

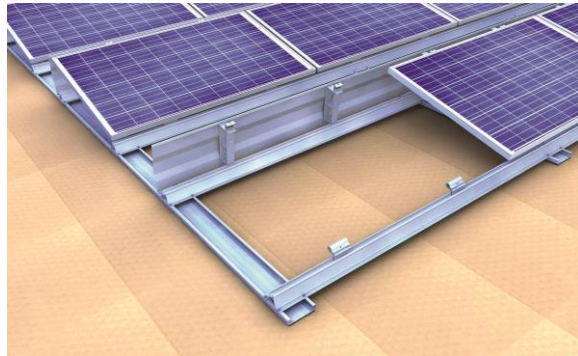
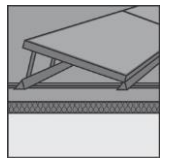


BayWa r.e.  
renewable energy

# Montageanleitung



novotegra für Flachdach



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Allgemein .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>novotegra: Montagesystemplanung.....</b>	<b>2</b>
2.1	Statische Auslegung und Planung von Flachdachanlagen mit novotegra.....	2
2.1.1	Allgemein .....	2
2.1.2	Kostenabschätzung und Detailplanung .....	3
2.1.3	Montageplan Grundschiene .....	5
2.1.4	Montageplan Basisprofile .....	6
2.1.5	Ballastplan.....	7
2.1.6	Anlagenplan .....	8
<b>3</b>	<b>novotegra für Flachdach .....</b>	<b>10</b>
3.1	Allgemein .....	10
3.2	Schienenverlängerung und Dehnfugen.....	11
3.2.1	Allgemeines.....	11
3.2.2	Schienenverlängerung .....	11
3.2.3	Dehnfugenausbildung durch Modulfelder.....	13
3.2.4	Dehnfugenausbildung durch Loslager – Grundschiene / Basisprofil ...	13
3.2.5	Dehnfugenausbildung Grundschiene 230-90 .....	14
3.2.6	Dehnfugenausbildung C-Schiene 71.....	14
3.3	Aufständigung offen.....	15
3.3.1	Allgemein .....	15
3.3.2	Dacheinteilung .....	16
3.3.3	Anordnung der Module.....	16
3.3.4	Anordnung der Grundschiene .....	18
3.3.5	Anordnung der Basisprofile .....	19
3.3.6	Befestigung der Basisprofile.....	21
3.3.7	Ballastierung der Grundschiene .....	22
3.3.8	Modulbefestigung und Lagesicherung .....	24
3.4	Aufständigung geschlossen.....	27
3.4.1	Allgemein .....	27
3.4.2	Dacheinteilung .....	27
3.4.3	Anordnung der Module.....	28
3.4.4	Anordnung der Grundschiene .....	29
3.4.5	Anordnung der Basisprofile .....	30
3.4.6	Befestigung der Basisprofile.....	32
3.4.7	Ballastierung der Grundschiene .....	33
3.4.8	Modulbefestigung, Windleitblech und Lagesicherung .....	35
3.5	Aufständigung Ost-West.....	38
3.5.1	Allgemein .....	38
3.5.2	Dacheinteilung .....	38
3.5.3	Anordnung der Module.....	39
3.5.4	Anordnung der Grundschiene .....	40
3.5.5	Anordnung der Basisprofile .....	41
3.5.6	Befestigung der Basisprofile.....	43
3.5.7	Anordnung der Modulstützen .....	43
3.5.8	Ballastierung der Grundschiene .....	44

3.5.9	Montage der C-Schiene 71 .....	46
3.5.10	Modulbefestigung und Lagesicherung .....	47
<b>4</b>	<b>Montagesystemerdung / Elektrische Installation .....</b>	<b>50</b>
4.1	Montagesystemerdung .....	50
4.2	Verlegen der DC-Hauptleitung .....	52
<b>5</b>	<b>Sicherheits- und Warnhinweise .....</b>	<b>53</b>

# 1 Allgemein

## Überprüfen auf Vollständigkeit

Überprüfen Sie bei Erhalt der Ware anhand des beiliegenden Lieferscheins, ob Ihre Bestellung vollständig geliefert wurde. BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH übernimmt keine Kosten und Gewähr für eventuelle Nachlieferungen per Express, wenn erst bei der Montage bemerkt wird, dass Material fehlt.

## Solarmodule

Die Daten bezüglich der erlaubten Belastungen der Module auf Druck und Sog sowie die erlaubten Befestigungsbereiche sind aus den Datenblättern bzw. den Montageanleitungen der Solarmodulhersteller zu entnehmen. Bitte prüfen Sie im Einzelfall, ob das Montagesystem zu den eingesetzten Modulen passt.

## Montagesystem

Sämtliche in dieser Montageanleitung beschriebenen Montagesysteme sind für den Aufbau auf Flachdächern mit einer Dachneigung von 0 bis 5 Grad. Vor Installation der Unterkonstruktion ist die Montageanleitung zu lesen und die Hinweise, Vorgaben etc. sind zu beachten.

## Dachbeschaffenheit

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob die Dacheindeckung zum Montagesystem passt. Die Unterkonstruktion muss im Hinblick auf Tragfähigkeit, Tragstruktur und Erhaltungszustand den Anforderungen des Montagesystems genügen. Auf Flachdächern ist aufgrund der Vielfältigkeit der verschiedenen Materialien der Dachabdichtung, hinsichtlich der Verträglichkeit und Beständigkeit der Materialien, bauseitig evtl. eine den Anforderungen entsprechende Trennlage zwischen der Dachabdichtung und dem Montagesystems auszuwählen. Die Abstimmung diesbezüglich muss vom Installateur der PV-Anlage direkt mit dem Bauherrn und der Fachfirma für das Gewerk Dachabdichtung erfolgen.

## Statik

Die statische Berechnung und die Detailplanung auf Basis der Berechnung erfolgt durch BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH.

novotegra ist geprüft und zertifiziert vom TÜV Rheinland:



## **2 novotegra: Montagesystemplanung**

### **2.1 Statische Auslegung und Planung von Flachdachanlagen mit novotegra**

#### **2.1.1 Allgemein**

Grundsätzlich gilt, dass die Montagesystemauslegung durch die Firma BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH erfolgen muss.

Dabei werden die Tragfähigkeiten der Montagesystemkomponenten und die Ballastierung gemäß der Anlagenplanung (Anordnung der Module auf dem Dach) ermittelt. Bauseitige Abweichungen von der Planung können zu anderen Ergebnissen führen. Die Lastweiterleitung innerhalb des Gebäudes ist nicht berücksichtigt (bauseitige Statik).

Die Bemessung erfolgt mit den aktuellen Lastannahmen der DIN 1055, SIA 261 (für Schweiz), ÖNORM B 1991-1-3 und ÖNORM B 1991-1-4 (für Österreich) unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und Vorgaben aus den Windkanaluntersuchungen. Die PV-Anlage muss einen Mindestabstand bis zur Attika, bzw. bei Dächern ohne Attika bis zum Dachrand, von 50 cm haben.

Bei exponierter Lage des Gebäudes wie zum Beispiel Hangkante darf eine Auswahl der Geländekategorie I bis IV nicht angewandt werden. Stattdessen ist ein erhöhter Staudruck gemäß DIN 1055-4, Anhang B zu ermitteln. Für die Ermittlung der Lasten nach SIA 261 (für Schweiz) bzw. ÖNORM B 1991-1-4 (für Österreich) sind die Hinweise der jeweiligen Normung zu beachten. Die Grenzspannweiten (GSW) ergeben sich aus der Bemessung und müssen eingehalten werden. Die weiteren Hinweise sind zu beachten.

## 2.1.2 Kostenabschätzung und Detailplanung

Für die Planung von Flachdachanlagen ist zur Angebotserstellung bzw. für die Detailplanung vom Installateur ein ausführlicher Datenerfassungsbogen auszufüllen. Zusätzlich werden folgende Pläne / Unterlagen benötigt:

- Grundriss des Daches mit allen relevanten Maßangaben sowie Angaben zu Aufbauten und Dachdurchdringungen, Entwässerung etc.
- Schnitt des Gebäudes
- Angaben zu den Lastreserven des Daches

Sämtliche Unterlagen sind der BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH zur Verfügung zu stellen. Da die Planung einer Anlage sehr zeitaufwändig ist, können keine Annahmen getroffen werden.

Auf Basis der zur Verfügung gestellten Unterlagen erhält der Installateur eine Kostenabschätzung (Abbildung 1). Darin enthalten sind die wichtigsten Projektdaten (Gebäude-, Umgebungs- und Anlagendaten), Art der Flachdachvariante (geschlossen, offen oder Ost-West) sowie die Kostenschätzung (+/-10%) und Abschätzung der Dachbelastung.

Allgemeines		Projekt Hallendach, Anlage Flachdach		KOSTENABSCHÄTZUNG Novotegra für Flachdach	
Projekt	Hallendach				
Kunde	Max Mustermann				
Anlage	Flachdach				
Planungsdatum	18.04.2013				
Dachtyp		Flachdach			
Gebäudebreite (B)	48,30 m	<p>Detail Attika Ba Ha</p> <p>Mindestrandabstand = 0,50 m</p>			
Gebäudehöhe (H)	393,00 m				
Gebäuelänge (L)	12,00 m				
Firstlänge (F)	48,30 m				
Länge First-Traufe (S)	39,30 m				
Dachneigung   Höhe Attika	0 °   0,3 m				
Geländekategorie		III : Siedlung, Vorstadt, Wald			
Höhenlage	454 müNN				
Windlastzone	1				
Schneelastzone	2				
390 Module		REC Solar REC280PE - 280 Wp (Hosiden)		Modulmaße 991 x 1685 x 38 mm	
Modulsausrichtung		Querformat		Leistung 101,40 kWp	
Eindeckung		Folien- oder Bitumenabdichtung			
Randabstände		Ortg. Links 50 cm	Ortg. Rechts 50 cm	First 50 cm	Traufe 50 cm
Aufständerung		Aufständerungswinkel 13 °		Verschattungswinkel 11 °	
Reihenabstand		2,23 m		Modulwinkel 13 °	
Montagesystemvariante		Aufständerung Ost-West		Ballastabschätzung ohne Optimierung. Individuelle Ballastermittlung erfolgt in der Detailplanung.	
Kostenabschätzung Montagesystem ohne evtl. erf. Trennlage		273 EUR / kW		+/- 10%, Abschätzung ohne Detailplanung; Brutto-Listpreis ohne MwSt.; Abzüglich Kundenrabatt!	
Ballastabschätzung (max-Werte) ohne Eigengewicht der Anlage		Mittenbereich 1,1	Randbereich 16,7	Übergang M-R 8,1	kg/m² Dachfläche
Dachauflast gesamt (max-Werte) Prüfung der Dachstatik bauzsetz		Mittenbereich 13,5	Randbereich 29,1	Übergang M-R 20,5	kg/m² Dachfläche (inkl. Eigengewicht Anlage)
Sicherheitshinweise*		Mindestabstand Attika / Modul: 50 cm; Dachneigung: max. 5 Grad; Max. Abstand der Grundschieneende zur Attika: ca. 10 cm. Aus Sicherheitsgründen muss die Attika evtl. Anlagenteilen behindern. Angenommener Reibbeiwert für den Giebelnachweis: $\mu = 0,5$ (Prüfung bauzsetz). Bauzsetz ermittelte Reibbeiwerte sind an uns zu übermitteln und werden dann beim Nachweis angesetzt. Die Prüfung der Dachbeschaffenheit muss vor Ort vom Installateur erfolgen. Die Trennlage zwischen Unterkonstruktion und Dachabdichtung ist hinsichtlich der Verträglichkeit und Beständigkeit der Materialien bauzsetz auf die jeweiligen Anforderungen der Flachdachabdichtungsbahnen zu prüfen. Der Installateur haftet für die Richtigkeit der Angaben. Keine Haftung durch BayWa r.e. Solarsysteme GmbH Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Diese Kostenabschätzung ersetzt nicht unsere verbindliche Auftragsbestätigung.			
Gewicht Montagesystem ca. kg					

Entwurf vom 18.04.2013 von: Mitarbeiter und Auszubildende veredelt. Copyright © BayWa r.e. Solarsysteme GmbH 2007-2013

Vertriebsbüro Tübingen Fon +49 7071 95957-0 Fax +49 7071 95957-10	Vertriebsbüro München Fon +49 89 309575-0 Fax +49 89 309575-10	Vertriebsbüro Nürnberg Fon +49 911 219596-0 Fax +49 911 219596-10	Vertriebsbüro Datteln Fon +49 203 348596-0 Fax +49 203 348596-10	Vertriebsbüro Traunreuth Fon +49 531 8384013-0 Fax +49 531 8384013-10
---	--	---	--	---



Abbildung 1: Kostenabschätzung



Nach durchgeführter Detailplanung erhält der Installateur folgende Dokumente:

- Projektsteckbrief samt Mengenabschätzung: Darin enthalten sind die wichtigsten allgemeinen Daten zum Projekt wie z.B. verwendete Module, Angaben zur Wind- und Schneelastzone, die der Planung zugrunde liegenden Gebäudedaten, die charakteristischen Schnee- und Windlasten und die für dieses Projekt ermittelten Mengen der Montagesystemkomponenten
- Montageplan Grundschiene
- Montageplan Basisprofile
- Ballastplan
- Anlagenplan

Sämtliche Unterlagen erhält der Installateur vorab als PDF-Dateien per E-Mail sowie mit Auslieferung der Montagesystemkomponenten als DIN A3 Ausdruck.

**Novotegra für Flachdach**  
**Projekt Hallendach, Anlage Flachdach**  
 Novotegra-Planer Version 2.2.8.31, Datenbankversion 2.40

<b>Allgemeines</b>	Projekt	Hallendach	<b>DETAILPLANUNG</b> Novotegra für Flachdach		
	Kunde	Max Mustermann			
	Anlage	Flachdach			
	Planungsdatum	18.04.2019			
<b>Gebäude</b>	Dachtyp	Flachdach			
	Gebäudebreite (B)	48,30 m			
	Gebäudehöhe (H)	363,00 m			
	Gebäudelänge (L)	12,00 m			
	Firstlänge (F)	48,30 m			
	Länge First-Traufe (S)	39,30 m			
Dachneigung   Höhe Attika	0 °	0,3 m			
<b>Umgangung</b>	Geländekategorie	III - Siedlung, Vorstadt, Wald			
	Höhenlage	454 müNN			
	Windlastzone	1			
	Schneelastzone	2			
<b>Auslegung</b>	390 Module	REC Solar REC280PE - 280 Wp (Hosiden)	Modulmaße	991 x 1665 x 38 mm	
	Modulausrichtung	Querformat	Leistung	101,40 kWp	
	Eindeckung	Folien- oder Bitumenabdichtung			
	Randabstände	Ortg. Links 80 cm	Ortg. Rechts 80 cm	First 80 cm	Traufe 80 cm
	Aufständerung	Aufständerungswinkel 13 °		Verschattungswinkel 11 °	
	Reihenabstand	2,23 m		Modulwinkel 13 °	
<b>Hinweise / Montagefragen</b>	Montagesystemvariante	Aufständerung Ost-West			
	Achsabstand   lichter Abstand	Grundschiene(n) bzw. Basisprofile: 2,17 m   1,912 m			
	Anlageneigengewicht	Modul und Unterkonstruktion 12,4 kg/m <sup>2</sup> Dachfläche			
	Sicherheitshinweise*	Mindestabstand Attika / Modul: 50 cm; Dachneigung: max. 5 Grad Max. Abstand der Grundschiene(n) zur Attika ca. 10 cm. Aus Sicherheitsgründen muss die Attika ein evtl. Anlagenglied behindern. Angemessener Reibbeiwert für den Giebelwindschutz (µ = 0,0 (Prüfung basierend)). Bauteile ermittelte Reibbeiwerte sind an uns zu übermitteln und werden dann beim Nachweis angesetzt. Die Prüfung der Dachbeschaffenheit muss vor Ort vom Installateur erfolgen. Die Trennlage zwischen Unterkonstruktion und Dachabdichtung ist hinsichtlich der Verdrängung und Beständigkeit der Materialien basierend auf den jeweiligen Anforderungen der Flachdachabdichtungsarbeiten zu prüfen. Der Installateur haftet für die Richtigkeit der Angaben. Keine Haftung durch BayWa r.e. Solarsysteme GmbH Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Diese Kostenabschätzung ersetzt nicht unsere verbindliche Auftragsbestätigung.			

© BayWa r.e. 18.04.2019, alle Rechte vorbehalten. Copyright BayWa r.e. Solarsysteme GmbH 2017-2019

Vertikalton Tübingen: Tel: +49 7141 88887-0  
 Vertikalton München: Tel: +49 89 308975-0  
 Vertikalton Nürnberg: Tel: +49 911 218848-0  
 Vertikalton Darmstadt: Tel: +49 203 348588-0  
 Vertikalton Straubing: Tel: +49 203 898420-0  
 Vertikalton Regensburg: Tel: +49 201 898420-0

**BayWa r.e.**  
renewable energy

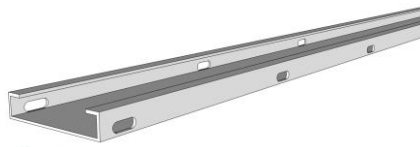
**Novotegra für Flachdach**  
**Projekt Hallendach, Anlage Flachdach**  
 Novotegra-Planer Version 2.2.8.31, Datenbankversion 2.40

**Mengenabschätzung - Aufständerung geschlossen**

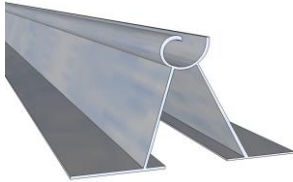
ArtNr	Artikelbezeichnung	Menge	Empfohlen	Änderungen
21802B	Grundschiene 150-30 mit Trennlage 6,00m	129 Stück	4 * 36 Set im Sparpack	
218081B	Grundschiene 150-30 mit Trennlage 6,00m			
218002B	Grundschiene 150-30 4,00 m			
218010B	Verbindler Grundschiene 150-30	119 Stück	3 * 60 Stück pro Pack	
218011B	Verbindler-Set Grundschiene 150-30 9xK 3"			
218012B	Loslager Grundschiene 150-30			
218500B	Basisprofil 6,08 m	210 Stück	8 * 26 Stück pro Pack	
218506B	Basisprofil 6,08 m			
218507B	Basisprofil 3,37 m			
215512B	Verbindler Basisprofil	199 Stück	4 * 50 Stück pro Pack	
218013B	Verbindler Basisprofil Grad 3"			
218014B	Verbindler Basisprofil Kehle 3"			
215514B	Loslager Basisprofil			
218030B	Befestigungsschraube Flachdach	6528 Stück	13 * 500 Stück pro Pack	
218032B	Befestigungsschraube Flachdach spanlos (Alternativ: 6528 Stück)		(13 * 500 Stück pro Pack)	
210030B	Modulbefestiger-Set vorne	780 Stück	16 * 50 Set im Sparpack	
218015B	Modulstützen-Set 13" 34-42 mm	780 Stück	32 * 25 Set im Sparpack	
218002B	Windblech 13" 1,72 m	290 Set	29 * 10 Stück pro Pack	
213602B	Kabelbinder selbstsichernd	780 Stück	8 * 100 Stück pro Pack	
Gewicht gesamt: 3431,23 kg				
<b>Optional</b>				
218025B	Balastwanne 120-30	-1 Stück	-1 * 50 Stück pro Pack	
218001B	Stoßnutzt SWA mit Klemmung			
219100B	Novotegra Werkzeug-Set			
218070B	Decke Grundschiene			
218065B	Vliesstreifen 5000x320mm	17 Stück	2 * 10 Stück im Sparpack	
213601B	Kabel-Clip d=10 mm	780 Stück	8 * 100 Stück im Sparpack	
213602B	Kabelhalter Grundschiene			

Abbildung 2: Projektsteckbrief samt Mengenabschätzung

Die einzelnen Planunterlagen enthalten für jeden Montageschritt alle relevanten Angaben. Über folgende Symbole sind die Pläne eindeutig zu unterscheiden:



Montageplan  
Grundschiene



Montageplan Basisprofile



Ballastplan



Anlagenplan

Abbildung 3: Symbole zur Unterscheidung der Planunterlagen

### 2.1.3 Montageplan Grundschiene

Der Montageplan enthält den Grundriss des Gebäudes in welchem die Anordnung der Grundschiene auf der Dachfläche dargestellt ist. Die Position der Grundschiene in Bezug zur Attika, bzw. bei Dächern ohne Attika zum Dachrand – also zur nutzbaren Dachfläche – ist durch die Vermessung der Abstandsmaße der Grundschiene zur Attika bzw. Dachrand eindeutig festgelegt.

Das Achsenmaß der Grundschiene zueinander ist in der perspektivischen Darstellung der Aufständervariante (roter Kreis), wie in Abbildung 4 dargestellt, zu entnehmen und zusätzlich im Grundriss vermasst.

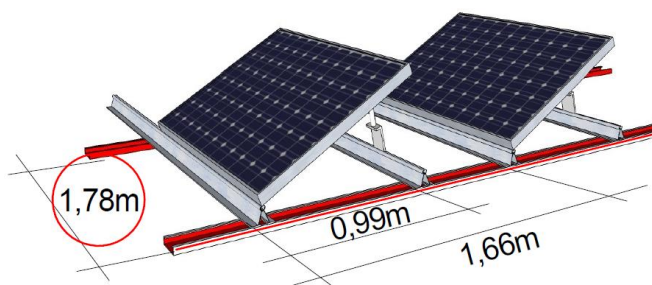


Abbildung 4: Angabe des Standards Grundschiene Achsenmaßes

Die in den einzelnen Achsen zu verlegenden Grundschiene können in deren Einzellängen variieren. Zur Unterscheidung sind die verschiedenen Längen in



unterschiedlichen Farben dargestellt. Die jeweilige Länge und zugehörige Farbe ist im Montageplan in der Legende angegeben und in Abbildung 5 dargestellt.



Wenn vom Kunden gefordert, wird bei der Planung darauf geachtet, dass die Montage der Unterkonstruktion mit den drei verschiedenen Längen der Grundschiene – 6,0 m, 5,0 m und 4,0 m – möglichst ohne Sägen auf der Baustelle realisiert werden kann. Sind aufgrund von Dachaufbauten wie Lichtkuppeln o. ä. andere Grundschiene-längen erforderlich, so sind diese im Plan durch eine vierte Farbe gekennzeichnet

Abbildung 5: Legende Grundschiene

und die erforderliche Länge ist im Grundriss angegeben. Diese Schienenstücke müssen bauseitig abgelängt werden. Wenn das Sägen auf der Baustelle kein Problem darstellt, kann die Anlage auch nur mit einer Schienenlänge geplant werden – diese Information ist vom Kunden vor der Detailplanung mitzuteilen.

Können Grundschiene aufgrund von Dachaufbauten nicht im Regelachsenmaß verlegt werden, müssen zusätzliche Grundschiene eingebaut werden. Die Position dieser „Wechsel“ ist im Grundriss auf die angrenzenden Grundschiene vermassst.

Als Hilfestellung für die Kennzeichnung der Grundschiene zur Positionierung der Basisprofile auf den Grundschiene ist auf dem Plan eine Maßkette mit den Hilfsmaßen angegeben.

## 2.1.4 Montageplan Basisprofile

Nach der Verlegung der Grundschiene erfolgt die Montage der Basisprofile. Alle wichtigen Angaben zur deren Montage enthält der Montageplan Basisprofile. Angaben zur Position der Basisprofile erfolgt durch die Vermassung in Bezug zu den Grundschiene. Die Grundschiene werden auf diesem Plan in einer Farbe (Grau) dargestellt. Dadurch lässt sich die Position der Basisprofile auf den Grundschiene leicht erkennen und dient der Montageunterstützung.

Das Achsenmaß der Basisprofile innerhalb einer Reihe und das Sprungmaß zur nächsten Modulreihe ist in der perspektivischen Darstellung der Aufständervariante (roter und blauer Kreis), wie in Abbildung 6 dargestellt, auf dem Montageplan angegeben.

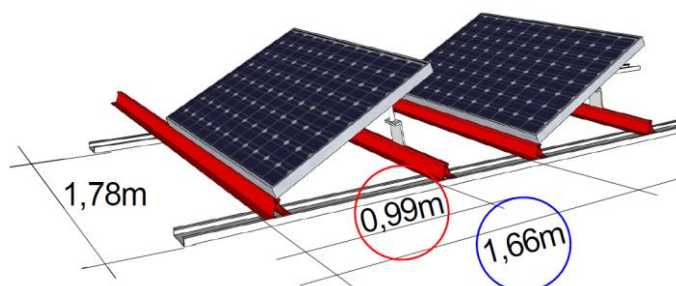


Abbildung 6: Achsenmaßes Basisprofile in einer Modulreihe und zur folgenden Modulreihe

Die in den einzelnen Achsen zu verlegenden Basisprofile können in deren Einzellängen variieren. Auch hier sind zur Unterscheidung die verschiedenen Längen in unterschiedlichen Farben dargestellt. Die jeweilige Länge und zugehörige Farbe ist im Montageplan in der Legende angegeben und in Abbildung 7 dargestellt.

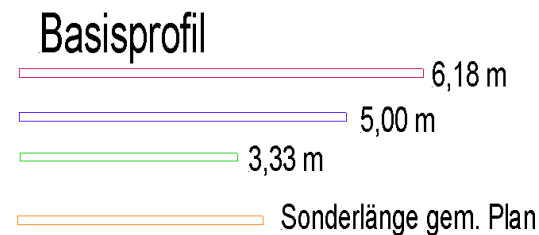


Abbildung 7: Legende Basisprofile

Bei der Planung wird wiederum darauf geachtet, dass die Verlegung der Basisprofilachsen mit den drei Grundlängen ohne sägeschnitt erfolgen kann. Die Basisprofilstandardlängen sind 6,18 m, 5,0 m und 3,33 m. Sind aufgrund von Dachaufbauten wie Lichtkuppeln o. ä. andere Basisprofillängen erforderlich, so sind diese im Plan durch eine vierte Farbe gekennzeichnet

und die erforderliche Länge – Zuschnitt bauseits – ist im Grundriss angegeben. Auf Wunsch des Kunden kann auch hier die Planung mit nur einer Schienenlänge erfolgen, sollte das Sägen der Schienen auf die erforderliche Länge bauseits erfolgen.

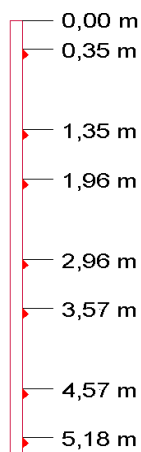


Abbildung 8: Auszug Maßkette mit Hilfsmaßen zur Basisprofilmontage

Als Hilfestellung für die Kennzeichnung der Grundschiene zur Positionierung der Basisprofile auf den Grundschiene ist auch auf diesem Montageplan eine Maßkette mit den Hilfsmaßen angegeben (Abbildung 8).

Aus dieser Maßkette kann sehr schnell das fortlaufende Achsenmaß der Basisprofile innerhalb einer Modulreihe sowie das Achsenmaß der folgenden Modulreihe entnommen werden.

## 2.1.5 Ballastplan

Im nächsten Schritt ist der erforderliche Ballast auf den Grundschiene auszulegen. Der Ballastplan enthält die Angabe, wie viele Kilogramm an Ballast pro Grundschiene und Modulreihe auf den Grundschiene ausgelegt werden müssen. Zur eindeutigen Zuordnung des Ballastes pro Modulreihe und Grundschiene sind die Grundschiene und Basisprofile auf diesem Plan in einer Farbe (Grau) dargestellt. Die Verteilung des Ballastes kann dann unter und hinter den Modulen auf den Grundschiene einer Modulreihe erfolgen. Beispielhaft enthält der Ballastplan eine perspektivische Ansicht mit dem Zahlenwert des Ballastes. In dieser Zeichnung ist symbolisch der Ballast mit einem Gewicht dargestellt (Abbildung 9).

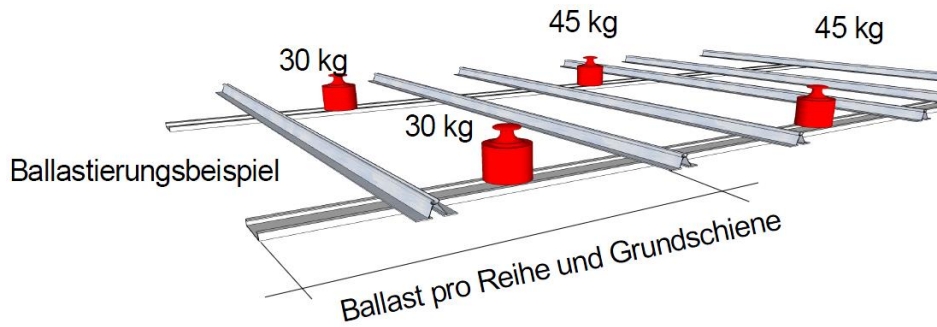


Abbildung 9: Ballastierungsbeispiel für den Ballast pro Modulreihe und Grundschiene

Zusätzlich zur Ballastangabe enthält der Ballastplan die Information an welcher Stelle des Daches die größten und kleinsten Zusatzlasten pro m<sup>2</sup> Dachfläche durch das Eigengewicht der Anlage und den erforderlichen Ballast entstehen. Die Zahlenwerte mit der Ballastangabe in Kilogramm sind auf dem Grundriss standardmäßig in grüner Farbe dargestellt. In den Bereichen, in denen aufgrund der Ballastierung die größte Flächenlast entsteht, sind die Zahlenwerte des Ballastes in Rot angegeben. Die Bereiche mit der geringsten Flächenbelastung werden durch Blaue Ballastzahlenwerte gekennzeichnet.

56	90	56	74	90	74
56	90	56	74	90	74
32	32	32	58	72	
72	72	72	72	72	
33	33	33	58	58	

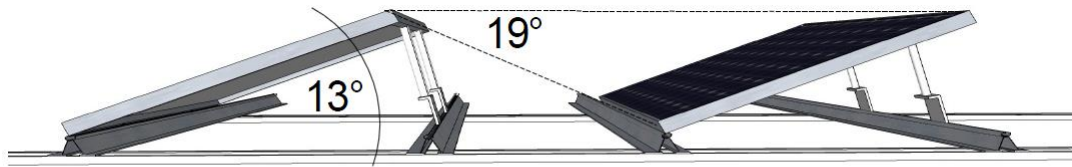
Die aus dem erforderlichen Ballast samt Anlageneigengewicht entstehende Flächenlast pro m<sup>2</sup> Dachfläche wird über die Lasteinzugsfläche berechnet und auf dem Ballastplan, wie in Abbildung 10 dargestellt, angegeben.

Ballastwerte je Grundschiene und Reihe in kg  
 Dachbelastung: max. 66,05 kg/m<sup>2</sup> min. 14,32 kg/m<sup>2</sup>

Abbildung 10: Kennzeichnung der Dachbereiche mit der größten und kleinsten Flächenbelastung anhand eines Beispiels für die Aufständering offen

### 2.1.6 Anlagenplan

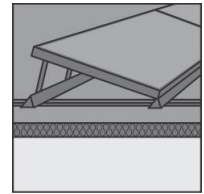
Im Anlagenplan sind die Module dargestellt. Dieser Plan dient in erster Linie zur Anlagendokumentation. Der Plan enthält neben der Vermessung der Module in Bezug zur Attika auch die Darstellung der Unterkonstruktion. Die Grundschiene und Basisprofile sind auch auf diesem Plan nur in einer Farbe (Grau) dargestellt und verdeutlichen so die Position der Module auf dem Montagesystem. Die perspektivische Ansicht auf dem Modulplan gibt, wie in Abbildung 11 dargestellt, Auskunft über den Modulwinkel und den Sonnenstandswinkel (Verschattungswinkel) der jeweiligen Aufständeringvariante.



## Modulwinkel Verschattungswinkel

Abbildung 11: Darstellung Modul- und Verschattungswinkel im Anlagenplan

## 3 novotegra für Flachdach



### 3.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems novotegra für Flachdach beschrieben.

Das Montagesystem kann prinzipiell auf Flachdächern mit Dachabdichtungen aus Folien- oder Bitumenabdichtungsbahnen verwendet werden. Ob und in welcher Art eine Trennlage zwischen der Unterkonstruktion, der PV-Anlage und der Dachabdichtung erforderlich ist, ist bauseitig hinsichtlich Verträglichkeit und Beständigkeit der Materialien auf die jeweiligen Anforderungen der Flachdachabdichtungsbahnen zu prüfen. Die Prüfung der Dachbeschaffenheit hat bauseitig vom Installateur ggf. durch Hinzunahme eines Fachhandwerkers zu erfolgen.

Für die Berechnung des Gleitnachweises wird ein Reibbeiwert von  $\mu = 0,5$  angenommen. Die Prüfung des Reibbeiwertes hat bauseitig zu erfolgen und kann auf Wunsch des Installateurs auf die tatsächlich vor Ort herrschenden Bedingungen angepasst werden. Der Installateur muss dann vorab dem Vertrieb für die Berechnung den von ihm ermittelten Reibbeiwert mitteilen. Bei Dächern mit Attika sind die Grundschielen bis ca. 10 cm an die Attika heranzuführen. Aus Sicherheitsgründen muss die Attika so ausgebildet sein, dass diese ein evtl. Anlagengleiten behindert.

Die Prüfung der Dach- bzw. Gebäudestatik aufgrund des für die Ballastierung der PV-Anlage benötigten Gewichtes hat bauseitig durch den Installateur in Abstimmung mit dem Bauherrn / Statiker zu erfolgen. Die BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH liefert lediglich den Ballastplan und trifft keine Aussagen zur Dach- bzw. Gebäudestatik.

Um dem „Wandern“ der Anlage aufgrund temperaturbedingten Längendehnungen entgegenzuwirken, ist die Anlage bauseits zu sichern. Dies kann z. B. durch den Einbau von geeigneten Anschlagpunkten in der Dachfläche oder durch Verankerung in der Attika erfolgen. Die Anschlusspunkte am Gebäude und die Gebäudeteile müssen die auftretenden Kräfte aufnehmen können.

Das Montagesystem novotegra für Flachdach wurde im Windkanal auf Basis folgender Randbedingungen getestet:

- Mindesthöhe der Attika: ab 0 cm
- Mindestabstand Attika / Modul: 50 cm
- Dachneigung: max. 5 Grad
- Modulbreite: ca. 1.000 mm [+/- 25 mm]  
(Aufständerung geschlossen und Ost-West)
- Modulbreite: ca. 800 – 1.000 mm [+/- 25 mm]  
(nur Aufständerung offen)

novotegra für Flachdach kann in folgenden drei Varianten, je nach Anforderung der Dachstatik bzw. der gewünschten Dachbelegung, auf Flachdächern eingesetzt werden:

- Aufständerung offen - Modulwinkel 13° [15°] - 25° frei wählbar (Modulbreite 1.000[800] mm)
- Aufständerung geschlossen - Modulwinkel fix bei 13°
- Aufständerung Ost-West - Modulwinkel fix bei 13°

Zur Montage des Montagesystems novotegra für Flachdach benötigen Sie das folgende Werkzeug:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentschlüssel	
Spezialnuss SW 8	Modulbefestiger-Set, Modulstützen-Set und Befestigungsschrauben
Spezialnuss SW18 tief	Sperrzahnmuttern

Die Spezialnuss SW 18 wird nur für die Montage der Aufständering Ost-West benötigt.

## 3.2 Schienenverlängerung und Dehnfugen

### 3.2.1 Allgemeines

Die Verlängerung der Schienen erfolgt mit dem Verbinder Grundschiene bzw. Verbinder Basisprofil. Aufgrund temperaturbedingter Längenausdehnungen sind bestimmte Grenzen bzgl. der Schienenlängen einzuhalten und Dehnfugen anzuordnen. Die Ausbildung von Dehnfugen kann mit Hilfe von zwei Varianten erfolgen. Nachfolgende Beschreibungen bzgl. der Verlängerung der Grundschiene und Basisprofile sowie die Ausführung von Dehnfugen für Grundschiene und Basisprofile gelten für alle drei Varianten des Montagesystems novotegra für Flachdach.

Auf Flachdächern mit Kiesschüttung kann für die „Aufständering offen“ und „Aufständering geschlossen“ die Grundschiene 230 - 90 eingesetzt werden. Bei dieser Grundschiene kann der vorhandene Kies zur Ballastierung in die Schiene geschüttet und als Ballast verwendet werden. Die Grundschiene 230 – 90 kann für die Aufständering Ost-West nicht verwendet werden!

Bei der Aufständering Ost-West wird zusätzlich zu den Grundschiene und Basisprofilen die C-Schiene 71 verwendet. Detail bzgl. der Verlängerung bzw. Ausbildung der Dehnfugen sind dem Kapitel 3.5.9 zu entnehmen.

### 3.2.2 Schienenverlängerung

Grundschiene 150-30 und Basisprofil:

Für die Verlängerung der Grundschiene und der Basisprofile stehen zwei verschiedene Verbinder zur Verfügung. Das Montage- und Befestigungsprinzip ist identisch. Die Verbinder sind als Schieblinge ausgebildet und werden je zur Hälfte in die angrenzenden Schienen eingeschoben und danach je Seite mit zwei Bohrschrauben wie in Abbildung 12 dargestellt verschraubt.





Abbildung 12: Verbinder Grundschiene und Verbinder Basisprofil in eingebautem Zustand

Da in der Planung versucht wird durch die unterschiedlichen Schienenlängen für die Grundschienen und Basisprofile ohne bauseitiges Sägen auszukommen, kann man im Bereich der Verbinder die angrenzenden Schienenstücke auf Abstand montieren. Dadurch lassen sich Zusatzlängen für den Ausgleich fehlender, kleinerer Reststücke bilden. Das lichte Maß zwischen angrenzenden Schienen – Grundschienen und Basisprofile – darf maximal 10 cm betragen.

#### Grundschiene 230-90:

Aufgrund des Querschnittes dieser Schiene ist sie zur Befüllung mit Ballast aus Kies geeignet. Die Verlängerung der Schienen erfolgt ohne Schiebling durch zusammenstecken der angrenzenden Profile. Um dies zu ermöglichen sind diese Grundschienen am einen Schienenende im Bereich der Schraubschenkel ausgeklinkt. Die Ausklinkung beträgt 25 cm. Die angrenzenden Schienen sind mindestens 20 cm in einander einzustecken. Dadurch stehen 5 cm für den Längenausgleich der Schienen zur Verfügung.

Die zusammengesteckten Grundschienen sind im Stoßbereich mit vier Befestigungsschrauben, zwei je Seite, zu fixieren (Abbildung 13).

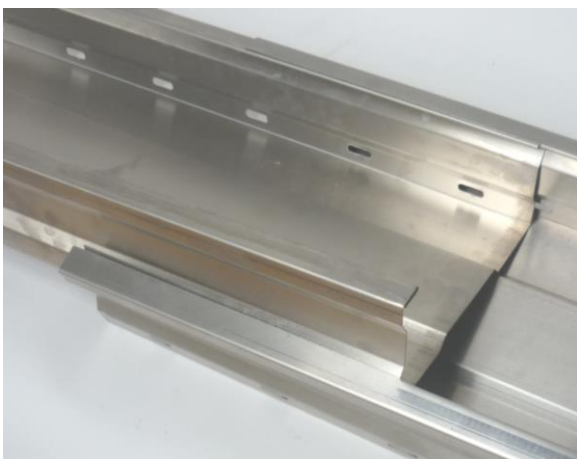


Abbildung 13: Verlängerung und Verschraubung Grundschiene 230 - 90

### 3.2.3 Dehnfugenausbildung durch Modulfelder

Zur Vermeidung von Längenausdehnungsproblemen muss das Montagesystem in bestimmten Abständen unterbrochen werden. Die maximale Modulfeldlänge beträgt in Richtung der Grundschiene und in Richtung der Basisprofile jeweils ca. 50 m. Danach ist zwingend eine echte Dehnfuge, also eine Modulfeldunterbrechung erforderlich. Die gilt auch für die Windleitbleche bei der Variante Aufständering geschlossen. Durch die Unterbrechung der Unterkonstruktion ergeben sich Modulfelder, an deren Beginn und Ende der Ballast wie an den Dachrändern einzulegen ist – die genauen Ballastangaben sind der Detailplanung zu entnehmen.

Bei der Ausführung der Modulfelder in dieser Art muss nach ca. 25 m in beiden Richtungen eine Dehnfuge durch ein Loslager ausgebildet werden.

### 3.2.4 Dehnfugenausbildung durch Loslager – Grundschiene / Basisprofil

Alternativ können Dehnfugen auch durch ein Loslager realisiert werden. Dehnfugen durch Loslager müssen nach ca. 25 m sowohl bei den Grundschiene als auch bei den Basisprofilen ausgeführt werden. Nach weiteren ca. 25 m muss das Modulfeld durch eine echte Dehnfuge, wie in Kapitel 3.2.3 beschrieben, unterbrochen werden. Die Bauteile der Loslager und die Ausführung des Schienenstoßes als Loslager ist wie in Abbildung 14 dargestellt auszuführen. Die Loslager Bauteile haben einseitig in beiden Schenkeln ein Langloch und sind ebenfalls Schiebblinge welche in die Schienen eingeschoben werden. Durch die Befestigungsschrauben in den Schienen erfolgt so in den Langlöchern eine bewegliche Fixierung.

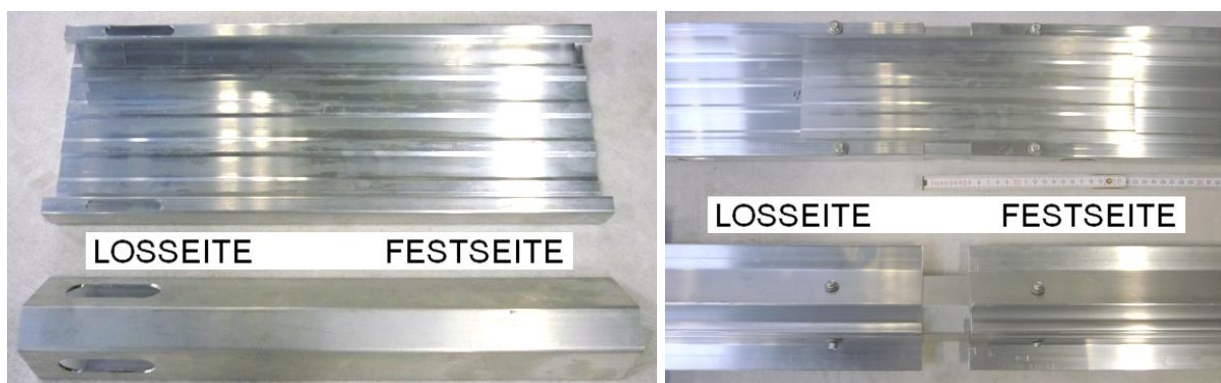


Abbildung 14: Bauteil und Dehnfugenausbildung durch Loslager: Grundschiene (oben); Basisprofil (unten)

Beim Loslager sind die Bauteile Loslager Grundschiene und Loslager Basisprofil mittig unter den beiden angrenzenden Schienen anzuordnen und auf der Festseite an jedem Steg mit jeweils einer Schraube zu fixieren. Der Abstand der Grundschiene bzw. Basisprofile zueinander, also das Dehnfugenspaltmaß beträgt ca. 5,0 cm. Auf der Losseite ist ebenfalls beidseitig jeweils eine Schraube durch die Stege der Grundschiene bzw. Basisprofile mittig in die Langlöcher der Bauteile Loslager Grundschiene bzw. Loslager Basisprofil einzudrehen.

Die Ausbildung eines Loslagers darf nicht unterhalb eines Moduls erfolgen. Es bietet sich deshalb an die Loslager der Grundschiene im Bereich des Zwischenraumes der Modulreihen und die Loslager der Basisprofile im Modulstoss bzw. Wartungsgang anzuordnen. Bei der Dehnfugenausbildung durch Loslager ist spätestens nach 50 m eine Dehnfuge durch Modulfelder auszubilden.

Bei der Aufständigung geschlossen sind die Dehnfugen auch auf die Windleitbleche zu übertragen, d. h. im Bereich von Basisprofil-Loslageren dürfen die Windleitbleche im Stoßbereich nicht miteinander verschraubt werden.

### 3.2.5 Dehnfugenausbildung Grundschiene 230-90

Beim Einsatz der Grundschiene für Kiesdächer ist ebenfalls nach ca. 25 m eine Dehnfuge auszuführen. Diese wird durch Unterbrechung der Grundschiene ausgebildet, d. h. nach ca. 25 m wird die folgende Grundschiene nicht mit der vorherigen verbunden, sondern mit einem Abstand von ca. 5 – 10 cm zur vorherigen montiert (Abbildung 15). Die Dehnfuge darf nicht unter einem Modul liegen, sondern ist immer im Bereich zwischen den angrenzenden Modulreihen unterzubringen.

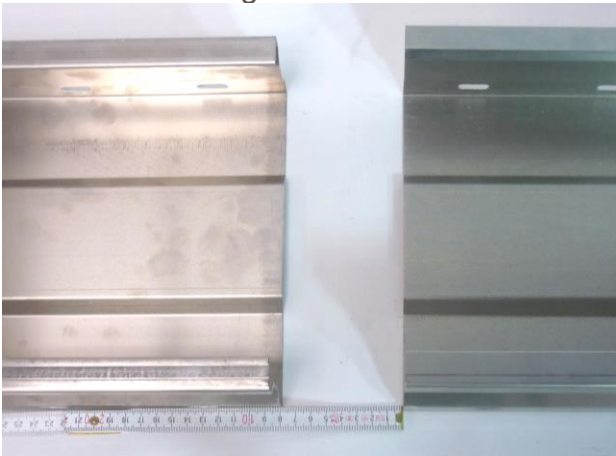


Abbildung 15: Dehnfugenausbildung Grundschiene 230 – 90; Abstand 5 – 10 cm

Für die Ausbildung der Dehnfugen der Basisprofile gelten dieselben Angaben wie zuvor in Kapitel 3.2.3 und Kapitel 3.2.4 beschrieben.

### 3.2.6 Dehnfugenausbildung C-Schiene 71

Für die Umsetzung wird das Loslager-Set 71 benötigt, welches aus zwei Flachrundschauben ohne und zwei Flachrundschauben mit Beschichtung, sowie vier Sperrzahnmuttern besteht. Die Schienen sind mit dem Schienenverbinder mit jeweils zwei Schrauben pro Seite zu verbinden.

Die Schraubverbindungen auf der Festseite sind mit einem Anzugsmoment von 50 Nm anzuziehen. Die auf der Losseite zu verwendenden Schrauben sind im Gewindebereich rot beschichtet. Diese Schrauben sind zuerst ebenfalls mit 50 Nm anzuziehen und müssen dann wieder um ca. eine halbe Umdrehung gelöst werden. Der Abstand der C-Schiene 71 im Stoßbereich muss ca. 40 - 50 mm, der Abstand der Verschraubung zum Langlochrand muss ca. 20 – 25 mm betragen (Abbildung 16). Die Ausbildung eines Loslagers darf nicht unterhalb eines Moduls erfolgen. Bei der Dehnfugenausbildung durch Loslager ist nach maximal 50 m eine Dehnfuge durch Modulfelder auszubilden.



Abbildung 16: Loslager-Set 71 – Komponenten (oben) und montiert (unten)

### 3.3 Aufständering offen

#### 3.3.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems novotegra für Flachdach in der Variante Aufständering offen beschrieben. Die Aufständering offen ist ein ballastreduziertes Montagesystem, welches zum Einsatz kommen kann, wenn das Dach zusätzliche Tragreserven für eine Ballastierung hat. Das Montagesystem besteht aus den Komponenten der Aufständeringlösung aus der novotegra Montagesystemfamilie. Die Unterkonstruktion wird als Kreuzschienenverband (KSV) mit einer unteren Schiene (Grundschiene) und einer darauf liegenden Modultragschiene (Basisprofil) ausgeführt. Die Module müssen quer montiert werden. Bei dieser Aufständeringvariante ist der Modulwinkel zwischen  $13^\circ$  bis  $25^\circ$  frei wählbar.

Der statische Nachweis der Unterkonstruktion, der für diese Aufständeringvariante erforderliche Ballast und die Detailplanung erfolgt durch die Fa. BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH.

### 3.3.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 17) wird, bei zusammenhängenden Modulfeldern in vier Bereiche eingeteilt.

Prinzipskizze:  
Aufständerung Flachdach  
Dacheinteilung

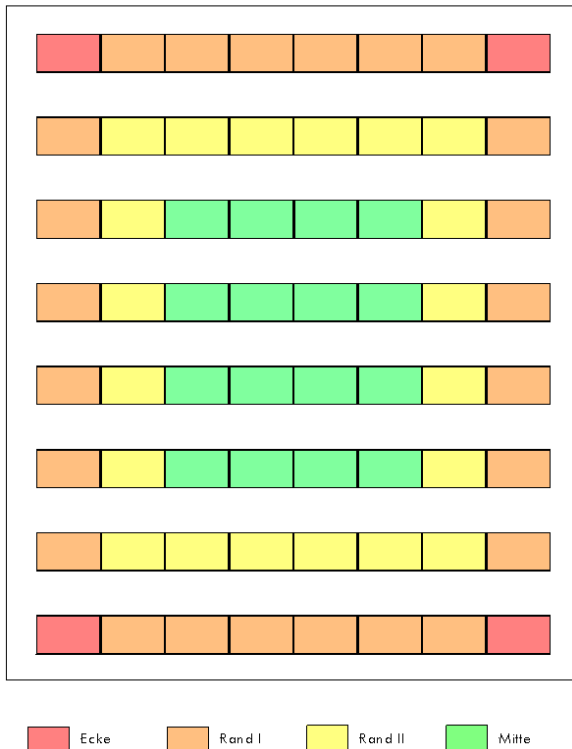


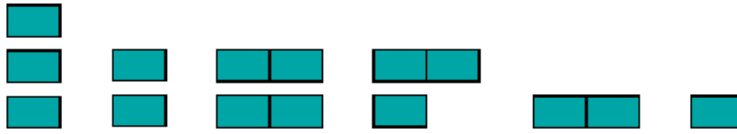
Abbildung 17: Prinzipskizze Dacheinteilung

### 3.3.3 Anordnung der Module

Standardmäßig sind die Module in Blöcken mit mindestens 3 Modulen nebeneinander (Reihen) und 3 Modulen hintereinander (Spalten) anzuordnen. Wird von dieser Anordnung abgewichen, z. B. bei Einzelreihen oder Einzelmodulen bedingt durch Dachaufbauten, wird deutlich mehr Ballast zur Lagesicherung benötigt. Dies gilt auch z. B. bei einzelnen, aus einem Block herauspringenden Modulen. Beispiele dafür sind in Abbildung 18 dargestellt.

**Beispiele:**

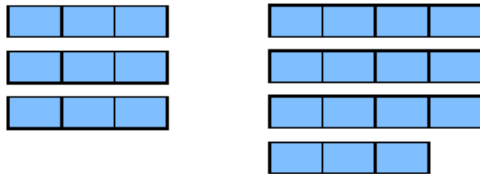
Einzelmodul



Einzelreihe (min. 3 Module nebeneinander)



Block (min. 3x3 Module)



Anlage

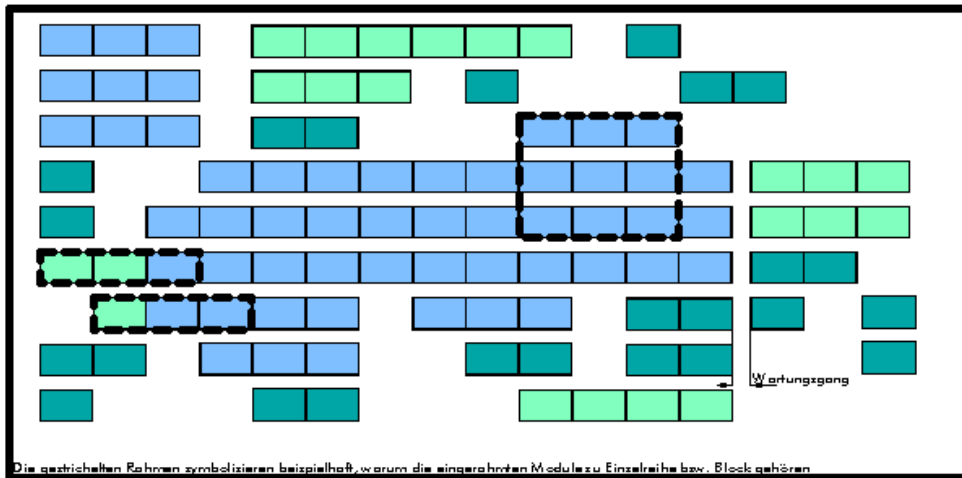


Abbildung 18: Beispiele für Einzelmodule, Modulreihen und Modulblöcke

Für den Gleitnachweis ist entscheidend, dass eine gewisse Anzahl an Modulen über die Grundschienen und Basisprofile miteinander verbunden sind. Es werden neben o. g. Konstellationen zusätzlich folgende Varianten betrachtet:

- Modulblock 4x6: 4 Reihen x 6 Module
- Modulblock 6x6: 6 Reihen x 6 Module
- Modulblock 10x10: 10 Reihen x 10 Module

Je größer der Block, desto geringer ist die Horizontalbelastung.



Die Bezeichnung der Blöcke erfolgt durch die Kürzel "S" für Süd, "M" für Mitte und "N" für Nord für die Orientierung in Süd-Nordrichtung. Die Blockbezeichnung in Ost-West-Richtung erfolgt über die Kürzel "1" für Rand, "2" für Übergang Rand zu Mitte und "3" für Mitte. Die Blockbezeichnung ist in Abbildung 19 dargestellt.

<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N2</b>	<b>N1</b>	
<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M2</b>	<b>M1</b>	
<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S2</b>	<b>S1</b>	

Abbildung 19: Blockbezeichnungen

### 3.3.4 Anordnung der Grundschiene

Anhand des Achsenmaßes der Grundschiene, das aus dem Montageplan entnommen wird, sind die Grundschiene auszulegen. Der Montageplan gibt, gekennzeichnet durch unterschiedliche Farben, die jeweilig benötigte Grundschiene-länge vor. Im Stoßbereich sind die Grundschiene unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder zu verschrauben. Im Bereich von Dachdurchdringungen wie z. B. Dachöffnungen, Lüftungsrohren und sonstigen Dachaufbauten kann sich der Standardabstand der Grundschiene ändern. Die Abstandsmaße sind ebenfalls dem Montageplan zu entnehmen.

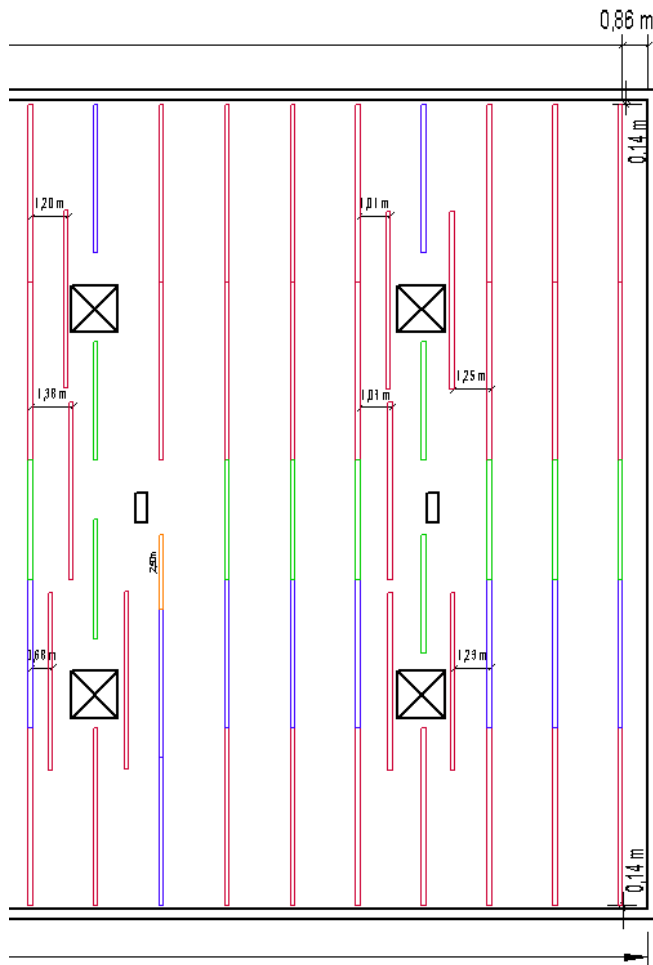


Abbildung 20: Montageplan Grundschiene (Plananschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhalts des Montageplans Grundschiene wird auf das Kapitel 2.1.3 „Montageplan Grundschiene“ verwiesen.

### 3.3.5 Anordnung der Basisprofile

Die Basisprofile bilden die Modultragschiene. Sie liegen auf den Grundschiene auf und verlaufen parallel zur Modulreihe.

Unter den Modulreihen verlaufen ein vorderes und ein hinteres Basisprofil, die mit der Schnecke in Richtung Süden zeigend montiert werden müssen (der Steg der Eindreh-Schnecke zeigt nach Norden (Abbildung 21)).

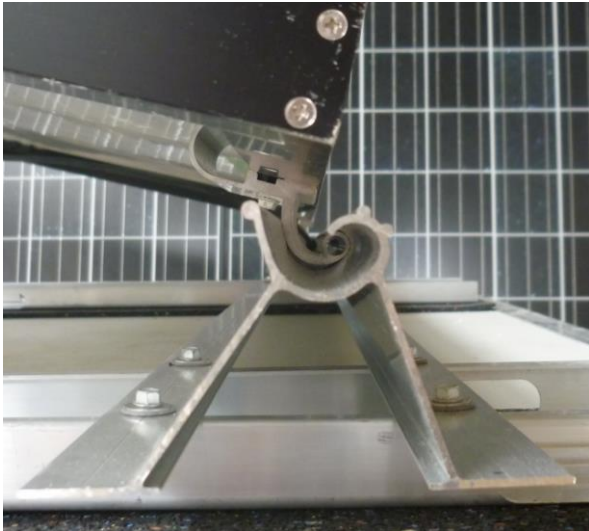


Abbildung 21: Steg (links) und Eindrehschnecke (rechts)

Der Abstand der Basisprofilachsen ist dem Montageplan Basisprofile zu entnehmen. Wie schon bei den Grundschielen beschrieben, gibt auch dieser Montageplan Auskunft über die jeweils für eine Achse benötigten Basisprofilängen. Die Basisprofile sind im Stoßbereich unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder Basisprofil zu verlängern.

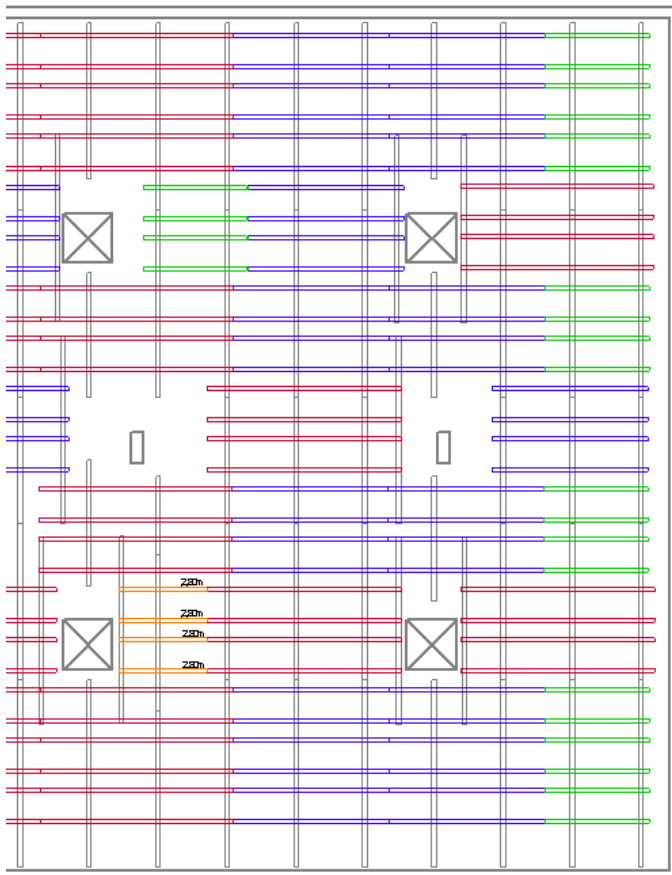


Abbildung 22: Montageplan Basisprofile (Planausschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhalts des Montageplans Basisprofil wird auf das Kapitel 2.1.4 „Montageplan Basisprofile“ verwiesen.

### 3.3.6 Befestigung der Basisprofile



Abbildung 23: Befestigungsschraube Flachdach



Abbildung 24: Befestigungsschraube Flachdach spanlos

#### Allgemeines zur Befestigung

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt entweder mit der „Befestigungsschraube Flachdach“ (Abbildung 23) oder der „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ (Abbildung 24) auf den darunterliegenden Grundschiene. Die Wahl der Befestigungsschraube wird dem Kunden überlassen. Die Befestigung der Basisprofile erfolgt, ohne Vorbohren der Grundschiene, beidseitig durch die Stege der Basisprofile in die Flansche der Grundschiene (Abbildung 25). Die Bohrschrauben dürfen nicht überdreht werden, da sie sonst keine statische Wirkung mehr haben.

#### Befestigung auf der Grundschiene 150 - 30

Das Basisprofil ist an den Kreuzungspunkten in den Randreihen und Randspalten der einzelnen Modulfelder mit jeweils vier Bohrschrauben (Abbildung 25 links) und an den Kreuzungspunkten im Mittenbereich der Modulfelder mit jeweils zwei Bohrschrauben (Abbildung 25 Mitte) mit der Grundschiene zu verschrauben.

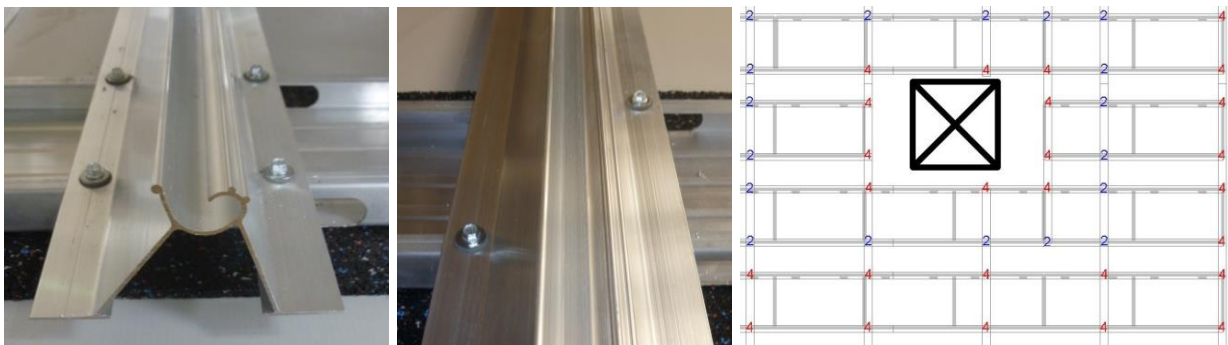


Abbildung 25: Befestigung Basisprofile auf Grundschiene

Module welche neben Dachdurchdringungen wie z. B. Lichtkuppeln o. ä. aufgebaut werden zählen ebenfalls zu Modulen in Randreihen oder Randspalten. Diese Bezeichnung ist nicht auf Module nahe dem Dachrand bezogen, sondern für Module an Anlagenrändern gültig.

Wenn die erforderliche Ballastierung pro Grundschiene und Reihe größer als 100 kg ist, so sind die Kreuzungspunkte Basisprofile / Grundschiene unabhängig vom Dachbereich mit 4 Schrauben auszuführen.

### Befestigung auf der Grundschiene 230 - 90

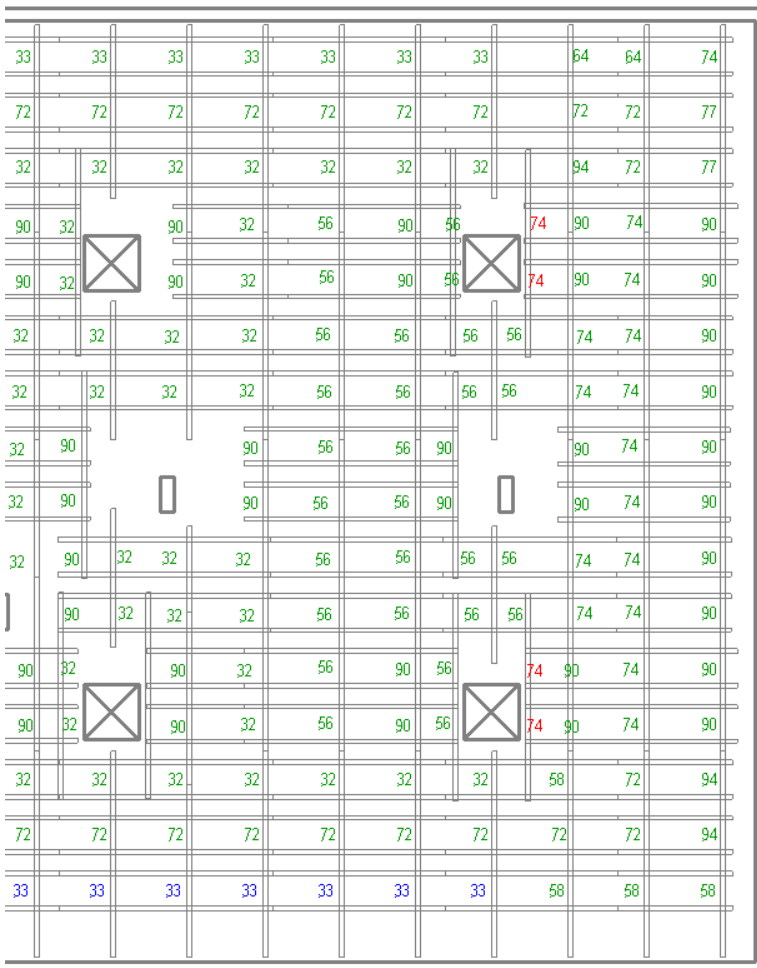
Werden die Basisprofile auf der Grundschiene für Kiesdächer befestigt, so sind an jedem Kreuzungspunkt die Basisprofile mit jeweils vier Befestigungsschrauben anzuschrauben.

### **3.3.7 Ballastierung der Grundschiene**

#### Ballastierung der Grundschiene 150 – 30:

Im Ballastplan enthalten ist die Angabe des Ballastes in kg pro Grundschiene und Reihe. Dieser Ballast wird mindestens benötigt um die Anlage gegen Abheben und Gleiten zu sichern. Durch die Auswahl eines geeigneten Ballastes (z. B. unterschiedliche Steinformate) müssen die Grundschiene beschwert werden. Ist im Vorfeld der Planung bereits das Steinformat und das Gewicht bekannt, kann die Planung mit dem tatsächlich verwendeten Ballast erfolgen. Es ist bauseits sicherzustellen, dass der verwendete Ballast dauerhaft in oder auf der Schiene bleibt. Für die Ballastierung ist ein frostsicheres Material auszuwählen.

Bei Dächern mit geringer Lastreserve oder bei Dächern, bei denen die Lastreserve durch den erforderlichen Ballast bereits erschöpft ist, ist darauf zu achten, dass man das benötigte Gewicht möglichst genau trifft, da ansonsten die vorhandene Lastreserve des Gebäudes durch den tatsächlich aufgelegten Ballast überschritten wird.



#### Beispiel Ballast:

Ballastangabe im Plan = 74 kg  
Ballast = Stein 50 x 50 x 5 cm  
Steingewicht = 25,0 kg  
erf. Anzahl Steine = 3 Stück

Dieser Ballast ist auf der Grundschiene unter dem Modul aufzulegen. Bei der Wahl von leichteren Steinen werden mehr als 3 Stück benötigt. Diese können dann auch noch direkt nach dem hinteren Basisprofil – im Bereich des Verschattungsabstandes – verlegt werden (Abbildung 27). Alternativ dazu kann, wie nachfolgend beschrieben, auch eine Ballastwanne zum Einlegen des Ballastes verwendet werden.

Abbildung 26: Ballastplan (Planausschnitt als Beispiel)

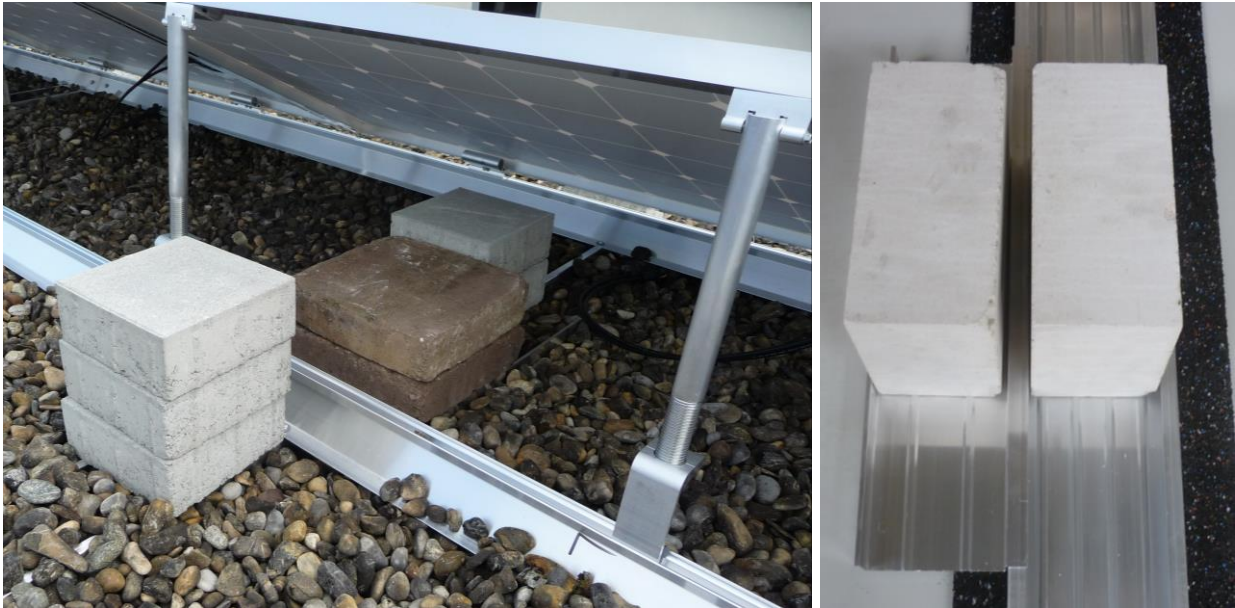


Abbildung 27: Ballastverteilung: auf Grundschiene (links) oder über die Ballastwanne (rechts)

Vorzugsweise ist der Ballast unter das Modul zu legen. Reicht der vorhandene Platz nicht aus, kann zusätzlicher Ballast über die Ballastwanne aufgelegt werden (Abbildung 27). Die Ballastwanne wird seitlich in die Grundschiene eingehängt und kann beidseitig verlegt werden. Sie dient so auch der sicheren Auflage für großformatige Steine.

#### Ballastierung der Grundschiene 230 – 90:

Aufgrund der Höhe der Grundschiene für Kiesdächer kann in diese, der auf dem Dach vorhandene Kies als Ballast eingelegt werden (Abbildung 28). Die maximale Füllhöhe beträgt ca. 9 cm. In der Detailplanung wird im Ballastplan angegeben mit wie viel cm Kies die Schiene befüllt werden muss.

Sollte der vorhandene Kiesballast, also die Füllmenge nicht ausreichen, so muss ggf. Zusatzballast in Form von Steinen aufgelegt werden. Im Ballastplan werden dann wie zuvor bei der Grundschiene 150 - 30 die Zahlenwerte des zusätzlich erforderlichen Ballastes angegeben.



Abbildung 28: Kiesballastierung in der Grundschiene 230 - 90



### 3.3.8 Modulbefestigung und Lagesicherung

Montagesystem-komponenten	Stück / Modul
Modulbefestiger-Set vorne	2
Modulbefestiger-Set hinten	2
Modulstützen-Set	2

Pro Modul sind jeweils zwei „Modulbefestiger-Set vorne“ und „Modulbefestiger-Set hinten“ durch die Montagebohrungen am Modul unverschieblich anzuschrauben - Anzugsmoment 12-14 Nm (Abbildung 29).

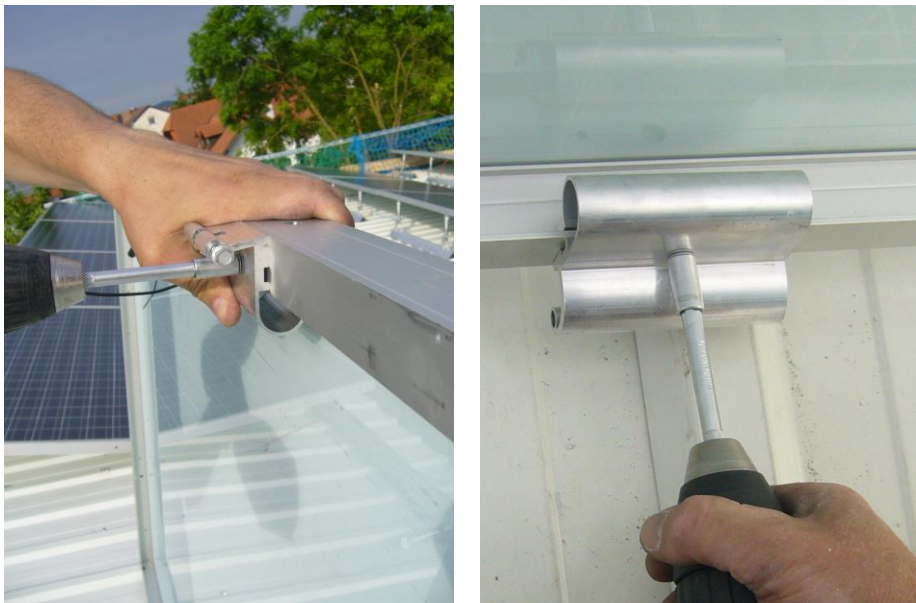


Abbildung 29: Montage „Modulbefestiger-Set“ hinten (links) und vorne (rechts)

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 30). Danach wird das Modul mit dem „Modulbefestiger-Set vorne“ in die Basisprofile eingesetzt und nach hinten auf die Modulstützen-Sets abgelegt. So wird Modul für Modul nacheinander montiert. Der Abstand der Module in Reihe muss mindestens 10 mm betragen.



Abbildung 30: Eingelegte Modulstützen-Set

Über das Gewinde der Modulstützen kann das Modul stufenlos auf den gewünschten Aufständigungswinkel eingestellt werden (Abbildung 31). Erst nach dem Ausrichten der Module sind die Modulstützen über die Schraube am „Modulbefestiger-Set hinten“ zu fixieren.



Abbildung 31: Höhenverstellbare Modulstützen

Zur Lagesicherung der Module sind diese über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ zu sichern (Abbildung 32). Dabei gilt, dass an sämtlichen Modulen an den Randspalten (Dachränder, Wartungsgänge, Dehnfugen mit Modulfeldunterbrechung), die äußeren Modulbefestiger vorne zu sichern sind.



Abbildung 32: Modulsicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“ neben oder durch den Modulbefestiger

Für die Lagesicherung werden die vorher genannten Bohrschrauben benutzt. Zur Sicherung der Module ist die „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und auf der äußeren Seite neben dem Modulbefestiger-Set einzudrehen. Bei Verwendung der „Befestigungsschraube Flachdach“ kann die Bohrschraube auch durch das Basisprofil in die Modulbefestiger eingedreht werden.

Die Verlegung der Modulkabel erfolgt am Modulrahmen mit selbstsichernden Kabelbindern. Pro Modul werden je nach Kabellänge 2 – 3 Kabelbinder benötigt. Bei zu kurzen Modulkabeln müssen diese mit Verlängerungskabeln entsprechend verlängert und am Modulrahmen befestigt werden.

## 3.4 Aufständering geschlossen

### 3.4.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems novotegra für Flachdach in der Variante Aufständering geschlossen beschrieben. Die Aufständering geschlossen ist ein ballastarmes Montagesystem, welches zum Einsatz kommen kann, wenn das Dach nur wenig zusätzliche Tragreserven für eine Ballastierung hat. Das Montagesystem besteht weitestgehend aus den Komponenten der Aufständeringlösung aus der novotegra Montagesystemfamilie. Die Unterkonstruktion wird als Kreuzschienenverband (KSV) mit einer unteren Schiene (Grundschiene) und einer darauf liegenden Modultragschiene (Basisprofil) ausgeführt. Die Module müssen quer montiert werden. Bei dieser Aufständeringvariante ist der Modulwinkel fix bei 13°. Der statische Nachweis der Unterkonstruktion, der für diese Aufständeringvariante erforderliche Ballast und die Detailplanung erfolgt durch die Fa. BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH.

### 3.4.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches ( Abbildung 33) wird, bei zusammenhängenden Modulfeldern in vier Bereiche eingeteilt.

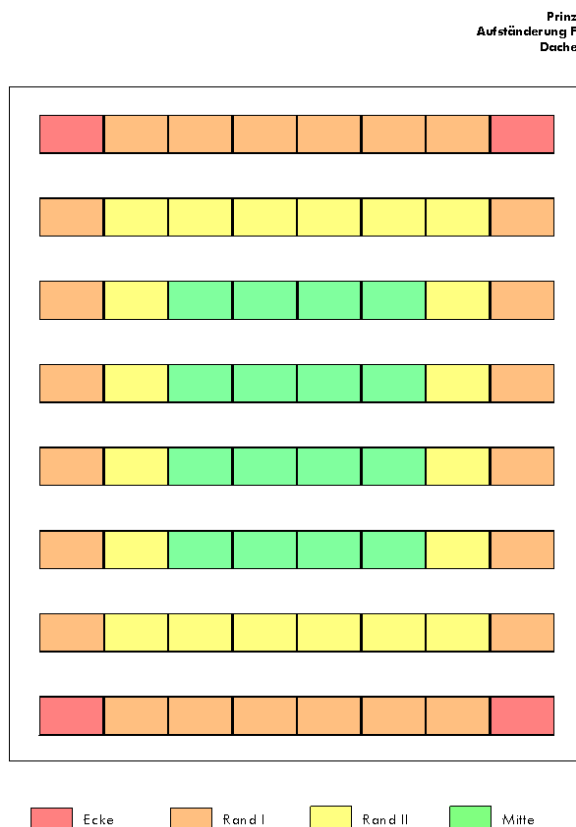


Abbildung 33: Prinzipskizze Dacheinteilung

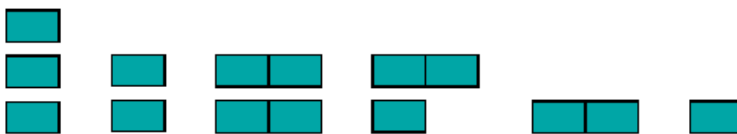
### 3.4.3 Anordnung der Module

Standardmäßig sind die Module in Blöcken mit mindestens 3 Modulen nebeneinander (Reihen) und 3 Modulen hintereinander (Spalten) anzuordnen. Wird von dieser Anordnung abgewichen, z. B. bei Einzelreihen oder Einzelmodulen bedingt durch Dachaufbauten, wird deutlich mehr Ballast zur Lagesicherung benötigt. Dies gilt auch z. B. bei einzelnen, aus einem Block herauspringenden Modulen. Beispiele dafür sind in Abbildung 34 dargestellt.

**Prinzipskizze:  
Aufständigung Flachdach  
Blockbezeichnung**

#### Beispiele:

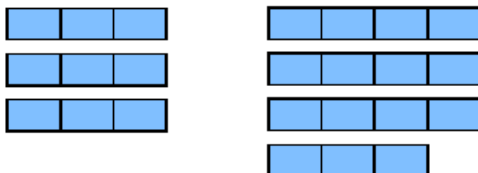
Einzelmodul



Einzelreihe (min. 3 Module nebeneinander)



Block (min. 3x3 Module)



Anlage

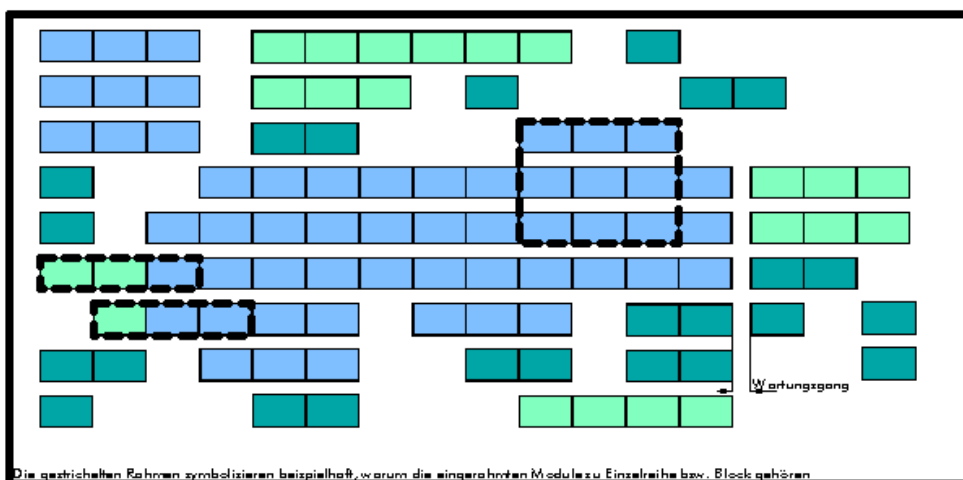


Abbildung 34: Beispiele für Einzelmodule, Modulreihen und Modulblöcke

Für den Gleitnachweis ist entscheidend, dass eine gewisse Anzahl an Modulen über die Grundschielen und Basisprofile miteinander verbunden sind. Es werden neben o. g. Konstellationen zusätzlich folgende Varianten betrachtet:

- Modulblock 4x6: 4 Reihen x 6 Module
- Modulblock 6x6: 6 Reihen x 6 Module
- Modulblock 10x10: 10 Reihen x 10 Module

Je größer der Block, desto geringer ist die Horizontalbelastung.

Die Bezeichnung der Blöcke erfolgt durch die Kürzel "S" für Süd, "M" für Mitte und "N" für Nord für die Orientierung in Süd-Nordrichtung. Die Blockbezeichnung in Ost-West-Richtung erfolgt über die Kürzel "1" für Rand, "2" für Übergang Rand zu Mitte und "3" für Mitte. Die Blockbezeichnung ist in Abbildung 35 dargestellt.

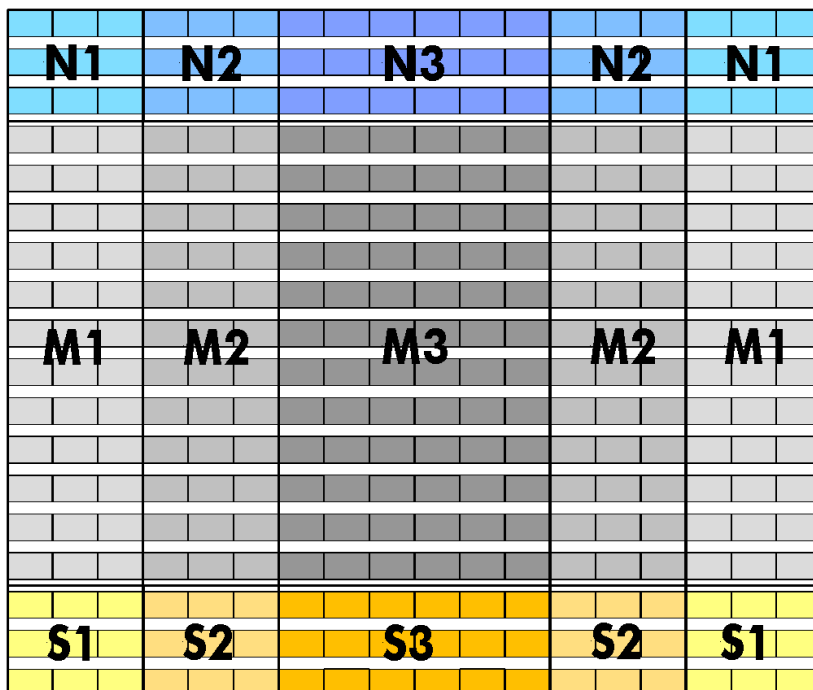


Abbildung 35: Blockbezeichnungen

### 3.4.4 Anordnung der Grundschielen

Anhand des Achsenmaßes der Grundschielen, das aus dem Montageplan Grundschiene entnommen wird, sind die Grundschielen auszulegen. Der Montageplan gibt, gekennzeichnet durch unterschiedliche Farben, die jeweilig benötigte Grundschielenlänge vor. Im Stoßbereich sind die Grundschielen unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder zu verschrauben. Im Bereich von Dachdurchdringungen wie z. B. Dachöffnungen, Lüftungsrohren und sonstigen Dachaufbauten kann sich der Standardabstand der Grundschielen ändern. Die Abstandsmaße sind ebenfalls dem Montageplan zu entnehmen.



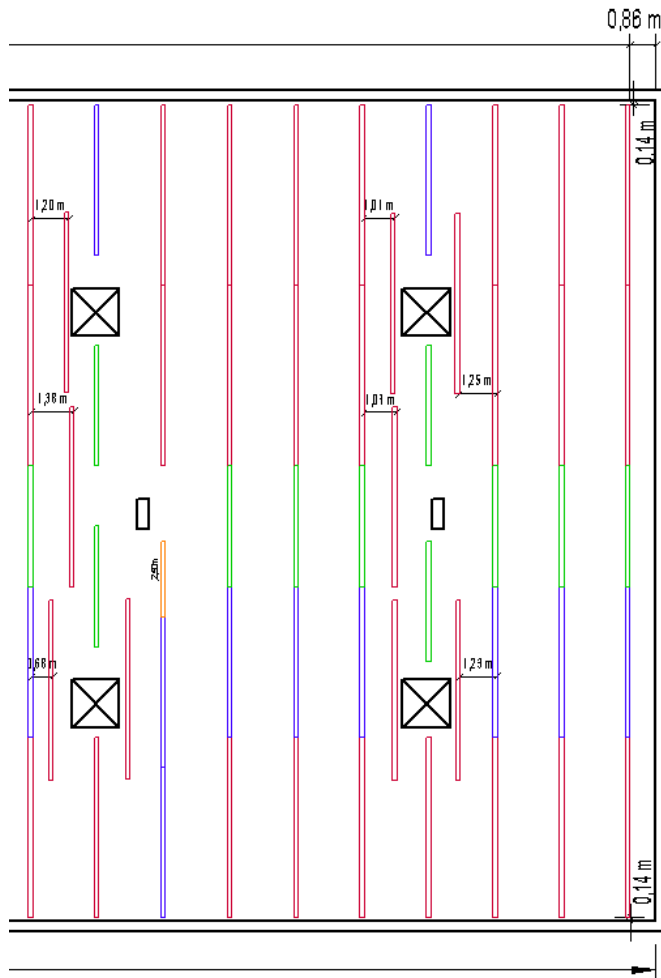


Abbildung 36: Montageplan Grundschiene (Planausschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhalts des Montageplans Grundschiene wird auf das Kapitel 2.1.3 „Montageplan Grundschiene“ verwiesen.

### 3.4.5 Anordnung der Basisprofile

Die Basisprofile bilden die Modultragschiene. Sie liegen auf den Grundschiene auf und verlaufen parallel zur Modulreihe.

Unter den Modulreihen verlaufen ein vorderes und ein hinteres Basisprofil, die mit der Schnecke in Richtung Süden zeigend montiert werden müssen (der Steg der Eindrehschnecke zeigt nach Norden Abbildung 37).

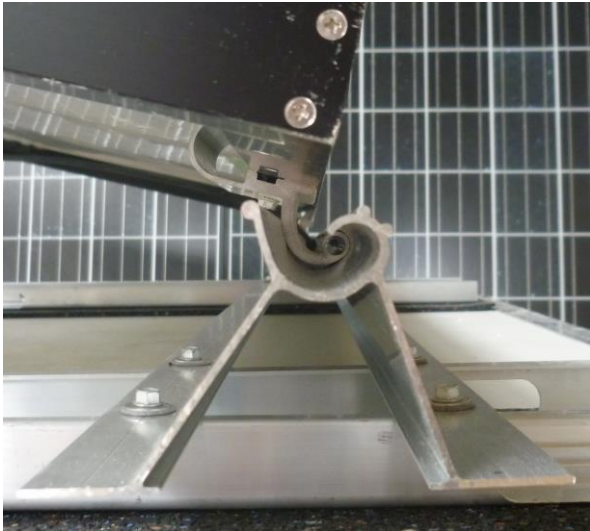


Abbildung 37: Steg (links) und Eindrehschnecke (rechts)

Der Abstand der Basisprofilachsen ist dem Montageplan Basisprofile zu entnehmen. Wie schon bei den Grundschielen beschrieben, gibt auch dieser Montageplan Auskunft über die jeweils für eine Achse benötigten Basisprofilängen. Die Basisprofile sind im Stoßbereich unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder Basisprofil zu verlängern.

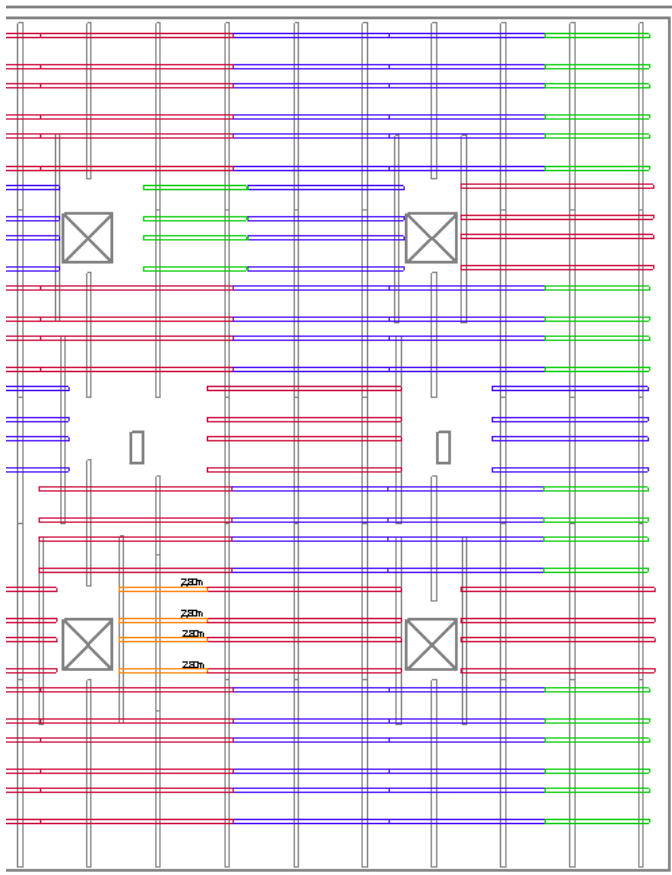


Abbildung 38: Montageplan Basisprofile (Planausschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhalts des Montageplans Basisprofil wird auf das Kapitel 2.1.4 „Montageplan Basisprofile“ verwiesen.

### 3.4.6 Befestigung der Basisprofile



Abbildung 39: Befestigungsschraube Flachdach



Abbildung 40: Befestigungsschraube Flachdach spanlos

#### Allgemeines zur Befestigung

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt entweder mit der „Befestigungsschraube Flachdach“ (Abbildung 39) oder der „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ (Abbildung 40) auf den darunterliegenden Grundschiene. Die Wahl der Befestigungsschraube wird dem Kunden überlassen. Die Befestigung der Basisprofile erfolgt, ohne Vorbohren der Grundschiene, beidseitig durch die Stege der Basisprofile in die Flansche der Grundschiene (Abbildung 41). Die Bohrschrauben dürfen nicht überdreht werden, da sie sonst keine statische Wirkung mehr haben.

#### Befestigung auf der Grundschiene 150 - 30

Das Basisprofil ist an den Kreuzungspunkten in den Randreihen und Randspalten der einzelnen Modulfelder mit jeweils vier Bohrschrauben (Abbildung 41 links) und an den Kreuzungspunkten im Mittenbereich der Modulfelder mit jeweils 2 Bohrschrauben (Abbildung 41 Mitte) mit der Grundschiene zu verschrauben.

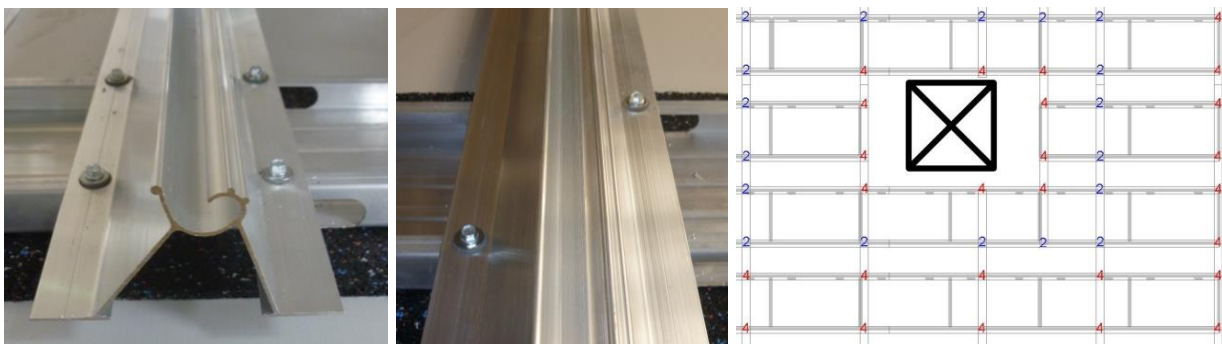


Abbildung 41: Befestigung Basisprofile auf Grundschiene

Module welche neben Dachdurchdringungen wie z. B. Lichtkuppeln o. ä. aufgebaut werden zählen ebenfalls zu Modulen in Randreihen oder Randspalten. Diese Bezeichnung ist nicht auf Module nahe dem Dachrand bezogen, sondern für Module an Anlagenrändern gültig.

Wenn die erforderliche Ballastierung pro Grundschiene und Reihe größer als 100 kg ist, so sind die Kreuzungspunkte Basisprofile / Grundschiene unabhängig vom Dachbereich mit 4 Schrauben auszuführen.

### Befestigung auf der Grundschiene 230 - 90

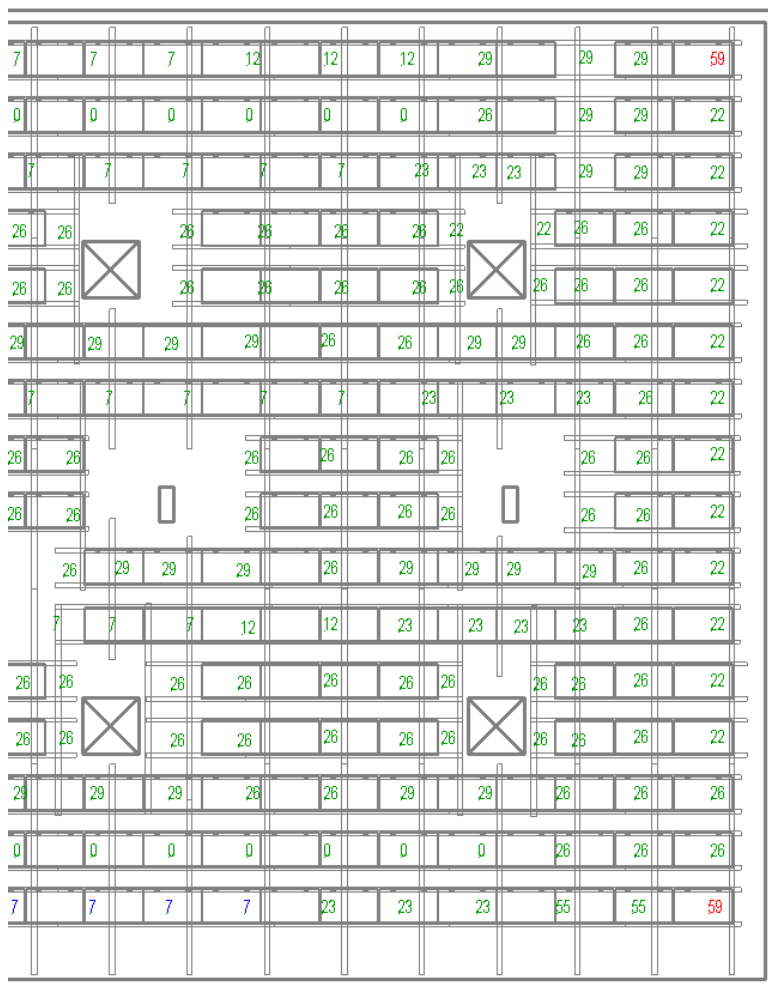
Werden die Basisprofile auf der Grundschiene für Kiesdächer befestigt, so sind an jedem Kreuzungspunkt die Basisprofile mit jeweils vier Befestigungsschrauben anzuschrauben.

### **3.4.7 Ballastierung der Grundschiene**

#### Ballastierung der Grundschiene 150 – 30:

Im Ballastplan enthalten ist die Angabe des Ballastes in kg pro Grundschiene und Reihe. Dieser Ballast wird mindestens benötigt um die Anlage gegen Abheben und Gleiten zu sichern. Durch die Auswahl eines geeigneten Ballastes (z. B. unterschiedliche Steinformate) müssen die Grundschiene beschwert werden. Ist im Vorfeld der Planung bereits das Steinformat und das Gewicht bekannt, kann die Planung mit dem tatsächlich verwendeten Ballast erfolgen. Es ist bauseitig sicherzustellen, dass der verwendete Ballast dauerhaft in oder auf der Schiene bleibt. Für die Ballastierung ist ein frostsicheres Material auszuwählen.

Bei Dächern mit geringer Lastreserve oder bei Dächern, bei denen die Lastreserve durch den erforderlichen Ballast bereits erschöpft ist, ist darauf zu achten, dass man das benötigte Gewicht möglichst genau trifft, da ansonsten die vorhandene Lastreserve des Gebäudes durch den tatsächlich aufgelegten Ballast überschritten wird.



#### Beispiel Ballast:

Ballastangabe im Plan = 22 kg  
Ballast = Stein 28 x 21 x 6,5 cm  
Steingewicht = 8,0 kg  
erf. Anzahl Steine = 3 Stück

Dieser Ballast ist auf der Grundschiene unter dem Modul aufzulegen. Bei der Wahl von leichteren Steinen werden in diesem Beispiel mehr als 3 Stück benötigt. Diese können auch direkt nach dem hinteren Basisprofil – im Bereich des Verschattungsabstandes – verlegt werden. Alternativ dazu kann wie nachfolgend beschrieben auch eine Ballastwanne zum Einlegen des Ballastes verwendet werden. Diese wird aber aufgrund des geringen Ballastes bei der Aufständigung geschlossenen nur in besonderen Fällen benötigt.

Abbildung 42: Ballastplan (Planausschnitt als Beispiel)

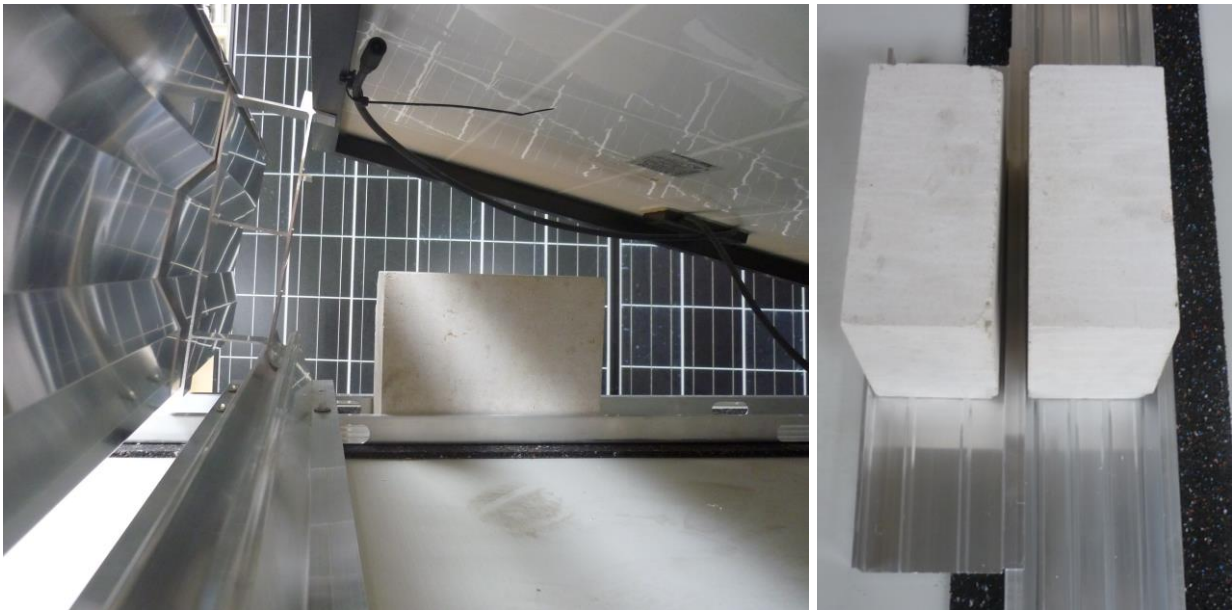


Abbildung 43: Ballastverteilung auf Grundschiene (links) oder über die Ballastwanne (rechts)

Vorzugsweise ist der Ballast unter das Modul zu legen. Reicht der vorhandene Platz nicht aus, kann zusätzlicher Ballast über die Ballastwanne aufgelegt werden (Abbildung 43). Die Ballastwanne wird seitlich in die Grundschiene eingehängt und kann beidseitig verlegt werden. Sie dient so auch der sicheren Auflage für großformatige Steine.

#### Ballastierung der Grundschiene 230 – 90:

Aufgrund der Höhe der Grundschiene für Kiesdächer kann in diese der auf dem Dach vorhandene Kies als Ballast eingelegt werden (Abbildung 44). Die maximale Füllhöhe beträgt ca. 9 cm. In der Detailplanung wird im Ballastplan angegeben mit wie viel cm Kies die Schiene befüllt werden muss.

Sollte der vorhandene Kiesballast, also die Füllmenge nicht ausreichen, so muss ggf. Zusatzballast in Form von Steinen aufgelegt werden. Im Ballastplan werden dann wie zuvor bei der Grundschiene 150 - 30 die Zahlenwerte des zusätzlich erforderlichen Ballastes angegeben.



Abbildung 44: Kiesballastierung in der Grundschiene 230 - 90



### 3.4.8 Modulbefestigung, Windleitblech und Lagesicherung

Montagesystem-komponenten	Stück / Modul
Modulbefestiger-Set vorne	2
Modulstützen-Set 13°	2

Pro Modul sind zwei „Modulbefestiger-Set vorne“ durch die Montagebohrungen am Modul unverschieblich anzuschrauben - Anzugsmoment 12-14 Nm (Abbildung 45).



Abbildung 45: Montage „Modulbefestiger-Set“ vorne

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 46). Danach wird das Modul mit dem „Modulbefestiger-Set vorne“ in die Basisprofile eingesetzt und nach hinten auf die Modulstützen-Sets abgelegt. So wird Modul für Modul nacheinander montiert. Der Abstand der Module in Reihe muss mindestens 10 mm betragen.



Abbildung 46: Eingelegtes Modulstützen-Set



Die Modulklemmung erfolgt über die Klemme durch das Anziehen der Schraube am „Modulstützen-Set 13°“. Dabei ist die Modulstütze beim Anziehen der Schraube gegen das Modul zu drücken. Das Anzugsmoment beträgt 8 – 10 Nm.

Nach der Montage der Module sind die Windleitbleche in den Modulstützen-Set einzuhängen (Abbildung 47 links und Mitte) und mit den Modulstützen am unteren Schenkel der Stütze zu verschrauben. Für die Verschraubung können ebenfalls die vorgenannten Befestigungsschrauben verwendet werden. Pro Modul wird ein Windleitblech benötigt. Die Windleitbleche sind mit beiden Modulstützen zu verschrauben. Im Stoßbereich der angrenzenden Module sind die Windleitbleche unten ebenfalls mit einer Schraube zu verbinden (Abbildung 47 rechts). Um temperaturbedingte Längenänderungen aufnehmen zu können dürfen im Bereich von Basisprofil-Loslagern die angrenzenden Windleitbleche nicht miteinander verschraubt werden.

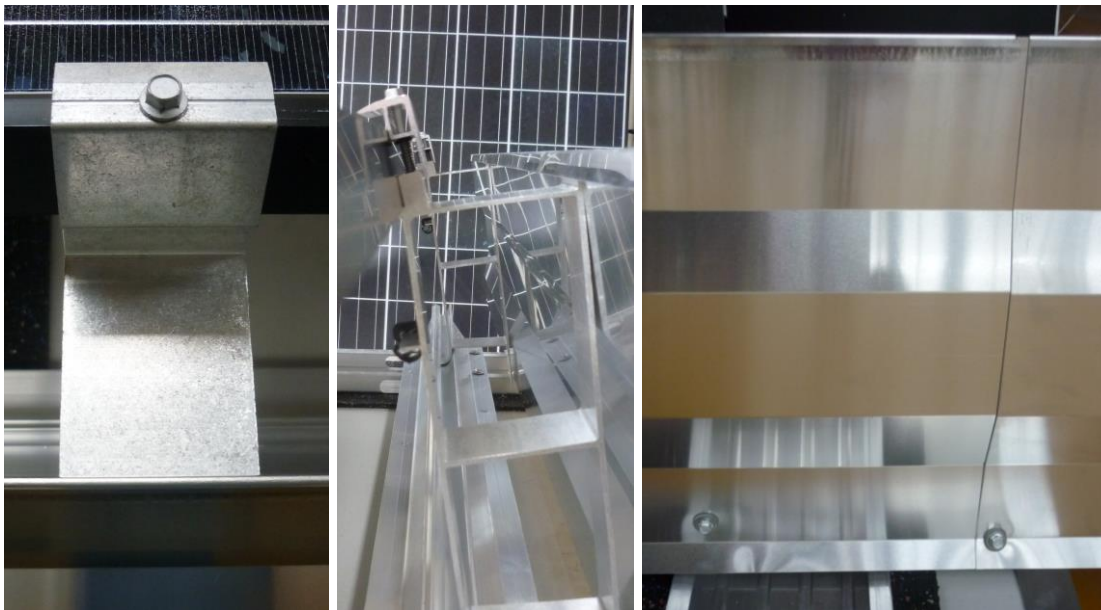


Abbildung 47: Montage Windleitbleche

Zur Lagesicherung der Module sind diese über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ zu sichern (Abbildung 48). Dabei gilt, dass bei sämtlichen Modulen an den Randspalten (Dachränder, Wartungsgänge, Dehnfugen mit Modulfeldunterbrechung), die äußeren Modulbefestiger vorne zu sichern sind.



Abbildung 48: Modulsicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“ neben oder durch den Modulbefestiger

Für die Lagesicherung werden die vorher genannten Bohrschrauben benutzt. Zur Sicherung der Module ist die „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und auf der äußeren Seite neben dem Modulbefestiger-Set einzudrehen. Bei Verwendung der „Befestigungsschraube Flachdach“ kann die Bohrschraube auch durch das Basisprofil in die Modulbefestiger eingedreht werden.

Die Verlegung der Modulkabel erfolgt an der Modulstütze. An der Modulstütze ist zur Aufnahme des Modulkabels ein Kabelclip montiert, in welchen das Modulkabel eingedrückt werden kann. Bei zu kurzen Modulkabeln müssen diese mit Verlängerungskabeln entsprechend verlängert und am Modulrahmen befestigt werden.

## 3.5 Aufständering Ost-West

### 3.5.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems novotegra für Flachdach in der Variante Aufständering Ost-West beschrieben. Die Aufständering Ost-West ist ein ballastarmes Montagesystem, welches zum Einsatz kommen kann, wenn das Dach nur wenig zusätzliche Tragreserven für eine Ballastierung bietet oder die Belegung der Dachfläche besser ausgenutzt werden soll. Das Montagesystem besteht weitestgehend aus den Komponenten der Aufständeringlösung aus der novotegra Montagesystemfamilie. Die Unterkonstruktion wird als Kreuzschienenverband (KSV) mit einer unteren Schiene (Grundschiene) und einer darauf liegenden Modultragschiene (Basisprofil) ausgeführt. Am späteren Hochpunkt zweier angrenzender Module wird eine Schiene (C-Schiene 71 6,12m) auf Stützen parallel zu den Basisprofilen montiert. Die Module müssen quer montiert werden. Bei dieser Aufständeringvariante ist der Modulwinkel fix bei 13°.

Der statische Nachweis der Unterkonstruktion, der für diese Aufständeringvariante erforderliche Ballast und die Detailplanung erfolgt durch die Fa. BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH.

### 3.5.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches ( Abbildung 49) wird, bei zusammenhängenden Modulfeldern in vier Bereiche eingeteilt.

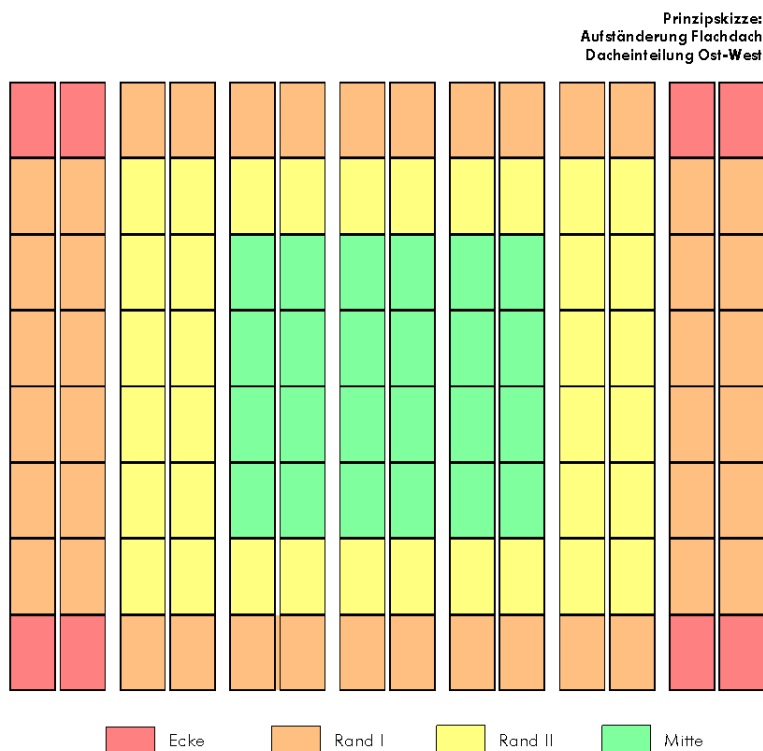


Abbildung 49: Prinzipskizze Dacheinteilung

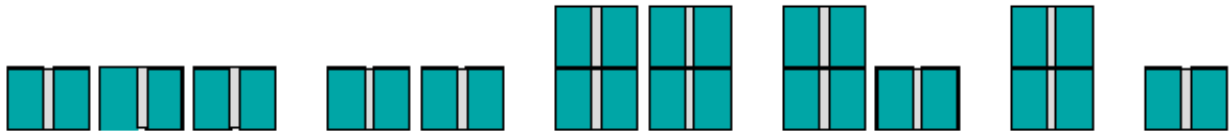
### 3.5.3 Anordnung der Module

Standardmäßig sind die Module in Blöcken mit mindestens 3 Modulpaaren nebeneinander (Reihen) und 3 Modulpaaren hintereinander (Spalten) anzuordnen. Wird von dieser Anordnung abgewichen, z. B. bei Einzelreihen oder Einzelmodulpaaren bedingt durch Dachaufbauten, wird deutlich mehr Ballast zur Lagesicherung benötigt. Dies gilt z. B. auch bei einzelnen, aus einem Block herauspringenden Modulen. Beispiele dafür sind in Abbildung 50 dargestellt.

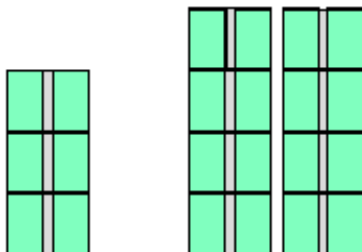
#### Beispiele:

Prinzipskizze:  
Aufständigung Flachdach  
Blockbezeichnung

Einzelmodul (mind. 1 Modulpaar)



Einzelreihe (min. 3 Modulpaare nebeneinander)



Block (min. 3x3 Modulpaare)

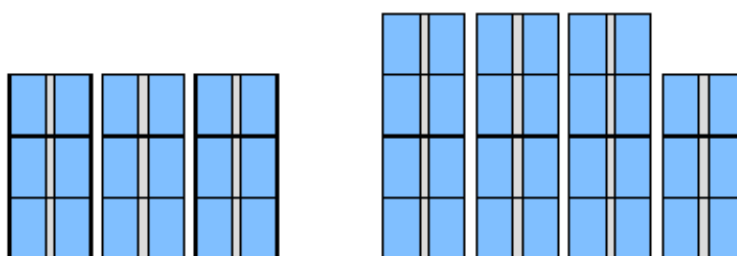


Abbildung 50: Beispiele für Einzelmodule, Modulreihen und Modulblöcke

Für den Gleitnachweis ist entscheidend, dass eine gewisse Anzahl an Modulen über die Grundschienen und Basisprofile miteinander verbunden sind. Es werden neben o. g. Konstellationen zusätzlich folgende Varianten betrachtet:

- Modulblock 4x6: 4 Reihen x 6 Module
- Modulblock 6x6: 6 Reihen x 6 Module
- Modulblock 10x10: 10 Reihen x 10 Module

Je größer der Block, desto geringer ist die Horizontalbelastung.

Die Bezeichnung der Blöcke erfolgt durch die Kürzel "O" für Ost, "M" für Mitte und "W" für West für die Orientierung in Ost-Westrichtung. Die Blockbezeichnung in Ost-West-Richtung erfolgt über die Kürzel "1" für Rand, "2" für Übergang Rand zu Mitte und "3" für Mitte. Die Blockbezeichnung ist in Abbildung 51 dargestellt.

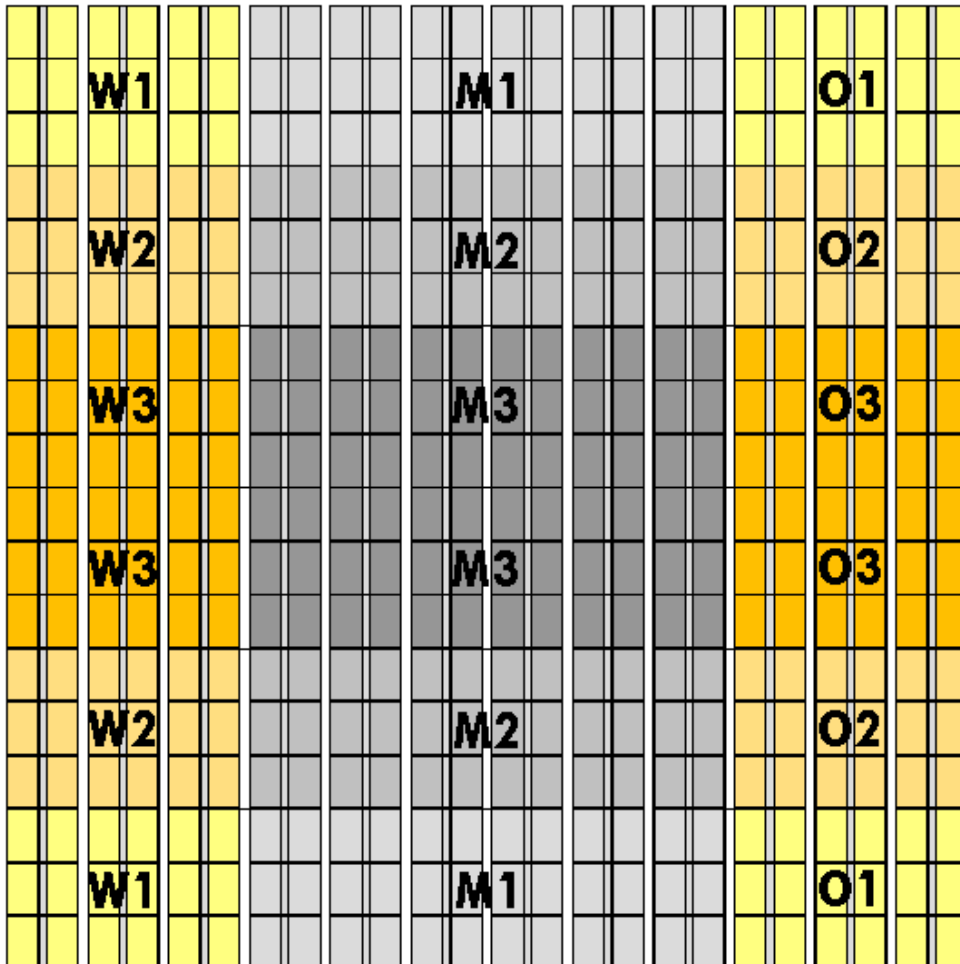


Abbildung 51: Blockbezeichnungen

### 3.5.4 Anordnung der Grundschiene

Anhand des Achsenmaßes der Grundschiene, das aus dem Montageplan Grundschiene entnommen wird, sind die Grundschiene auszulegen. Der Montageplan gibt, gekennzeichnet durch unterschiedliche Farben, die jeweilig benötigte Grundschienelänge vor. Im Stoßbereich sind die Grundschiene unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder zu verschrauben. Im Bereich von Dachdurchdringungen wie z. B. Dachöffnungen, Lüftungsrohren und sonstigen Dachaufbauten kann sich der Standardabstand der Grundschiene ändern. Die Abstandsmaße sind ebenfalls dem Montageplan zu entnehmen.

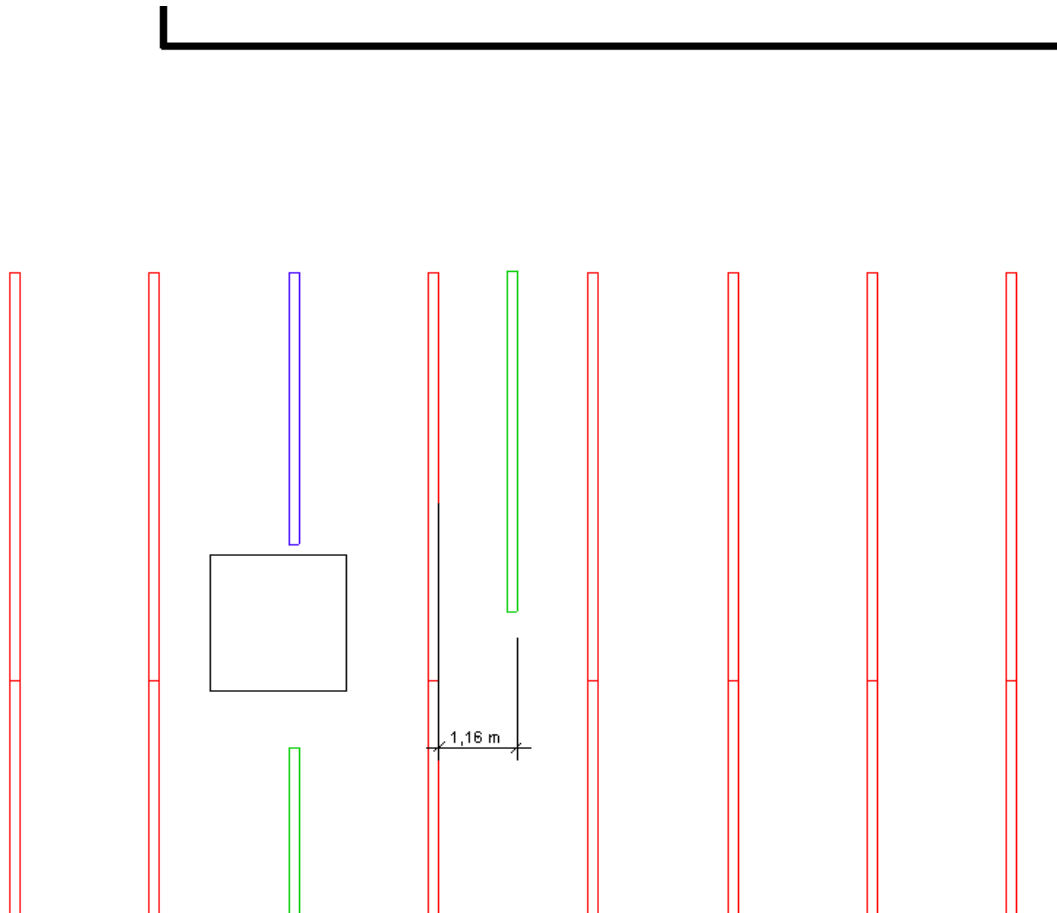


Abbildung 52: Montageplan Grundschiene (Planausschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhalts des Montageplans Grundschiene wird auf das Kapitel 2.1.3 „Montageplan Grundschiene“ verwiesen.

### 3.5.5 Anordnung der Basisprofile

Die Basisprofile bilden die Modultragschiene. Sie liegen auf den Grundschiene auf und verlaufen parallel zur Modulreihe.

Die Modulreihen bestehen aus Modulpaaren. Unter den Modulreihen verlaufen in Nord-Südrichtung zwei vordere Basisprofile. Es ist darauf zu achten, dass innerhalb der Reihen die Schnecken der beiden Basisprofile nach außen, d. h. nach Osten und Westen zeigend montiert werden (Abbildung 53).



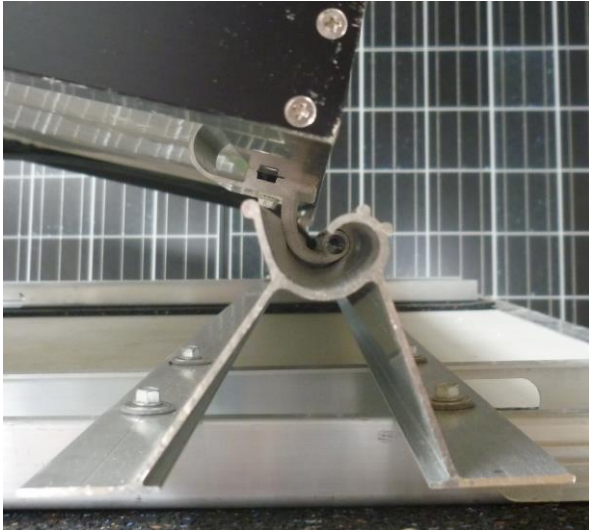


Abbildung 53: Eindrehschnecke nach außen

Der Abstand der Basisprofilachsen ist dem Montageplan Basisprofile zu entnehmen. Wie schon bei den Grundschiene beschrieben, gibt auch dieser Montageplan Auskunft über die jeweils für eine Achse benötigten Basisprofilängen. Die Basisprofile sind im Stoßbereich unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder Basisprofil zu verlängern.

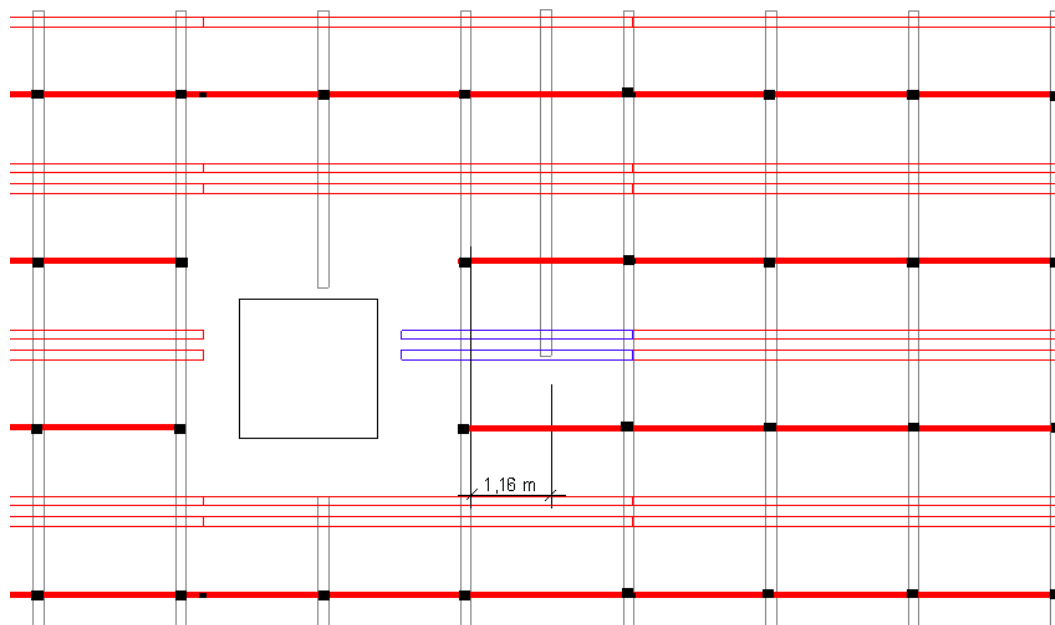


Abbildung 54: Montageplan Basisprofile (Planausschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhalts des Montageplans Basisprofil wird auf das Kapitel 2.1.4 „Montageplan Basisprofile“ verwiesen.

### 3.5.6 Befestigung der Basisprofile



Abbildung 55: Befestigungsschraube Flachdach



Abbildung 56: Befestigungsschraube Flachdach spanlos

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt entweder mit der „Befestigungsschraube Flachdach“ (Abbildung 55) oder der „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ (Abbildung 56) auf den darunterliegenden Grundschiene. Die Wahl der Befestigungsschraube wird dem Kunden überlassen. Die Befestigung der Basisprofile erfolgt, ohne Vorbohren der Grundschiene, beidseitig durch die Stege der Basisprofile in die Flansche der Grundschiene (Abbildung 57). Die Bohrschrauben dürfen nicht überdreht werden, da sie sonst keine statische Wirkung mehr haben. Das Basisprofil ist an den Kreuzungspunkten in den Randreihen und Randspalten der einzelnen Modulfelder mit jeweils vier Bohrschrauben (Abbildung 57 links) und an den Kreuzungspunkten im Mittenbereich der Modulfelder mit jeweils 2 Bohrschrauben (Abbildung 57 Mitte) mit der Grundschiene zu verschrauben.

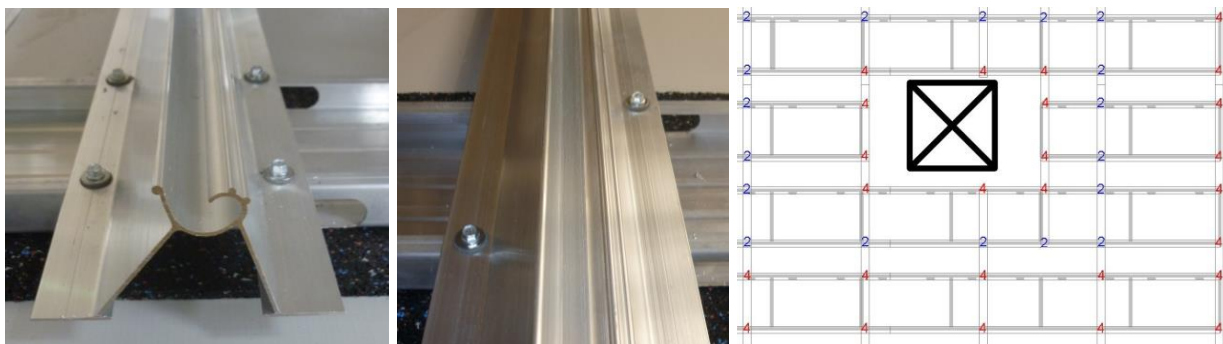


Abbildung 57: Befestigung Basisprofile auf Grundschiene

Module welche neben Dachdurchdringungen wie z. B. Lichtkuppeln o. ä. aufgebaut werden zählen ebenfalls zu Modulen in Randreihen oder Randspalten. Diese Bezeichnung ist nicht auf Module nahe dem Dachrand bezogen, sondern für Module an Anlagenrändern gültig.

Wenn die erforderliche Ballastierung pro Grundschiene und Reihe größer als 100 kg ist, so sind die Kreuzungspunkte Basisprofile / Grundschiene unabhängig vom Dachbereich mit 4 Schrauben auszuführen.

### 3.5.7 Anordnung der Modulstützen

Die Modulstützen-Sets dienen als Auflager für die Montage der C-Schiene. Sie sind mittig zwischen den Basisprofilen einer Modulreihe in die Grundschiene einzuklicken und bilden die Mittelachse der Modulpaare (Abbildung 58). Die Stützen-Sets sind mit

M12-Schrauben für die Montage der C-Schienen 71 bereits vorkonfektioniert. In Abhängigkeit vom Ballast sind die Stützen-Set evtl. zusätzlich mit einer Befestigungsschraube zu sichern. Dies ist der Fall wenn der einzulegende Ballast links oder rechts der Stützen-Set größer 20 kg ist (Abbildung 58 – Bild rechts).



Abbildung 58: Stützen-Set in Grundschiene

### 3.5.8 Ballastierung der Grundschiene

Im Ballastplan enthalten ist die Angabe des Ballastes in kg pro Grundschiene und Reihe. Dieser Ballast wird mindestens benötigt um die Anlage gegen Abheben und Gleiten zu sichern. Durch die Auswahl eines geeigneten Ballastes (z. B. unterschiedliche Steinformate) müssen die Grundschiene beschwert werden. Ist im Vorfeld der Planung bereits das Steinformat und das Gewicht bekannt, kann die Planung mit dem tatsächlich verwendeten Ballast erfolgen. Es ist bauseitig sicherzustellen, dass der verwendete Ballast dauerhaft in oder auf der Schiene bleibt. Für die Ballastierung ist ein frostsicheres Material auszuwählen.

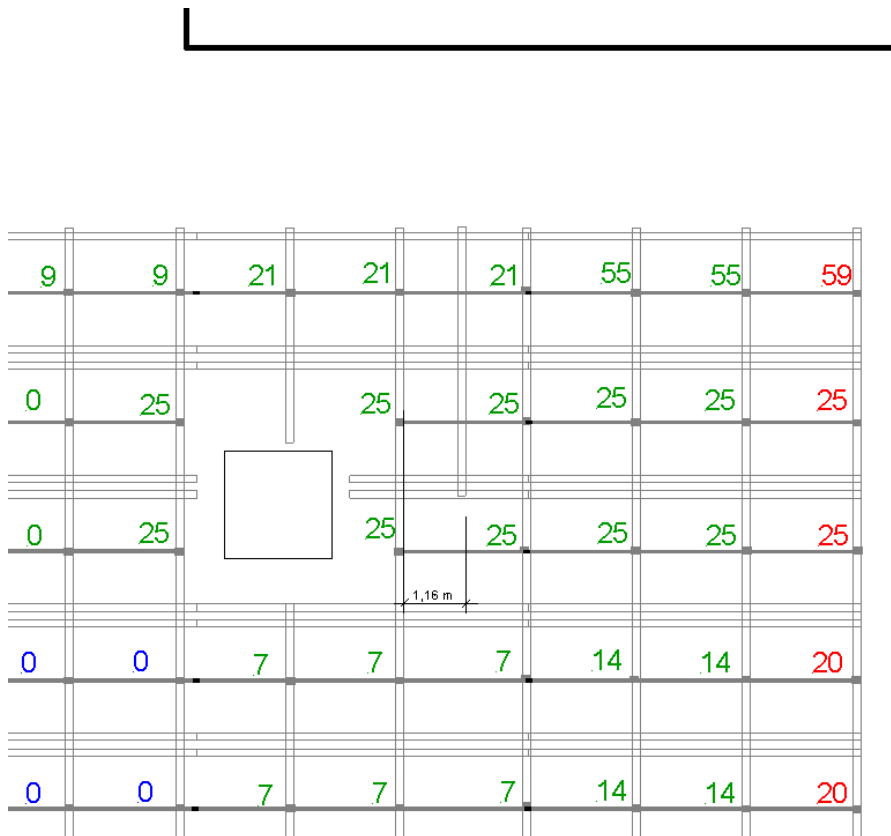


Abbildung 59: Ballastplan (Planausschnitt als Beispiel)

Bei Dächern mit geringer Lastreserve oder bei Dächern, bei denen die Lastreserve durch den erforderlichen Ballast bereits erschöpft ist, ist darauf zu achten, dass man das benötigte Gewicht möglichst genau trifft, da ansonsten die vorhandene Lastreserve des Gebäudes durch den tatsächlich aufgelegten Ballast überschritten wird.

#### Beispiel Ballast:

Ballastangabe im Plan = 14 kg

Ballast = Stein 40 x 20 x 8 cm

Steingewicht = 14,7 kg

erf. Anzahl Steine = 1 Stück

Dieser Ballast ist auf der Grundschiene unter dem Modulpaar aufzulegen.



Reicht die Grundschiene zur Ballastaufnahme nicht aus, kann zusätzlicher Ballast über die Ballastwanne aufgelegt werden (Abbildung 60). Die Ballastwanne wird seitlich in die Grundschiene eingehängt und kann beidseitig verlegt werden. Sie dient so auch der sicheren Auflage für großformatige Steine. Die Ballastwanne wird aber aufgrund des geringen Ballastes bei der Aufständigung Ost-West nur in besonderen Fällen benötigt.

Abbildung 60: Ballast auf Grundschiene und Ballastwanne

### 3.5.9 Montage der C-Schiene 71

Die C-Schienen werden auf die Stützen-Sets aufgelegt. Die Befestigung erfolgt durch die Langlöcher der Schiene an den bereits vorkonfektionierten M12-Schrauben der Stützen-Sets mit Sperrzahnmuttern (Abbildung 61). Das Anzugsmoment der Sperrzahnmuttern beträgt 50 Nm.



Abbildung 61: C-Schiene 71 auf Stützen-Set Ost-West

### Schienenverlängerung:

Bestandteile des Schienenverbinder-Set 71	Stück
Alu-Profil	1
Flachrundschraube M12	4
Sperrzahnmuttern M12	4

Die Schienenverlängerung erfolgt mit dem Schienenverbinder-Set 71. Die Verbindung der Schiene mit dem Schienenverbinder wird durch vier Flachrundschrauben mit Sperrzahnmuttern hergestellt (Abbildung 62). Das Anzugsmoment beträgt 50 Nm.

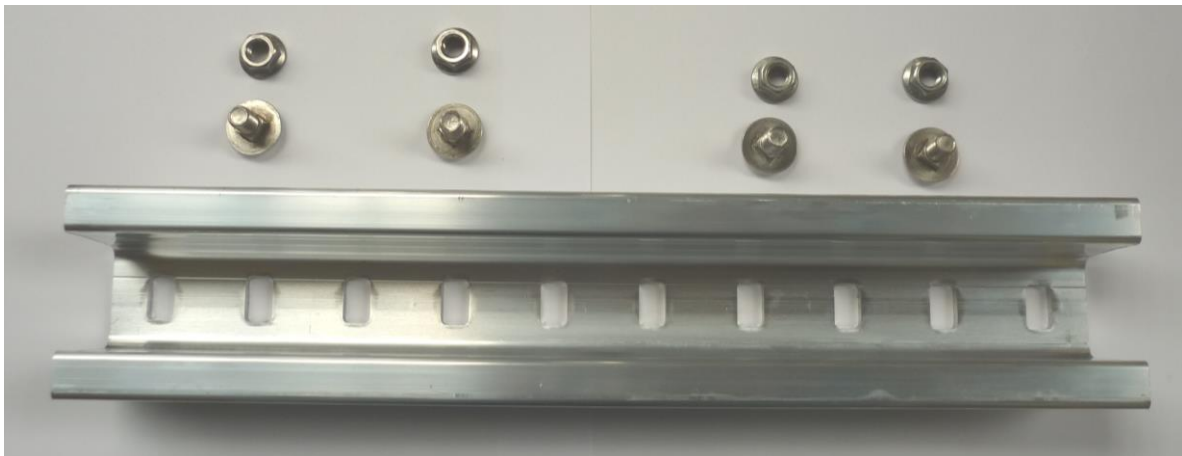


Abbildung 62: Schienenverbinder-Set 71 – Komponenten (oben) und montiert (unten)

Das lichte Maß zwischen angrenzenden Schienen darf maximal 10 cm betragen. Dadurch lassen sich Zusatzlängen für den Ausgleich fehlender, kleinerer Reststücke bilden.

### **3.5.10 Modulbefestigung und Lagesicherung**

Montagesystem-komponenten	Stück / Modul
Modulbefestiger-Set vorne	2
Modulbefestiger-Set hinten Ost-West	1





Abbildung 63: Montage „Modulbefestiger-Set“ vorne

Pro Modul sind zwei „Modulbefestiger-Set vorne“ durch die Montagebohrungen am Modul unverschieblich anzuschrauben - Anzugsmoment 12-14 Nm (Abbildung 63). Zeitgleich können die Modulbefestiger-Sets hinten Ost-West in die C-Schienen eingeklickt werden (Abbildung 64). Danach wird das Modul mit dem „Modulbefestiger-Set vorne“ in die Basisprofile eingesetzt und nach hinten auf die Modulbefestiger-Sets hinten Ost-West abgelegt. So wird Modul für Modul nacheinander montiert. Der Abstand der Module in Reihe muss mindestens 10 mm betragen.



Abbildung 64: Modulbefestiger Set hinten Ost-West

Die Modulklemmung erfolgt über die Klemme durch das Anziehen der Schraube am „Modulbefestiger-Set hinten Ost-West“. Die Klemme wird an der vorkonfektionierten Schraube eingesetzt und gegen das Modul gedrückt. Das Anzugsmoment beträgt 8 – 10 Nm.

Zur Lagesicherung der Module sind diese über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ zu sichern (Abbildung 65). Dabei gilt, dass bei sämtlichen Modulen an den Randspalten (Dachränder, Wartungsgänge, Dehnfugen mit Modulfeldunterbrechung), die äußeren Modulbefestiger vorne zu sichern sind.



Abbildung 65: Modulsicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“ neben oder durch den Modulbefestiger

Für die Lagesicherung werden die vorher genannten Bohrschrauben benutzt. Zur Sicherung der Module ist die „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und auf der äußeren Seite neben dem Modulbefestiger-Set einzudrehen. Bei Verwendung der „Befestigungsschraube Flachdach“ kann die Bohrschraube auch durch das Basisprofil in die Modulbefestiger eingedreht werden.

Die Verlegung der Modulkabel erfolgt am Modulrahmen mit selbstsichernden Kabelbindern. Pro Modul werden je nach Kabellänge 2 – 3 Kabelbinder benötigt. Bei zu kurzen Modulkabeln müssen diese mit Verlängerungskabeln entsprechend verlängert und am Modulrahmen befestigt werden.

## 4 Montagesystemerdung / Elektrische Installation

### 4.1 Montagesystemerdung

Die Blitzschutznorm EN 62305 erfordert erhöhte Aufmerksamkeit und Beachtung bei der Errichtung von Photovoltaikanlagen auf Gebäuden. Bitte informieren Sie sich genau über die erforderlichen Blitzschutzmaßnahmen, bevor Sie die Anlage planen und errichten.

#### **Allgemeine Vorgehensweise:**

Es muss immer mindestens eine der beiden Modultragschienen unter jeder Modulreihe mit einer der beiden Schienen aller anderen Reihen verbunden werden. Von einer dieser miteinander verbundenen Schienen aus erfolgt dann die Erdung. Erfolgt die Befestigung des Montagesystems direkt mit der Dachhaut (z. B. novotegra für Trapezblechdach) ist die Erdung über die Bohrschrauben gewährleistet. Es ist sicherzustellen, dass die Dachhaut ausreichend geerdet ist. Bei einem mehrfach geerdeten Montagesystem teilt sich ein eventueller Blitzstrom auf die verschiedenen Erdungen auf, so dass der Strom pro Erdungsleitung reduziert wird.

Für die Erdung des Montagesystems kann der Erdungsverbinder benutzt werden. Dieser kann durch die Langlöcher der C-Schiene montiert werden. Bei Verwendung des Erdungsverbinders in Kombination mit den Basisprofilen oder anderen Schienen aus der Systemfamilie, so sind diese Profile für die Befestigung des Erdungsverbinders mit Durchmesser 11 mm am Profilende aufzubohren. Der Erdungsverbinder eignet sich auch zum Verbinden von zwei Erdungsrunddrähten (glatt abgesägt) bzw. von zwei Erdungsleitungen. Zur Montagesystemerdung bzw. Einbindung in das Blitzschutzsystem unterscheiden wir folgende Fälle:

#### **Gebäude ohne äußeren Blitzschutz:**

Ist kein äußerer Blitzschutz vorhanden, muss die Erdung der PV-Anlage an der Potenzialausgleichsschiene oder Tiefenerdern (die Ableitung muss alle 15 m wiederholt werden) erfolgen! Es ist zu beachten, dass die Erdungsleitung außerhalb des Gebäudes geführt wird, um die Einleitung eines Blitzstroms in das Gebäude zu vermeiden.

Die Erdungsleitung (bauseits) kann ausgeführt werden als:

- Erdungsrunddraht mit 8-10 mm Durchmesser (bzw. in der Schweiz 6-10mm Durchmesser). Der Anschluss an die C-Schiene erfordert ein Anzugsmoment von 20 Nm (**Abbildung 66** oben). ODER
- Erdungsleitung mit mindestens 16 mm<sup>2</sup> (blitzstromtragfähig, Kupfer, nicht feindrätig) angeschlossen, (**Abbildung 66** unten). Anzugsmoment 10 Nm

#### **Gebäude mit äußerem Blitzschutz:**

Ist ein äußerer Blitzschutz vorhanden, empfiehlt es sich, den Solargenerator im Schutzraum der vorhandenen Blitzfangeinrichtungen zu installieren unter Einhaltung des Trennungsabstands "s" (Anhaltswert  $s = 0,5$  m). Der Trennungsabstand "s" ist nach DIN VDE 0185-305-2 genau zu berechnen. Alternativ müssen die Fangeinrichtungen so erweitert werden, dass sich die PV-Anlage wieder im Schutzbereich befindet. Die Fangstangen sollten keinen Schattenwurf auf die Photovoltaikanlagen auslösen. Das gesamte Montagesystem muss mit mindestens 6 mm<sup>2</sup> (Empfehlung 16 mm<sup>2</sup>) Erdungsleitung mit dem Potenzialausgleich bzw. der Potenzialausgleichsschiene verbunden werden. In diesem Fall müssen alle DC-Leitungen und die Montagesystemerdung mit Trennungsabstand "s" zu den Blitzfang- und

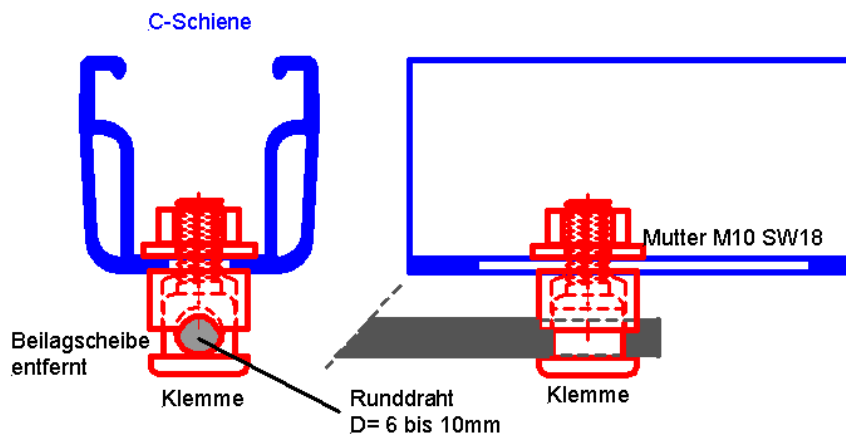
Ableitungseinrichtungen (Maschen) verlegt werden. Anbringung des Erdungsverbinders an der C-Schiene wie nachfolgend beschrieben.

Kann dieser Trennungsabstand "s" zu den Blitzfang- und Ableiteinrichtungen (Maschen) nicht eingehalten werden, so muss der PV-Generator auf kürzestem Weg mittels Erdungsverbindern an den äußeren Blitzschutz angeschlossen werden. Dabei reicht es aus, jeweils eine der beiden Schienen jeder einzelnen Modulreihe anzuschließen. Dies geschieht mit einem Erdungsrunddraht von 8-10 mm Durchmesser (für die Schweiz gelten 6-10 mm Durchmesser) sowie mit den passenden Abzweigklemmen vom Blitzschutzsystem aus (ebenfalls bauseitig erforderlich). Anbringung des Erdungsverbinders an der C-Schiene wie in Abbildung 66 oben) beschrieben mit einem Anzugsmoment von 20 Nm.

Wichtiger Hinweis:

Die Funktion des Blitzschutzsystems darf dadurch nicht beeinträchtigt werden. Es sind nach DIN VDE 0185-305-4 noch weitergehende Schutzmaßnahmen zu ergreifen wie z.B. innerer Blitzschutz. Bitte beachten Sie dies bei der Planung.

#### Klemmung an Runddraht 6 bis 10 mm Durchmesser



#### Klemmung 6 bis 16mm<sup>2</sup>

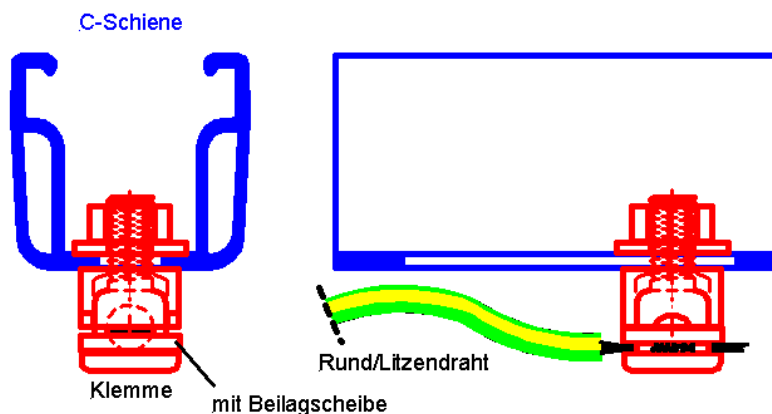


Abbildung 66: Anbindung des Montagesystems an die Erdung mittels novotegra-Erdungsverbinder

## 4.2 Verlegen der DC-Hauptleitung

Damit es beim späteren elektrischen Anschluss der Module zu keiner Berührung von gefährlichen Gleichspannungen (DC-Spannungen) kommt, verlegen Sie zuerst die DC-Hauptleitung vom Dach zur DC-Trennstelle wie DC-Lasttrennschalter oder andere zugelassene Lasttrenneinrichtungen. Bei der Dachdurchführung der Kabel ist darauf zu achten, dass die Isolierung des Kabels nicht beschädigt wird und das Kabel in der Durchführung nicht scheuert oder abknickt.

Sofern sich Ihre PV-Anlage im Schutzbereich einer äußeren Blitzschutzanlage befindet, muss auch für die Kabel der Trennungsabstand "s" (nach DIN VDE 0185-305-2) eingehalten werden. Auf Berührungsschutz der Kabelenden ist zu achten - z.B. sofortige Steckermontage, Anschluss am Wechselrichter oder DC-Lasttrennschalter. Erst danach dürfen die Module elektrisch mit den Strangleitungen verbunden werden.

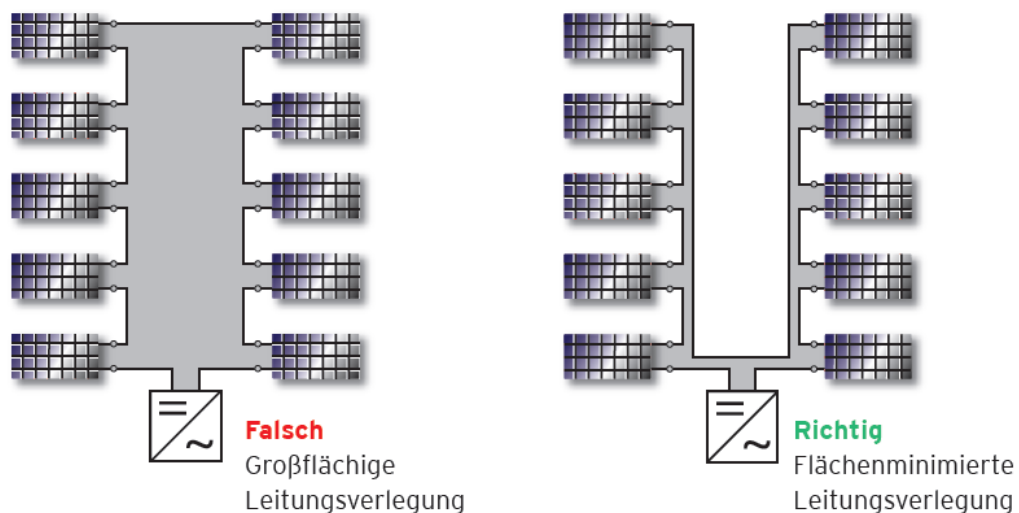


Abbildung 67: Richtige Leitungsverlegung – Vermeidung von Leiterschleifen

## 5 Sicherheits- und Warnhinweise

Bitte beachten Sie bei allen Arbeiten die folgenden Sicherheitsvorschriften und deren Aktualisierung, die Vorgaben der Modul-, Wechselrichter- und Kabelhersteller sowie die Vorschriften der örtlichen Energieversorger:

Sicherheitsvorschriften

Norm	Inhalt
BGV C22	BG-Vorschrift; Unfallverhütungsvorschrift - Bauarbeiten
BGV A1	Allgemeine Vorschriften
BGV A3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
BGI 663	Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten
BGI 807	Sicherheit von Seitenschutz, Randsicherungen und Dachschutzwänden als Absturzsicherungen bei Bauarbeiten
BGI 757	Schutz gegen Absturz beim Bau und Betrieb von Oberleitungsanlagen
BGI 5074	Arbeitsplätze und Verkehrswege auf Dächern
BGI 8683	Schutz gegen Absturz bei Arbeiten an elektrischen Anlagen auf Dächern
TRBS 2121-1	Bereitstellung und Benutzung von Gerüsten
TRBS 2121-2	Bereitstellung und Benutzung von Leitern
TRBS 2121-3	Bereitstellung und Benutzung von Zugangs- und Positionierungsverfahren unter Zuhilfenahme von Seilen
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4420-1	Arbeits- und Schutzgerüste, Teil 1: Schutzgerüste. Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung
DIN 18299	Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
DIN 18338	Dachdeckungs- und Dachdichtungsarbeiten
DIN 18451	Gerüstarbeiten
DIN 18360	Metallbauarbeiten
DIN VDE 0100-712	Errichten von Niederspannungsanlagen
DIN VDE 0100-540	Auswahl und Errichtung – Erdung, Schutz- und Potentialausgleichsleiter
VDEW-Richtlinie	Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz
Merkblatt zur VDEW-Richtlinie	Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz
VDN-Richtlinie	Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz
VDI 6012 Blatt 2	Dezentrale Energiesysteme im Gebäude - Photovoltaik
DIN EN 62305	Blitzschutz
DIN VDE 0185 Teil 1-4	Blitzschutz
DIN VDE 0100 Teil 410	Erdung



TAB 2000	Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz
ZVDH Regelwerk	Regelwerk für Arbeiten auf Dächern

### Die statische Auslegung des Montagesystems berücksichtigt folgende Normen:

Lastannahmen	Inhalt
DIN 1055-100	Einwirkungen auf Tragwerke - Grundlagen der Tragwerksplanung - Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln
DIN 1055-1	Wichten und Flächenlasten von Baustoffen, Bauteilen und Lagerstoffen
DIN 1055-4	Windlasten
DIN 1055-5	Schnee- und Eislasten
EN 1991-1-3	Schneelasten (Eurocode 1)
EN 1991-1-4	Windlasten (Eurocode 1)
SIA 261:2003	Einwirkungen auf Tragwerke (für Schweiz)
D 0188 SIA	Wind – Kommentar zum Kapitel 6 der Normen SIA 261 und 261/1 (2003) Einwirkungen auf Tragwerke (für Schweiz)
ÖNORM B 1991-1-3	Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke; Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten; Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen (für Österreich)
ÖNORM B 1991-1-4	Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke; Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten; Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-4 und nationale Ergänzungen (für Österreich)
<b>Aluminium</b>	
DIN 4113	Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung
DIN EN 755	Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile
DIN V ENV 1999-1-1	EC 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten, Teil 1-1 Allgemeine Bemessungsregeln; Bemessungsregeln für Hochbauten
<b>Stahl</b>	
DIN 18800-1	Stahlbauten. Bemessung und Konstruktion
DIN V ENV 1993-1-1	EC 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; Bemessungsregeln für den Hochbau
EN 10088	Nichtrostende Stähle
<b>Holz</b>	
DIN 1052	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken

### Garantie / Produkthaftung (-Ausschluss)

Neben den oben genannten Vorschriften und Sicherheitshinweisen sind die gültigen Vorschriften und Regeln der Technik vom installierenden Fachbetrieb zu beachten.

Der Installateur ist verantwortlich für die Dimensionierung des Montagesystems novotegra

Der Installateur ist verantwortlich für die Verbindung der Schnittstellen zwischen Montagesystem und Gebäude. Dies beinhaltet auch die Dichtigkeit der Gebäudehülle.

Bei Flachdächern ist die Dachabdichtung hinsichtlich Material der Abdichtungsbahn, Beständigkeit, Alterung, Verträglichkeit mit anderen Materialien, Gesamtzustand der Dachabdichtung, Erfordernis einer Trennlage zwischen Dachabdichtung und Montagesystem vom Installateur bauseitig eigenverantwortlich zu beurteilen. Die erforderlichen und notwendigen Maßnahmen bzw. Vorkehrungen zum Schutz der

Dachabdichtung für die Montage der Unterkonstruktion einer PV-Anlage sind vom Installateur ggf. unter Hinzunahme eines Fachhandwerkers zu veranlassen. Die BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH übernimmt keine Haftung für fehlerhafte oder unzureichende Maßnahmen und Vorkehrungen zum Schutz der Dachabdichtung!

Die Prüfung des in der Berechnung angesetzten Reibbeiwertes für den Nachweis der Gleitsicherheit von PV-Anlagen auf Flachdächern hat bauseitig vom Installateur zu erfolgen. Bauseitig ermittelte Reibbeiwerte können berücksichtigt werden und sind der BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH für die Berechnung zur Verfügung zu stellen. Die BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der angenommenen Werte und haftet nicht für Schäden infolge der Verwendung unrichtiger Werte.

Die vorgegeben Anzugsmomente sind einzuhalten.

Es dürfen keine Bauteile weggelassen werden oder eigenen Bauteil hinzugefügt werden

Alle Angaben und statischen Werte beziehen sich – sofern nicht abweichend explizit angegeben - auf eine Installation des Montagesystems in Deutschland. In anderen Ländern können abweichende Vorschriften gelten, so dass bei Installation des Montagesystems außerhalb Deutschlands – ohne die Zustimmung der BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH - keine Haftung übernommen werden kann.

Die Vorgaben der Modul-, Kabel- und Wechselrichterhersteller müssen beachtet werden. Bei Widersprüchen zu dieser Montageanleitung bitte unbedingt vor der Montage des novotegra Montagesystems Rücksprache mit ihrem BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH-Vertriebsteam oder – bei nicht von der BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH gelieferten Komponenten – mit dem betreffenden Hersteller halten.

Bei der Erstellung der Angebote zu novotegra durch unsere Vertriebsmitarbeiter sind die örtlichen Gegebenheiten nicht immer hinreichend bekannt, so dass sich während der Installation Änderungen gegenüber den angebotenen Stückzahlen ergeben können. Diese Änderungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Anzahl der Befestigungsmittel zur Gebäudehülle (beispielsweise Dachhaken). In diesem Fall sind die zusätzlich benötigten Bauteile gemäß Dimensionierung unbedingt zu installieren.

Die BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH haftet nicht für Schäden infolge unsachgemäßer Handhabung der verbauten Teile.

Die BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH haftet nicht für fehlerhafte bzw. unvollständige ausgefüllte Datenerfassungsbögen. Fehlerfreie und vollständig ausgefüllte Datenerfassungsbögen sind für eine korrekte Dimensionierung unerlässlich.

Das Montagesystem darf nicht in Meeresnähe installiert werden (Korrosionsgefahr).

Die Angaben der Montageanleitung, die Garantiebedingungen und die Angaben zum Haftungsausschluss sind zu beachten.

Die aufgeführten Normen und Richtlinien sind für Deutschland herangezogen. Es sind die aktuellen Fassungen zu berücksichtigen. Außerhalb von Deutschland sind die entsprechenden nationalen Normen und Richtlinien anzuwenden.

Die einschlägigen Richtlinien zur Unfallverhütung sind einzuhalten.

Weiterhin wurden zur Absicherung von Tragfähigkeiten interne Versuche durchgeführt. Bitte beachten Sie, dass bei der Schraubenbefestigung der Dachhaken auf dem Sparren zudem die bauaufsichtliche Zulassungen sowie Z-9.1-453 sowie Z-9.1-652 einzuhalten sind.

Örtliche Bau- und Sicherheitsvorschriften sind ebenfalls einzuhalten.



---

**BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH**

Eisenbahnstraße 150

D-72072 Tübingen

Fon +49 7071 98987-0

Fax +49 7071 98987-10

[solarenergysystems@baywa-re.com](mailto:solarenergysystems@baywa-re.com)

[www.baywa-re.com](http://www.baywa-re.com)

[solarenergysystems.baywa-re.com](http://solarenergysystems.baywa-re.com)

---