Leistungsdaten des Balkonkraftwerkes an die Hersteller-eigene Cloud an. Von dort kann man über eine einzurichtendes Konto abhängig vom Leistungsumfang des Angebotes detaillierte Auswertungen des aktuellen Betriebes, historische Auswertungen oder nur einfache Leistungswerte über das Internet anrufen.
Die Hersteller der Wechselrichter lassen sich diese Zusatzmodule mit einem Aufpreis von ca. 60 bis 200€ bezahlen, bei manchen Wechselrichtern muss dazu ein Hardware Zusatzmodul gesteckt werden (Achtung: Wetterfestigkeit in Gefahr) oder sogar ein extra Gateway dafür installiert werden. Ein Hersteller (APsystems) knüpft sogar seine erweiterte (10 jährige) Herstellergarantie an den Erwerb eines solchen Zusatzmoduls.

Wer datensparsam sein möchte hat bei Hoymiles-Wechselrichtern auch die Möglichkeit sich mit etwas Elektronikbastelei und IT-Kenntnissen die Leistungsdaten direkt aus dem Wechselrichter per OpenDTU oder Ahoy DTU auszulesen und sich Erträge in Verbindung von MQTT und Home Assistant, lokal installiert auf Raspberry Pi oder NAS, anzeigen zu lassen. Kosten für Bauteile ca. 15 Euro, fertig gelötet bei eBay ab 40 Euro.

5.4.2. Eigenständiges Erfassungsmodule und Intelligente Steckdosen (nur für Schuko-Anschluss erhältlich!)

Die Alternative zur integrierten Energiemessung ist die Verwendung eines externen Energiemessgerätes. Viele der am Markt verfügbaren WLAN-Steckdosen (z.B. von AVM, Gosund, meross oder Devolo), die zum Schalten von Verbrauchern benutzt werden, verfügen auch über eine integrierte Energiemessung.
Allen zusätzlichen WLAN-Energiemesseinrichtungen ist gemein, dass die Energiedaten zu herstellerspezifischen Diensten übertragen werden (Ausnahme AVM Fritz!DECT) und die Datenanzeige und Auswertungen dort realisiert werden (z.B. Tuya Smart Life).

Wenn ohnehin bereits eine AVM Fritz!Box im Haus installiert ist, dann macht die Verwendung einer Fritz!DECT 210 Außensteckdose durchaus Sinn, denn diese ist nicht von ausländischen Cloud- Diensten abhängig. Der Zwischenstecker ist Spritzwassergeschützt nach IP44. IP44 eignet sich aus unserer Sicht aber nur wenn der Balkon einigermaßen wettergeschützt ist. Die Fritz!Box liefert als Smarthome-Zentrale die lokale Anzeige und Auswertung der Solarleistung, ohne Cloud und Zusatzsoftware. (Hinweis: Kompatibilität zur vorhandenen Fritz!Box prüfen).

Eine vergleichsweise günstige und wetterfeste Möglichkeit ist auch die Installation einer intelligenten Steckdose in einen Abzweigkasten mit mindestens IP65. Die Montage kann dadurch am Balkon oder sogar hinter dem Modul erfolgen. Auch der Einbau einer Wieland Buchse ist damit möglich oder auch die Verlängerung der Netzzuleitung mit einem Wieland Stecker.

Abbildung 43: Energiemessung hinter dem Modul

Dazu wird ein intelligente WLAN-Zwischenstecker als in die Verbindung zwischen den Wechselrichter und dem Endstromkreis (z.B. Balkonsteckdose) eingebaut. Zu beachten ist, dass

a) am Installationsort ausreichend guter WLAN -Empfang vorhanden ist und

b) für die Kopplung des WLAN-Steckers mit dem eigenen WLAN bei Bedarf die Reset-Taste zugänglich ist (z.B. durch Abnehmen des Deckels)

Auch hier gilt: Das ist etwas für eine Elektrofachkraft.

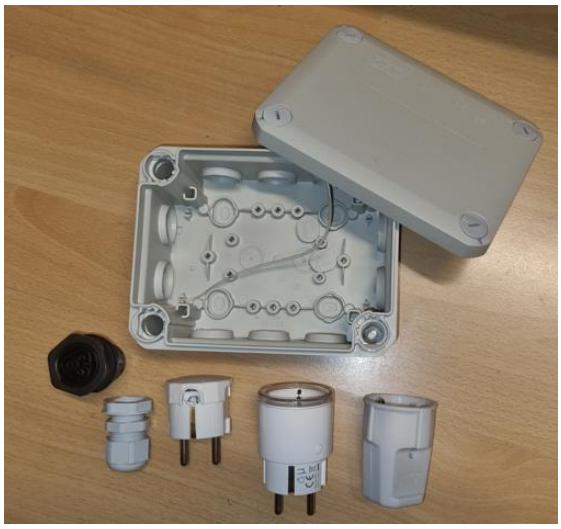

Abbildung 44: Energiemessung hinter dem Modul - Bauteile

Materialstückliste

- 1x Aufputz-Abzweigkasten IP65 ca. 110x160mm (z.B. OBO T100 für ca. 6-10 EUR)
- 1-2x wasserdichte (IP68) Kabelverschraubung M20 (für einen Festanschluss werden davon 2 Stück benötigt – ca. 0,50 EUR pro Stück)
- 1x WLAN-Smart-Zwischenstecker (z.B. GOSUND EP2 ca. 5-12 EUR)
- 1xSchuko Winkelstecker (mit seitlichem Kabelauslass – ca. 2,50 EUR)
- 1x Schuko Kupplung (ca. 2,50 EUR)
- (optional): Eine Wieland Einbau-Buchse (ca. 6-10 EUR)

6. Haftungsausschluss

Wir (die Mitglieder von Solar2030) sind engagierte Privatleute (keine Händler oder Profi-Solarteure) und verfolgen keine kommerziellen Interessen. Eines unserer großen gemeinsamen Ziele ist es, möglichst viele Bürger*innen aus München und Umgebung zum aktiven Mitmachen an der Energiewende von unten zu mobilisieren.

Unser Wissen haben wir uns durch Recherche und eigene Erfahrungen angeeignet und geben es gerne weiter: nach bestem Wissen und Gewissen, aber ohne Gewähr und Haftungsübernahme.

Empfehlung: Jeder Anlagenbetreiber sollte eine Haftpflichtversicherung haben, die PV-Module mit absichert. Auch die Anmeldung bei Hausrat- und Wohngebäudeversicherung ist zu prüfen.

7. Referenzen

Die meisten Bilder stammen von Solar2030 Montage-Workshops.
Folgende externe Bildquellen wurden verwendet.

---

[i] Produktbild A-E-S Europe Shop https://shop.europe-solar.de/Shop/Mittel-Endklemmen/
[ii] Produktbild: A-E-S Europe Online Shop https://shop.europe-solar.de/ Suchbegriff: Set 2x Vario Aufständerung Solarmodul Stufenlos 20° bis 40° variable
[iii] Produktbild A-E-S Europe Shop https://shop.europe-solar.de