

Montageanleitung MHHnovotegra



INHALTSVERZEICHNIS

1 Allgemein	0
2 MHHnovotegra: Montagesystemplanung	1
2.1 Planungssoftware MHHnovotegra-Planer.....	1
2.1.1 Allgemein	1
2.1.2 Statische Auslegung des Montagesystems MHHnovotegra	2
2.2 Planung von Flachdachanlagen mit MHHnovotegra	5
2.2.1 Montageplan Grundschiene	7
2.2.2 Montageplan Basisprofile	8
2.2.3 Ballastplan	9
2.2.4 Anlagenplan	10
3 MHHnovotegra für Ziegeldach	12
3.1 Allgemein.....	12
3.2 Dachhakenmontage.....	12
3.2.1 Falzziegel.....	12
3.2.2 Biberschwanz	15
3.2.3 Doppel-Dachhaken	16
3.3 Modulhochkantmontage.....	17
3.3.1 Einlagiger Schienenverband.....	17
3.3.2 Kreuzschienenverband	18
3.4 Modulquermontage	19
3.4.1 Kreuzschienenverband	19
3.5 Schienenverlängerung und Dehnfugen.....	20
3.5.1 Allgemeines	20
3.5.2 Schienenverlängerung.....	20
3.5.3 Dehnfugenausbildung durch Modulfelder	21
3.5.4 Dehnfugenausbildung durch Loslager.....	21
3.6 Modulbefestigung	22
4 MHHnovotegra für Trapezblechdach	24
4.1 Dachparallele Montage (Direktbefestigung)	24
4.1.1 Allgemein	24
4.1.2 Dacheinteilung	24
4.1.3 Anordnung der Modultragschienen	25
4.1.4 Befestigung der Schienen	26
4.1.5 Modulhochkantmontage	30
4.1.6 Modulbefestigung.....	32
4.2 Aufständigung für Süd- und Norddächer (Direktbefestigung)	33
4.2.1 Allgemein	33
4.2.2 Dacheinteilung	33
4.2.3 Anordnung der Basisprofile.....	34
4.2.4 Befestigung der Basisprofile	34

4.2.5	Modulquermontage	37
4.2.6	Modulbefestigung und Lagesicherung.....	38
4.3	Aufständering für Ost- und Westdächer (Direktbefestigung).....	40
4.3.1	Allgemein	40
4.3.2	Dacheinteilung	40
4.3.3	Anordnung der Module.....	41
4.3.4	Anordnung der C-Schienen	42
4.3.5	Befestigung der C-Schienen.....	43
4.3.6	Anordnung der Basisprofile.....	45
4.3.7	Befestigung der Basisprofile	45
4.3.8	Modulbefestigung und Lagesicherung.....	46
5	MHHnovotegra für Welleternit-/Sandwichdach	50
5.1	Allgemein.....	50
5.2	Stockschraubenmontage.....	51
5.2.1	Stockschraubenmontage bei Holzpfetten (HP).....	51
5.2.2	Stockschraubenmontage bei Stahlpfetten (SP).....	53
5.3	Modulhochkantmontage - Dachparallel	54
5.3.1	Kreuzschienenverband	54
5.4	Modulquermontage -Dachparallel.....	56
5.4.1	Einlagiger Schienenverband.....	56
5.4.2	Kreuzschienenverband	57
5.5	Schienenverlängerung und Dehnfugen.....	57
5.5.1	Allgemeines	57
5.5.2	Schienenverlängerung.....	57
5.5.3	Dehnfugenausbildung durch Modulfelder	58
5.5.4	Dehnfugenausbildung durch Loslager.....	58
5.6	Modulbefestigung	60
5.7	Aufständering für Süd- und Norddächer	62
5.7.1	Allgemein	62
5.7.2	Dacheinteilung	62
5.7.3	Anordnung der Module.....	63
5.7.4	Anordnung der C-Schienen	64
5.7.5	Befestigung der C-Schienen.....	65
5.7.6	Anordnung der Basisprofile.....	66
5.7.7	Befestigung der Basisprofile	67
5.7.8	Modulbefestigung und Lagesicherung.....	68
5.8	Aufständering für Ost- und Westdächer.....	71
5.8.1	Allgemein	71
5.8.2	Dacheinteilung	71
5.8.3	Anordnung der Module.....	72
5.8.4	Anordnung der C-Schienen	73
5.8.5	Befestigung der C-Schienen.....	73
5.8.6	Anordnung der Basisprofile.....	74
5.8.7	Befestigung der Basisprofile	76
5.8.8	Modulbefestigung und Lagesicherung.....	77

6	MHHnovotegra für Blechfalzdach.....	80
6.1	Allgemein.....	80
6.2	Falzklemmenmontage	80
6.2.1	Stehfalzklemmen für Modulquermontage	80
6.2.2	Stehfalzklemmen für Modulhochkantmontage	81
6.2.3	Rundfalzklemmen für Modulquermontage	82
6.2.4	Rundfalzklemmen für Modulhochkantmontage	83
6.2.5	Stehfalzklemmen für Modulhochkantmontage bei Kupfereindeckung	84
6.3	Modulhochkantmontage.....	85
6.3.1	Einlagiger Schienenverband.....	85
6.4	Modulquermontage	85
6.4.1	Direktmontage ohne C-Schienen.....	85
6.5	Schienenverlängerung und Dehnfugenausbildung	86
6.5.1	Allgemeines	86
6.5.2	Schienenverlängerung.....	86
6.5.3	Dehnfugenausbildung durch Modulfelder	87
6.5.4	Dehnfugenausbildung durch Loslager.....	87
6.6	Modulbefestigung	88
6.6.1	Modulbefestigung bei Modulhochkantmontage	88
6.6.2	Modulbefestigung bei Modulquermontage.....	89
7	MHHnovotegra für Flachdach	90
7.1	Allgemein.....	90
7.2	Schienenverlängerung und Dehnfugen.....	91
7.2.1	Allgemeines	91
7.2.2	Schienenverlängerung.....	91
7.2.3	Dehnfugenausbildung durch Modulfelder	92
7.2.4	Dehnfugenausbildung durch Loslager.....	92
7.3	Aufständering offen.....	93
7.3.1	Allgemein	93
7.3.2	Dacheinteilung	93
7.3.3	Anordnung der Module.....	94
7.3.4	Anordnung der Grundschiene.....	95
7.3.5	Anordnung der Basisprofile.....	96
7.3.6	Befestigung der Basisprofile	98
7.3.7	Ballastierung der Grundschiene	98
7.3.8	Modulbefestigung und Lagesicherung.....	100
7.4	Aufständering geschlossen	103
7.4.1	Allgemein	103
7.4.2	Dacheinteilung	103
7.4.3	Anordnung der Module.....	104
7.4.4	Anordnung der Grundschiene	105
7.4.5	Anordnung der Basisprofile.....	106
7.4.6	Befestigung der Basisprofile	108
7.4.7	Ballastierung der Grundschiene	108

7.4.8	Modulbefestigung, Windleitblech und Lagesicherung	110
8	Montagesystemerdung / Elektrische Installation	113
8.1	Montagesystemerdung	113
8.2	Verlegen der DC-Hauptleitung	115
9	Sicherheits- und Warnhinweise.....	116

1 Allgemein

Überprüfen auf Vollständigkeit

Überprüfen Sie bei Erhalt der Ware anhand des beiliegenden Lieferscheins, ob Ihre Bestellung vollständig geliefert wurde. MHH Solartechnik 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 Schrägdächern mit einer Dachneigung von 0 bis 60 Grad.

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. Dabei müssen z.B. bei Sparren- und Pfettendächern die Bauteile intakt sein (kein Pilzbefall, nicht morsch) und mindestens der Güteklasse C24 nach DIN 1052, SIA 265 (für Schweiz) und ÖNORM EN 338 (für Österreich) entsprechen. Bei der Befestigung des Montagesystems auf Blechfalz- oder Trapezblechdächern gelten diese Aussagen sinngemäß. Es ist bauseits zu prüfen, ob die Dacheindeckung mit ausreichend Haften bzw. Trapezblechbefestigungen auf der Unterkonstruktion des Gebäudes befestigt ist. Auf Flachdächern ist aufgrund der Vielfältigkeit der verschiedenen Materialien der Dachabdichtung, hinsichtlich der Verträglichkeit und Beständigkeit der Materialien, bauseits 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. Des Weiteren sind die bauphysikalischen Gesichtspunkte bezüglich Dämmungsdurchdringungen zu berücksichtigen (z.B. Tauwasserausfall).

Statik

Die statische Berechnung erfolgt mit der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer (Kapitel 2). Ausnahme hiervon bildet die Unterkonstruktion des Montagesystems MHHnovotegra für Flachdach. Die statische Berechnung und die Detailplanung auf Basis der Berechnung erfolgt durch MHH.

2 MHHnovotegra: Montagesystemplanung

2.1 Planungssoftware MHHnovotegra-Planer

2.1.1 Allgemein

Grundsätzlich gilt, dass die Montagesystemauslegung durch den MHHnovotegra-Planer oder durch einen MHH Vertriebsmitarbeiter erfolgen muss.

Die Bemessungssoftware MHHnovotegra-Planer ermittelt die Tragfähigkeit des Montagesystems MHHnovotegra und berücksichtigt auch die Befestigung am Gebäude (Holzsparren/Holzpfette/Trapezblech). Dabei werden die Tragfähigkeiten der Montagesystemkomponenten 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). Bei Produkten, die noch nicht im MHHnovotegra-Planer integriert sind, ist der Vertrieb von MHH Solartechnik für eine ausreichende Dimensionierung/Auslegung zu kontaktieren.

Der MHHnovotegra-Planer rechnet mit den aktuellen Lastannahmen der DIN 1055, SIA 261 (für Schweiz), ÖNORM B 1991-1-3 und ÖNORM B 1991-1-4 (für Österreich) und berücksichtigt standardmäßig eine Aufteilung des Daches in Rand- und Mittenbereich. Die PV-Anlage darf bündig mit Ortgang, First und Traufe abschließen, d. h. das die obersten Module bei einer gedachten horizontalen Linie mit Oberkante Firstziegel abschließen dürfen. Ein überstehen der Module über die Dachränder ist aufgrund erhöhter Windbelastung nicht gestattet.

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) und Profileinzellängen werden durch den MHHnovotegra-Planer unter Berücksichtigung der Dachbereiche vorgegeben und müssen eingehalten werden. Die weiteren Hinweise sind zu beachten.

Erlaubte Schienenauskragungen gemäß dem MHHnovotegra-Planer sind zu beachten. Bei allen nachfolgende Angaben und Aussagen wird von einer Viertel-Punktlagerung an der Längsseite der Module ausgegangen. Dadurch wird z. B. bei der Modulmontage auf Ziegeldach eine gleichmäßige Belastung der MHHnovotegra-Schienen und der Module erreicht. Bei der Schrägdachmontage werden jeweils zwei MHHnovotegra-Schienen (C-Schienen) pro Modulreihe oder -spalte horizontal oder vertikal je nach Modulmontage (Quer- oder Hochkantmontage) befestigt.

2.1.2 Statische Auslegung des Montagesystems MHHnovotegra

Zur statischen Auslegung des Montagesystems MHHnovotegra sind im Wesentlichen 5 Schritte erforderlich:

1. Datenerfassungsbogen ausfüllen

Der Datenerfassungsbogen kann wahlweise über den MHHnovotegra-Planer ausgedruckt oder als Download von www.mhh-solartechnik.de heruntergeladen werden. Alternativ erhalten Sie ihn auch von Ihrem MHH Vertriebsmitarbeiter.

Ein komplettes Ausfüllen des Datenerfassungsbogens ist für eine statische Auslegung zwingend notwendig.

Allgemeines	Projekt		Firmenstempel:		
	Kunde/Kunden-Nr.				
	Anschrift				
	Datum				
Gebäude	Dachtyp	<input type="checkbox"/> Satteldach/Walmdach	<input type="checkbox"/> Pultdach	<input type="checkbox"/> Sparren	<input type="checkbox"/> Pfetten
	Gebäudebreite (B)		m		
	Gebäudehöhe (H)		m		
	Gebäuelänge (L)		m		
	Firstlänge (F)		m		
	Länge First-Traufe (S)		m		
	Dachneigung		°		
	Äußerer Blitzschutz	<input type="checkbox"/> vorhanden	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden		
Verschattung	<input type="checkbox"/> Bäume	<input type="checkbox"/> Gebäude	<input type="checkbox"/> Schornstein	<input type="checkbox"/> Sonstige	
	<input type="checkbox"/> Gauben	<input type="checkbox"/> Dachfenster	<input type="checkbox"/> Antenne		

Abbildung 1: Ausschnitt Datenerfassungsbogen

2. Eingabe der Daten in den MHHnovotegra-Planer

In der Eingabemaske „Dach“ sind die Gebäude-, Umgebungs- und Dachkonstruktionsdaten aus dem Datenerfassungsbogen einzugeben (Abbildung 2).

Abbildung 2: Eingabemaske – Dach (Beispiel: Falzziegeldach)

3. Anlagenplanung im MHHnovotegra-Planer

Abbildung 3 zeigt beispielhaft eine Anlagenplanung. Nach der Modulauswahl erfolgt die Belegung auf dem Dach. Dabei können Dachfenster, Gauben oder sonstige Aufbauten ausgespart werden. Nach erfolgter Anlagenplanung wird über den Button **Berechnen** die statische Berechnung des Montagesystem MHHnovotegra unter Berücksichtigung der individuellen Projektdaten durchgeführt.

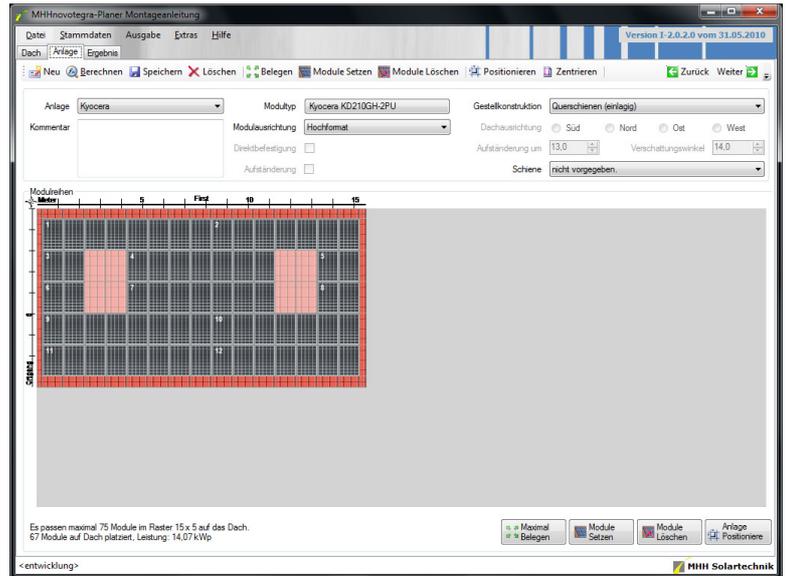


Abbildung 3: Planungsmappe – Anlage (Beispiel: Falzziegeldach)

4. Ergebnisse

Die individuellen Ergebnisse - statische Werte, Stückliste und Listenpreise - werden in der Ausgabemaske angezeigt (Abbildung 4). Ist eine DIN-konforme Auslegung nicht oder nur eingeschränkt möglich erscheinen Warnhinweise.

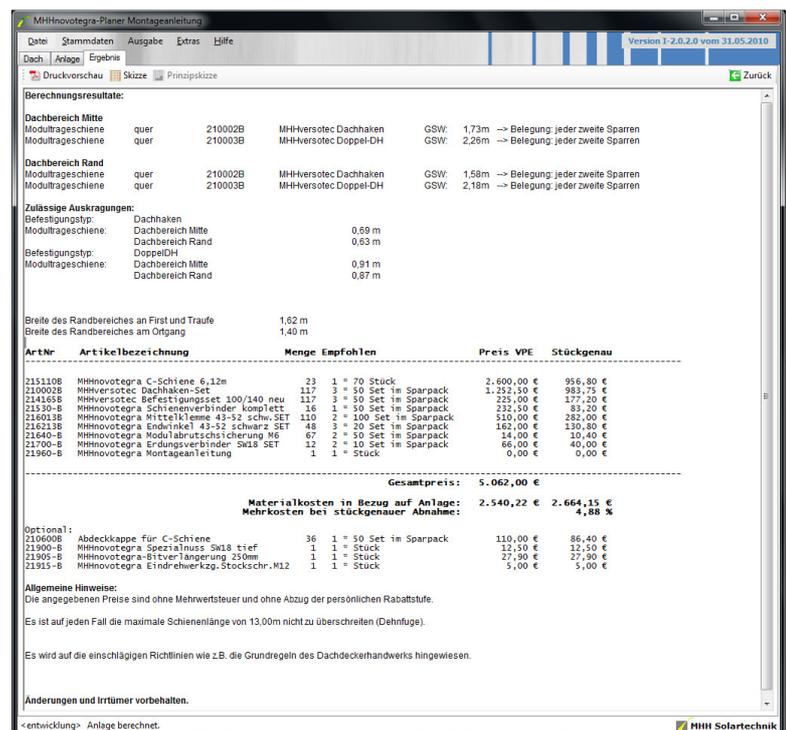


Abbildung 4: Ausgabemaske – Ergebnisse (Beispiel: Falzziegeldach)

5. Ergebnisausgabe

Die Ergebnisausgabe (Druckvorschau) beinhaltet die eingegebenen Dachdaten, die Anlagenplanung sowie die Ergebnisse der statischen Berechnung inklusive Stückliste und Listenpreise (Abbildung 6). Eine Skizze des Daches mit der Aufteilung in Mitten- und Randbereich sowie die Angabe der notwendigen Befestigungsmittel des Montagesystems ist ebenfalls enthalten (Abbildung 5).

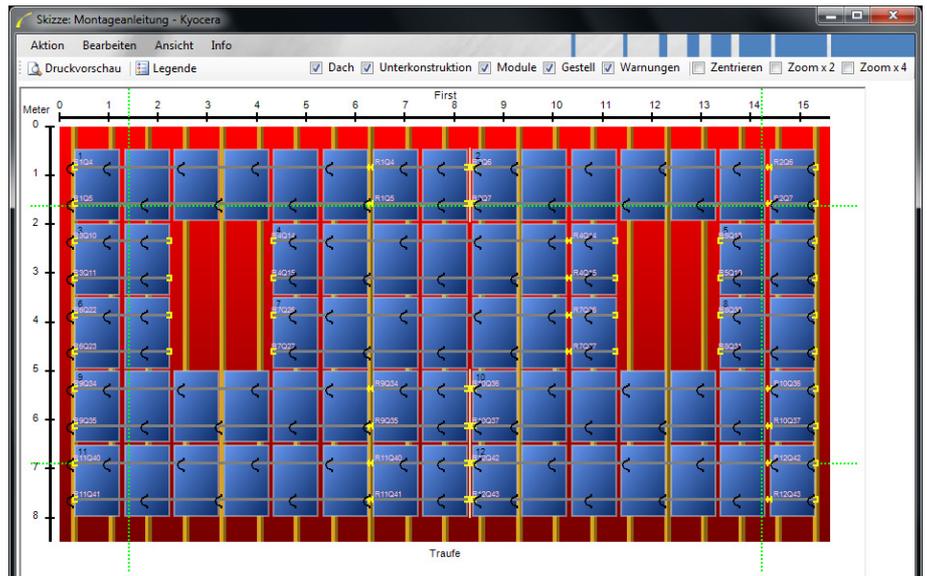


Abbildung 5: Dachskizze (Beispiel: Falzziegeldach)

MHHnovotegra für Ziegeldach Projekt: Montageanleitung, Anlage: Kyocera Novotegra-Planer Version 2.0.2.0, Datenbankversion 2.14		MHHsolartechnik					
<table border="1"> <tr> <td>Vertriebsbüro Tübingen Fon +49 7141 9898-10 Fax +49 7141 9898-10 info@mhh-solartechnik.de</td> <td>Vertriebsbüro München Fon +49 89 386975-10 Fax +49 89 386975-10 muc@mhh-solartechnik.de</td> <td>Vertriebsbüro Nürnberg Fon +49 911 219548-10 Fax +49 911 219548-10 nue@mhh-solartechnik.de</td> <td>Vertriebsbüro Duisburg Fon +49 203 348975-10 Fax +49 203 348975-10 dui@mhh-solartechnik.de</td> </tr> </table>				Vertriebsbüro Tübingen Fon +49 7141 9898-10 Fax +49 7141 9898-10 info@mhh-solartechnik.de	Vertriebsbüro München Fon +49 89 386975-10 Fax +49 89 386975-10 muc@mhh-solartechnik.de	Vertriebsbüro Nürnberg Fon +49 911 219548-10 Fax +49 911 219548-10 nue@mhh-solartechnik.de	Vertriebsbüro Duisburg Fon +49 203 348975-10 Fax +49 203 348975-10 dui@mhh-solartechnik.de
Vertriebsbüro Tübingen Fon +49 7141 9898-10 Fax +49 7141 9898-10 info@mhh-solartechnik.de	Vertriebsbüro München Fon +49 89 386975-10 Fax +49 89 386975-10 muc@mhh-solartechnik.de	Vertriebsbüro Nürnberg Fon +49 911 219548-10 Fax +49 911 219548-10 nue@mhh-solartechnik.de	Vertriebsbüro Duisburg Fon +49 203 348975-10 Fax +49 203 348975-10 dui@mhh-solartechnik.de				
Allgemeines Projekt: Montageanleitung Kunde: MHH Anlage: Kyocera Planungsdatum: 31.05.2010							
Gebäude Dachtyp: Satteldach Gebäudebreite (B): 15,00 m Gebäudehöhe (H): 7,00 m Gebäudelänge (L): 15,00 m Firstlänge (F): 15,00 m Länge First-Traufe (S): 8,50 m Dachneigung: 30°							
Umgebung Geländekategorie: III: Siedlung, Vorstadt, Wald Höhenlage: 340 m üNN Windlastzone: 1 Schneelastzone: 2							
Auslegung 57 Module: KYOCERA SOLARMODUL KD210GH-2PU (210Wp) Modulmaße: 990mm x 1500mm Modulausrichtung: Hochformat Leistung: 14,07 kWp Eindeckung: Falzziegel Dachmaterial: Falzziegel Gestellkonstruktion: Querschienen (einlagig) Randabstände: Orig. links: 26 cm Orig. rechts: 26 cm First: 47 cm Traufe: 47 cm							
Falzziegel Unterkonstruktion: Holzsparrn Sparrenabstand (X): 0,75 cm Überstand links (RL): 300 cm Überstand rechts (RR): 300 cm Kontertattung: 24 mm Aufdachdämmung: 0 mm							

Abbildung 6: Ergebnisausgabe (Beispiel: Falzziegeldach)

MHHnovotegra für Ziegeldach Projekt: Montageanleitung, Anlage: Kyocera Novotegra-Planer Version 2.0.2.0, Datenbankversion 2.14		MHHsolartechnik				
Mengenabschätzung						
Art/Nr	Artikelbezeichnung	Menge	Empfohlen	Preis In VPE	Preis Stückgenau	Änderungswunsch
215110B	MHHnovotegra C-Schiene 6,12m	23 Stk	1 * 70 Stück	2.600,00€	956,80 €	
21530-B	MHHnovotegra Schienenverbinder komplett	16 Set	1 * 50 Set im Sparpack	232,50€	83,20 €	
216013B	MHHnovotegra Mittelklemme 43-52 schw.SET	110 Set	2 * 100 Set im Sparpack	510,00€	282,00 €	
216213B	MHHnovotegra Endwinkel 43-52 schwarz SET	48 Set	3 * 20 Set im Sparpack	162,00€	130,80 €	
21640-B	MHHnovotegra Modulabrutschsicherung M6	67 Set	2 * 50 Set im Sparpack	14,00€	10,40 €	
21700-B	MHHnovotegra Erdungsverbinder SW18 SET	12 Set	2 * 10 Set im Sparpack	66,00€	40,00 €	
210002B	MHHversotec Dachhaken-Set	117 Set	3 * 50 Set im Sparpack	1.252,50€	983,75 €	
214165B	MHHversotec Befestigungsset 100/140 neu	117 Set	3 * 50 Set im Sparpack	225,00€	177,20 €	
21950-B	MHHnovotegra Montageanleitung	1 Stk	1 * Stück		0,00 €	
Gewicht gesamt: 273 kg				Gesamtpreis:	5.062,00€	
				Materialkosten in Bezug auf Anlage:	2.540,22€	2.664,15 €
				Mehrkosten bei stückgenauer Abnahme:		4,88 %
Optional						
210500B	Abdeckkappe für C-Schiene	36 Set	1 * 50 Set im Sparpack	110,00€	86,40 €	
21900-B	MHHnovotegra Spezialnuss SW18 tief	1 Stk	1 * Stück	12,50€	12,50 €	
21905-B	MHHnovotegra-Bitverlängerung 250mm	1 Stk	1 * Stück	27,90€	27,90 €	
21915-B	MHHnovotegra Eindrehwerkz.Stockschr.M12	1 Stk	1 * Stück	5,00€	5,00 €	

Hinweise zur Stückliste

Bei vorliegender Mengenabschätzung handelt es sich um eine Komponentenzusammenstellung auf der Grundlage der für diese Anlage erfassten Eckdaten. Annahmen für diese Komponentenzusammenstellung:

- gleichmäßige Sparrenabstände
- Schienenverwendung gemäß Aufstellung des Berechnungsprotokolls
- Modulanzordnung gemäß Skizze.

- Statikangaben gelten nur für die in der Mengenabschätzung angegebenen Befestigungsmittel!
Vor Ort können sich notwendige Änderungen ergeben. Ob die hier dargestellten Modulanzordnung möglich ist, muss bauseitig vor der Bestellung geprüft werden.

Die Montagevorschriften gemäß Planungs- und Montageanleitung sind einzuhalten

Die statische Auslegung beruht auf der DIN 1055 (2005).

Sonderfälle vor Ort wie z.B. Schneeanhäufungen, Schneeüberstand am Trauf, Schneeabsturz, Eislasten oder eine exponierte Gebäudelage sind separat zu prüfen.

Die Montageanleitungen der Modulhersteller sind zu beachten.

Allgemeine Hinweise:

Es ist auf jeden Fall die maximale Schienenlänge von 13,00m nicht zu überschreiten (Dehnlänge).

Es wird auf die einschlägigen Richtlinien wie z.B. die Grundregeln des Dachdeckerhandwerks hingewiesen.

2.2 Planung von Flachdachanlagen mit MHHnovotegra

Für die Planung von Flachdachanlagen für Module mit max. ca. 1 m Breite 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 dem Vertrieb von MHH Solartechnik 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 7). 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.

MHHnovotegra für Flachdach

Projekt: Testdach, Anlage: Hyundai 227

Novotegra-Planer Version 2.2.8.15, Datenbankanversion 2.2.4

Allgemeines	Projekt:	Testdach	Ballastermittlung	KOSTENABSCHÄTZUNG MHHnovotegra für Flachdach			
	Kunde:	Test					
	Anlage:	Hyundai 227					
	Planungsdatum:	03.08.2011					
Gebäude	Dachtyp	Flachdach					
	Gebäudebreite (B)	27,40 m	Detail Anbau Da H1a B33 Mindestrandabstand = 0,50 m				
	Gebäudehöhe (H)	7,00 m					
	Gebäuelänge (L)	15,40 m					
	Firstlänge (F)	15,40 m					
	Länge First-Traufe (S)	27,40 m					
	Dachneigung	0°					
Umgebung	Geländekategorie	II : ländlich					
	Höhenlage	400 müNN					
	Windlastzone	1					
	Schneelastzone	1a					
Auslegung	113 Module:	Hyundai HS-S 250MG	250Wp	Modulmaße	983 x 1645mm		
	Modulausrichtung	Querformat		Leistung	28,25 kWp		
	Eindeckung	Folien- oder Bitumenabdichtung					
	Randabstände	Ortg. links: 74 cm	Ortg. rechts: 74 cm	First	128 cm	Traufe	128 cm
	Aufständerung	Aufständerungswinkel:		13°	Verschattungswinkel:		18°
	Reihenabstand	1,66 m		Modulwinkel:		13°	
Hinweise / Abschätzungen	Montagesystem variante	Aufständerung geschlossen		Ballastabschätzung ohne Optimierung, individuelle Ballastermittlung erfolgt in der Detailplanung.			
	Kostenabschätzung	Montagesystem ohne evtl. 1. Triennige		285,58 EUR / kWp			
	Ballastabschätzung	Prüfung der Dachstatik basierend auf		Mittelnbereich 9 Randbereich 23 Eckbereich 19 kg/m² Dachfläche			
	Sicherheitshinweise*	Mindesthöhe Aufba. 22 cm, Mindestabstand Aufba. / Modul 50 cm, Dachneigung max. 5 Grad, Min. Abstand der Dachschnecken zum Aufbau ca. 10 cm, Aus-elektroabgründe nur mit Alu- oder Kupfergehäuse, Ausgenommen 24 Stunden für ein Gebäude bis zu 0,5 (Platz) m², jeweils am Ende der Bauteile sind an MHH zu übermitteln und werden dann beim 100 Jahre angelegt. Die Prüfung der Dachbeschaffenheit muss von einem Instandhalter erfolgen. Das Tragen von Personen, Umkleenächeln und Laubwerk ist hinsichtlich der Verträglichkeit und Beständigkeit der Materialien, besonders auch bei geringen Anforderungen der Dachschalensysteme zu vermeiden. Der Instandhalter haftet für die Richtigkeit der Angaben, keine Haftung für M-P-Änderungen und Erläuterungen vorbehalten. Diese Kostenabschätzung ersetzt nicht unsere verbindliche Auftragsbestätigung.					

Vertriebsbüro Tübingen
 Fax: +49 7141 98867-10
 E-Mail: info@mhh-solartechnik.de

Vertriebsbüro München
 Fax: +49 89 36607-10
 E-Mail: info@mhh-solartechnik.de

Vertriebsbüro Nürnberg
 Fax: +49 911 21666-10
 E-Mail: info@mhh-solartechnik.de

Vertriebsbüro Dillingen
 Fax: +49 25 36226-10
 E-Mail: info@mhh-solartechnik.de

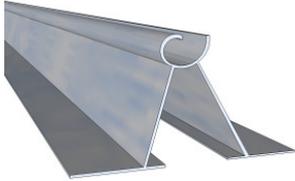


Abbildung 7: Kostenabschätzung

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 9: Symbole zur Unterscheidung der Planunterlagen

2.2.1 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 – also zur nutzbaren Dachfläche – ist durch die Vermessung der Abstandsmaße der Grundschiene zur Attika eindeutig festgelegt.

Das Achsenmaß der Grundschiene zueinander ist in der perspektivischen Darstellung der Aufständerungsvariante (roter Kreis), wie in Abbildung 10 dargestellt, zu entnehmen und zusätzlich im Grundriss vermisst.

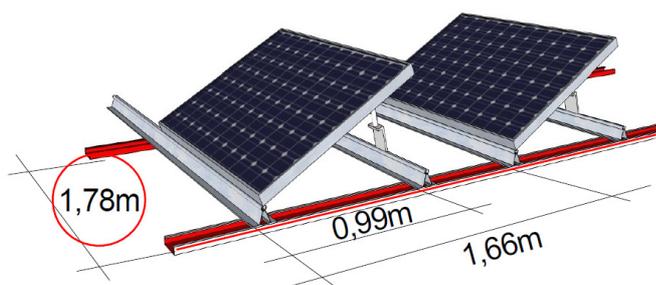


Abbildung 10: Angabe des Standard Grundschiene Achsenmasses

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 11 dargestellt.



Abbildung 11: Legende Grundschiene

Bei der Planung wird darauf geachtet, dass die 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 Grundschieneängen erforderlich, so sind diese im Plan durch eine vierte Farbe gekennzeichnet und die erforderliche Länge ist im Grundriss angegeben.

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.

2.2.2 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 Vermessung 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 12 dargestellt, auf dem Montageplan angegeben.

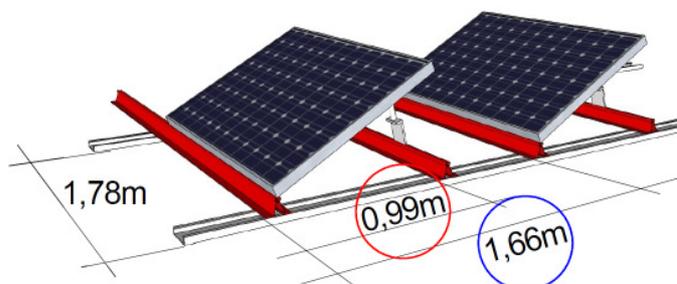


Abbildung 12: Achsenmasses Basisprofile in einer Modulreihe und zur folgenden Modulreihe

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 13 dargestellt.

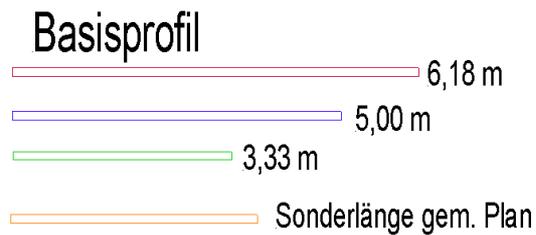


Abbildung 13: Legende Basisprofile

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 ist im Grundriss angegeben.

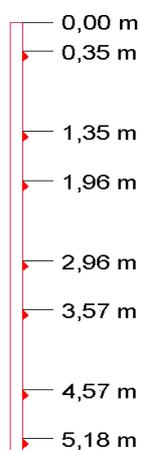


Abbildung 14: Auszug Maßkette mit Hilfsmassen zur Basisprofilmontage

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 14).

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

2.2.3 Ballastplan

Im nächsten Schritt ist der erforderliche Ballast auf den Grundschiene auszulegen. Der Ballastplan enthält die Angabe, wie viele Kilogramm an Ballast pro 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 15).

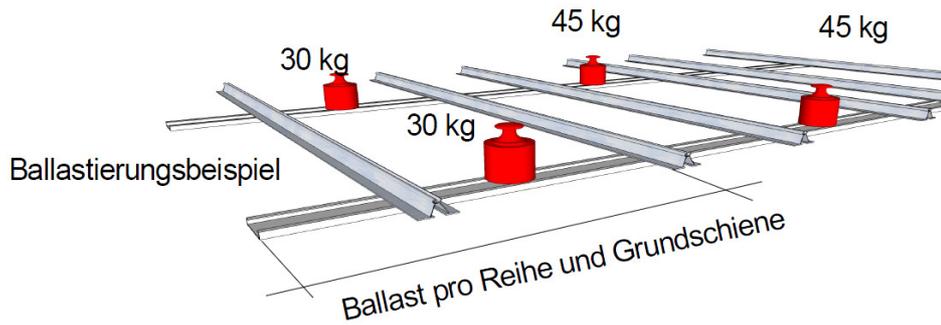


Abbildung 15: Ballastierungsbeispiel für den Ballast pro Modulreihe und Grundschiene

Zusätzlich zur Ballastangabe enthält der Ballastplan die Information an welcher Stelle des Daches die größten und kleinsten Zusatzlasten pro m^2 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	

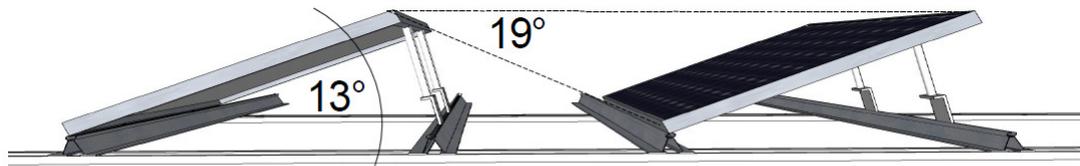
Die aus dem erforderlichen Ballast samt Anlageneigengewicht entstehende Flächenlast pro m^2 Dachfläche wird über die Lasteinzugsfläche berechnet und auf dem Ballastplan, wie in Abbildung 16 dargestellt, angegeben.

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

Abbildung 16: Kennzeichnung der Dachbereiche mit der größten und kleinsten Flächenbelastung

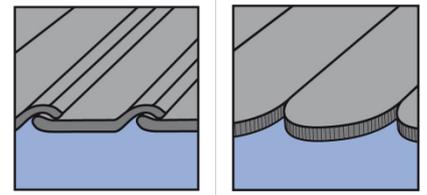
2.2.4 Anlagenplan

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 17 dargestellt, Auskunft über den Modulwinkel und den Verschattungswinkel der jeweiligen Aufständervariante.



Modulwinkel Verschattungswinkel

Abbildung 17: Darstellung Modul- und Verschattungswinkel im Anlagenplan



3 MHHnovotegra für Ziegeldach

3.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Falzziegel, Betondachstein und Biberschwanz beschrieben.

Zur Durchführung des Dachhakens im Überschneidungsbereich der Eindeckung ist es ggf. notwendig die Ziegel auszusparen. Es wird auf die einschlägigen Richtlinien wie z. B. die Grundregeln des Dachdeckerhandwerks hingewiesen. Der Dachhaken ist für eine Überdeckungslänge der Ziegel bis zu 80 mm entwickelt worden, darüber hinaus sind die Ziegel entsprechend auszusparen.

Durch die Verwendung von bauaufsichtlich zugelassenen Holzschrauben ist ein Vorbohren des Sparrens nicht gestattet.

Zur Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Ziegeldach wird folgendes Werkzeug benötigt:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Torx 30	Modulklemmen
Torx 40	Holzschrauben
Spezialnuss SW18 tief	Sperrzahnmuttern

3.2 Dachhakenmontage

3.2.1 Falzziegel

Bestandteile des Dachhaken-Set und Befestigungs-Set	Stück
Grundprofil	1
Haken	1
Holzschrauben d = 8 mm	2
Sperrzahnmuttern M12	2

Bauseits ist der Haken bis mindestens zur Markierung in das Grundprofil einzudrehen. Dabei kann der Haken je nach Lage des Wellentals des Ziegels links oder rechts in das Grundprofil eingedreht werden. Die erlaubten Überstände gemäß Abbildung 18 und Abbildung 24 sind zu beachten. Im Bereich der vorderen Biegung ist ein Luftspalt von mindestens 6 mm zwischen Haken und unterem Ziegel einzuhalten. Die Höheneinstellung erfolgt über das Gewinde im Grundprofil (Abbildung 18 und Abbildung 19).

Die Dachhakenbefestigung erfolgt - ohne Vorbohren der Sparren - mit den Holzschrauben. Dabei sind die Randabstände und Mindesteinschraubtiefen gemäß Abbildung 18 und Abbildung 19 einzuhalten. Dies setzt eine Mindestsparrenbreite von 8 cm voraus. Um eine großflächige Auflage des Grundprofils bei vorhandener Konterlattung zu ermöglichen, ist ein seitliches Beilegen von Unterleghölzern notwendig (Abbildung 21). Die Mindesteinschraubtiefe in den Sparren beträgt 65 bzw. 77 mm (Abbildung 19).

ideale mittige Montage **maximal zulässige Exzentrizität**

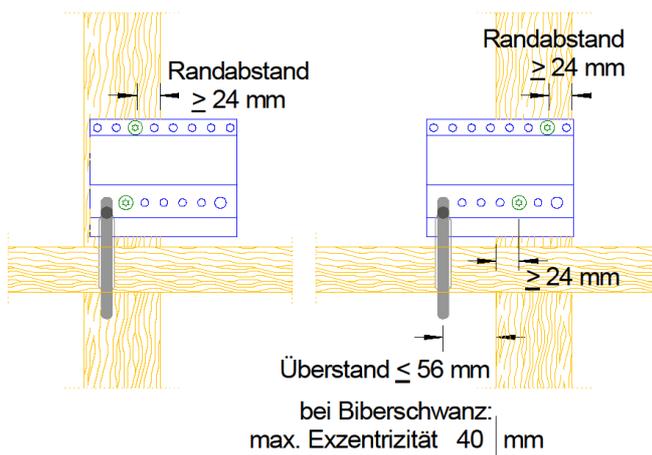


Abbildung 18: Grundprofilmontage - Detail

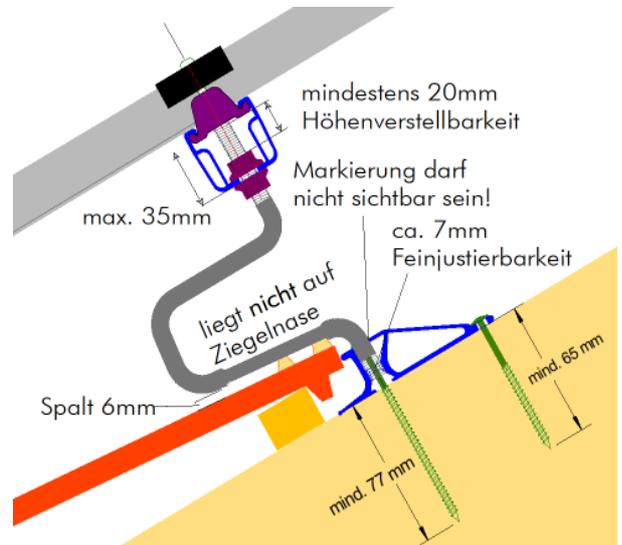


Abbildung 19: Schnitt – Montagesystem auf Sparren

Der einfache Dachhaken kann bei Verwendung der Holzschrauben aus dem Befestigungs-Set auch auf Sparren mit geringerer Breite eingesetzt werden. Bei Anordnung der Dachhaken und Einhaltung der angegebenen Auskrägung und Randabstände gemäß Abbildung 20 beträgt die Mindestsparrenbreite 6 cm. Die Einschraubtiefen sind aus Abbildung 19 zu entnehmen.

maximal zulässige Exzentrizität
Sparrenbreite $b=6\text{cm}$

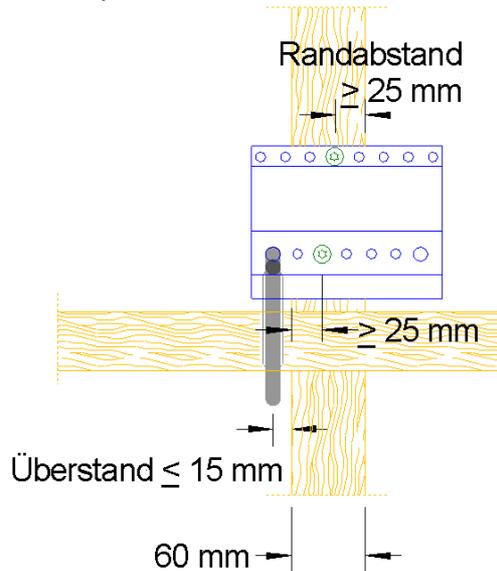


Abbildung 20: Grundprofilmontage – Detail: 6 cm Sparren

3.2.2 Biberschwanz

Bestandteile des Biberschwanz-Dachhaken-Set und Befestigungs-Set	Stück
Grundprofil	1
Haken	1
Holzschrauben d = 8 mm	2
Sperrzahnmuttern M12	2

Bauseits ist der Haken bis mindestens zur Markierung in das Grundprofil einzudrehen. Der Einbau und der Dachaustritt des Biberschwanz-Dachhaken sind in Abbildung 22 und Abbildung 23 dargestellt. Für den idealen Dachaustritt kann der Haken nach Bedarf links oder rechts in das Grundprofil eingedreht werden. Die erlaubten Überstände gemäß Abbildung 18 sind dabei zu beachten. Im Bereich der vorderen Biegung ist ein Luftspalt von mindestens 6 mm zwischen Haken und unterem Ziegel einzuhalten. Die Höheneinstellung erfolgt gem. über das Gewinde im Grundprofil (Abbildung 19).

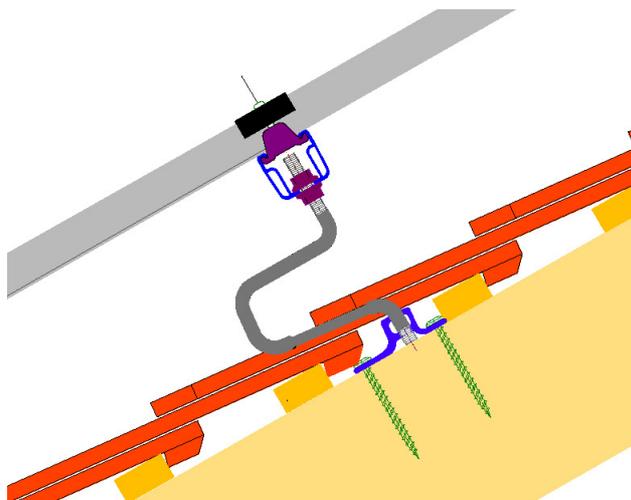


Abbildung 22: Schnitt Biberschwanz-Dachhaken



Abbildung 23: Dachaustritt Biberschwanz-Dachhaken

Die Dachhakenbefestigung erfolgt - ohne Vorbohren des Sparrens - mit den Holzschrauben. Dabei sind die Randabstände gemäß Abbildung 18 einzuhalten und setzt eine Mindestsparrenbreite von 8 cm voraus. Die Mindesteinschraubtiefe der Holzschrauben in den Sparren beträgt 65 mm. Um eine großflächige Auflage des Grundprofils bei vorhandener Konterlattung zu ermöglichen ist ein seitliches Beilegen von Unterleghölzern notwendig (Abbildung 21).

Abhängig vom Dachaufbau müssen folgende Befestigungs-Set verwendet werden:

Konterlattung+ Dämmung	0-30 mm	31-70 mm	71-110 mm	111-150 mm	151-190 mm
Befestigungs-Set	100	140	180/220	220/260	300

Tabelle 2: Befestigungs-Set für Biberschwanz-Dachhaken in Abhängigkeit vom Dachaufbau

3.2.3 Doppel-Dachhaken

Bestandteile des Doppel-Dachhaken-Set und Befestigungs-Set	Stück
Grundprofil 245 mm	1
Haken	2
Holzschrauben d = 8 mm	4
Sperrzahnmuttern M12	4

Der Doppel-Dachhaken wird für hohe Lasten verwendet. Die zu verwendenden Befestigungs-Sets sowie der grundsätzliche Aufbau entsprechen dem einfachen Dachhaken (Kapitel 3.2.1 und 3.2.2). Hinsichtlich des erlaubten Überstand und Randabstand der Holzschrauben sind die Angaben aus Abbildung 24 einzuhalten. Zur Befestigung des Doppel-Dachhaken werden 4 Holzschrauben benötigt. Der Doppel-Dachhaken ist für Falzziegel als auch für Biberschwanzdächer erhältlich. Es ist darauf zu achten, dass die Ziegeldurchführung der Haken beim Falzziegel im Abstand von 160 oder 200 mm möglich ist. Die Doppeldachhaken können nur bei einer Mindestsparrenbreite von 8 cm eingesetzt werden.

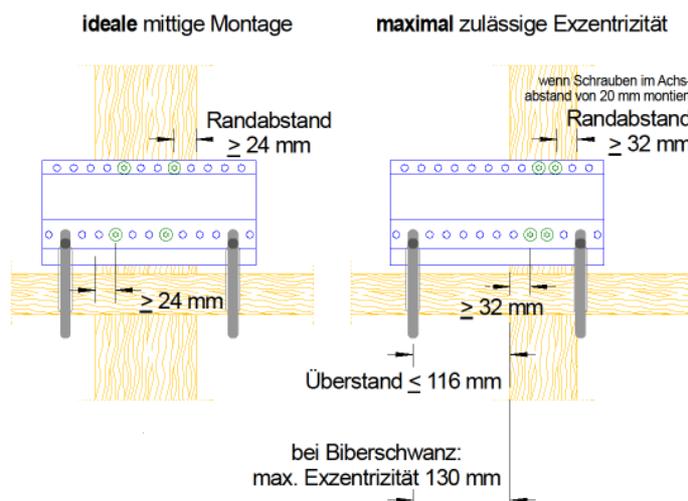


Abbildung 24: Grundprofilmontage – Doppel-Dachhaken



Abbildung 25: Dachaustritt Doppel-Dachhaken

3.3 Modulhochkantmontage

3.3.1 Einlagiger Schienenverband

Bauteil	Ausrichtung	Anordnung
Dachhaken		jeder / jeder 2. Sparren
Modultragschiene	horizontal	Modul $\frac{1}{4}$ -Punkt

Vor der Schienenmontage ist die untere Sperrzahnmutter (Verzahnungsseite nach oben) auf den Dachhaken aufzudrehen. Danach wird die C-Schiene horizontal auf die Dachhaken gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe.

Die erlaubte Auskragung der Schiene über den letzten Dachhaken beträgt 0,4 mal der Grenzspannweite (GSW) des jeweiligen Dachbereiches. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die maximale Schienenlänge 13 m nicht überschreitet. Bei größeren Schienenlängen sind Dehnungsfugen mit mindestens 20 mm Spaltbreite anzuordnen. Zur Verlängerung der C-Schienen und Ausbildung von Dehnfugen siehe Kapitel 3.5.

Anmerkung:

Für den Fall, dass die statische Berechnung durch den MHHnovotegra-Planer eine Belegung jedes 2. Sparren erlaubt, sind die Dachhaken zur gleichmäßigen Lastverteilung versetzt anzuordnen (Abbildung 26).

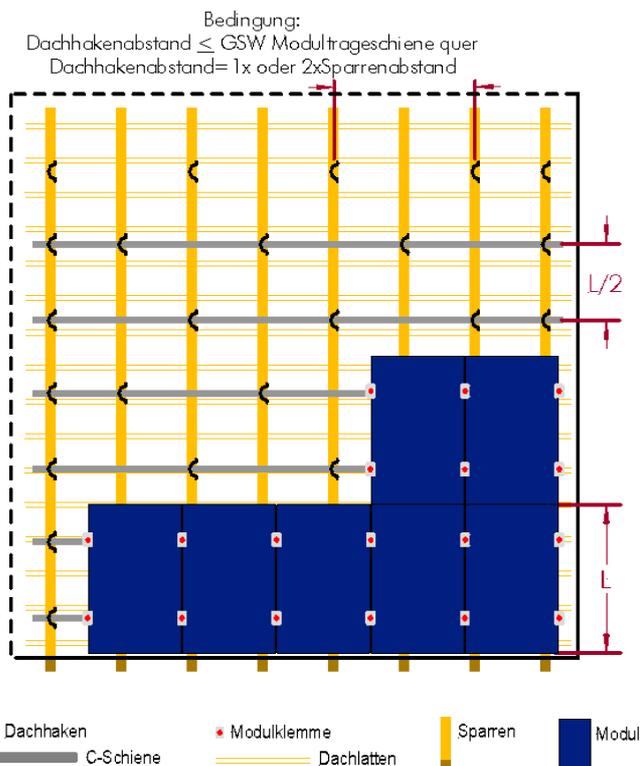


Abbildung 26: Prinzipskizze Modulhochkantmontage mit einlagigem Schienenverband

3.3.2 Kreuzschienenverband

Beim Kreuzschienenverband sind 2 Schienenebenen zu verlegen.

Bauteil	Ausrichtung	Anordnung
Dachhaken		jeder Sparren
Untere Schiene	vertikal	jeder Sparren
Modultragschiene	horizontal	Modul 1/4-Punkt

Vor der Montage der ersten Schienenlage ist die untere Sperrzahnmutter (Verzahnungsseite nach oben) auf den Dachhaken aufzudrehen. Danach werden die Schienen vertikal auf die Dachhaken gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach Ausrichten der Höhe.

Die zweite Schienenlage wird um 90° versetzt (horizontal) auf die erste Schienenebene mit dem Kreuzschienenverbinder – Anzugsmoment 50 Nm - montiert (Abbildung 27).

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die maximale Länge der vertikal und horizontal verlaufenden Schienen 13,0 m nicht überschreiten darf. Bei größeren Schienenlängen sind Dehnungsfugen mit mindestens 20 mm Spaltbreite anzuordnen. Zur Verlängerung der C-Schienen und Ausbildung von Dehnfugen siehe Kapitel 3.5.

Die erlaubten Auskragungen der Schienen sind der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen.

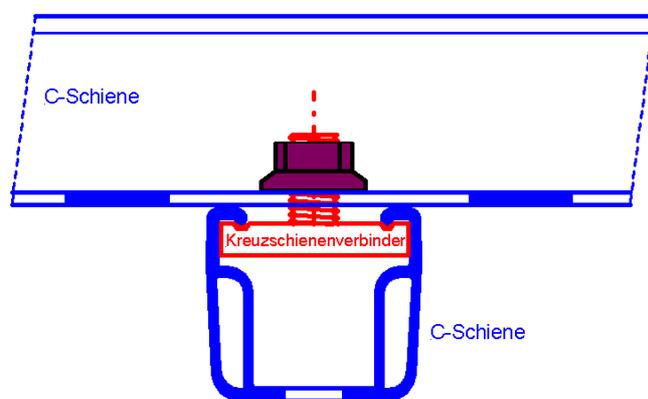


Abbildung 27: Kreuzschienenverband

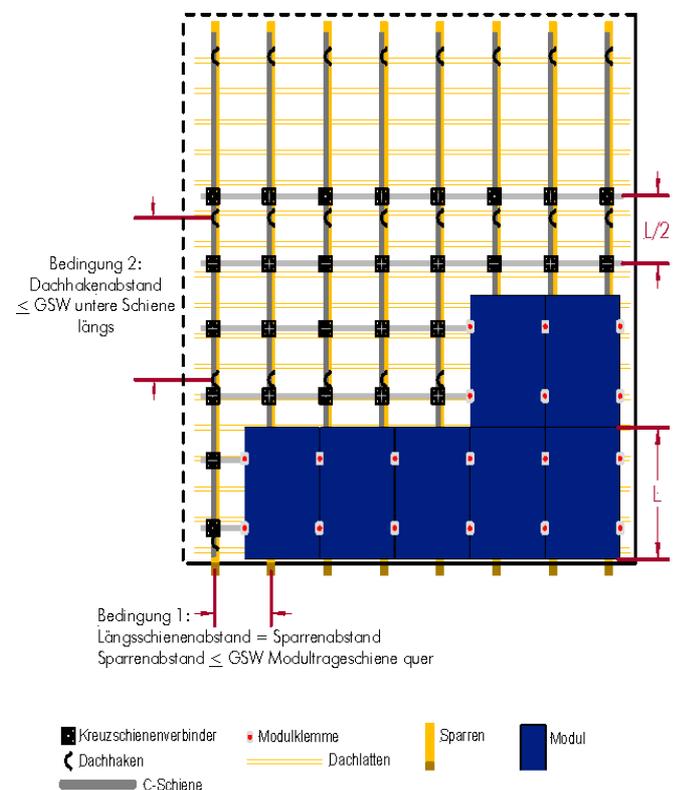


Abbildung 28: Prinzipskizze Modulhochkantmontage mit Kreuzschienenverband

3.4 Modulquermontage

3.4.1 Kreuzschienenverband

Beim Kreuzschienenverband sind 2 Schienenebenen zu verlegen.

Bauteil	Ausrichtung	Anordnung
Dachhaken		jeder Sparren
Untere Schiene	horizontal	Dachhakenachse
Modultragschiene	vertikal	Modul 1/4-Punkt

Vor der Montage der ersten Schienenlage ist die untere Sperrzahnmutter (Verzahnungsseite nach oben) auf den Dachhaken aufzudrehen. Danach werden die Schienen horizontal auf die Dachhaken gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe. Die untere Schiene ist mit jedem Sparren über den Dachhaken zu verbinden. Die zweite Schienenlage wird um 90° versetzt (vertikal) auf die erste Schienenebene mit dem Kreuzschienenverbinder – Anzugsmoment 50 Nm - montiert (Abbildung 27).

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die maximale Länge der vertikal und horizontal verlaufenden Schienen 13,0 m nicht überschreiten darf. Bei größeren Schienenlängen sind Dehnungsfugen mit mindestens 20 mm Spaltbreite anzuordnen. Zur Verlängerung der C-Schienen und Ausbildung von Dehnfugen siehe Kapitel 3.5. Die erlaubten Auskragungen der Schienen sind der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen.

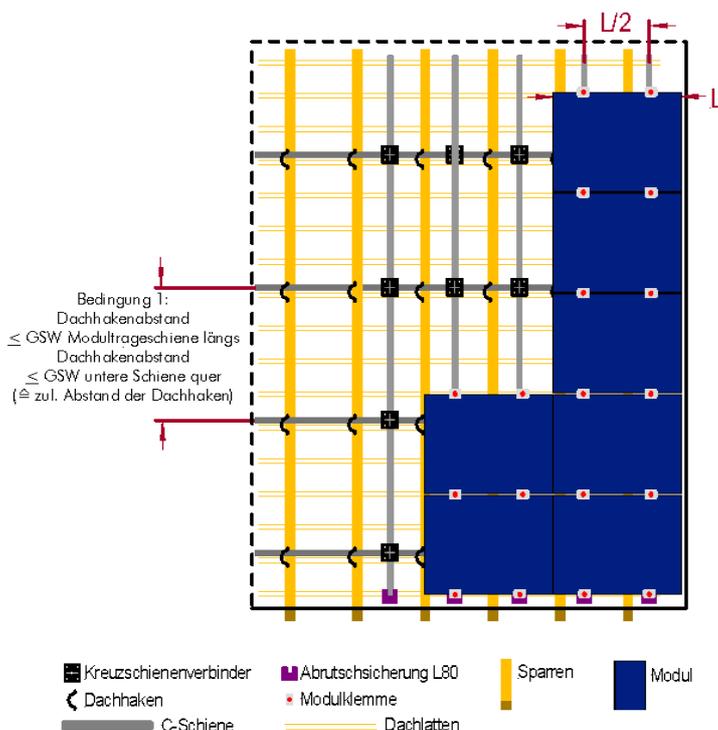


Abbildung 29: Prinzipskizze Modulquermontage mit Kreuzschienenverband

3.5 Schienenverlängerung und Dehnfugen

3.5.1 Allgemeines

Aufgrund temperaturbedingter Längenausdehnungen sind bestimmte Grenzen bzgl. der Schienenlängen einzuhalten und Dehnfugen anzuordnen. Die Verlängerung der Schienen erfolgt mit dem Schienenverbinder. Die Ausbildung von Dehnfugen kann mit Hilfe von zwei Varianten erfolgen.

3.5.2 Schienenverlängerung

Bestandteile des Schienenverbinder-Set	Stück
Alu-Profil	1
Flachrundschaube M12	2
Sperrzahnmuttern M12	2

Die Schienenverlängerung erfolgt mit dem Schienenverbinder-Set. Der Anschluss erfolgt über die Flachrundschauben und Sperrzahnmuttern – Anzugsmoment 50 Nm (Abbildung 30 links). Sitzt der Schienenstoß über einem Dachhaken, kann die Flachrundschaube durch den Dachhaken ersetzt werden (Abbildung 30 rechts). Der Schienenstoß ist als Kontaktstoß auszubilden. Durch diese Verbindung wirkt die Schiene im Stoßbereich wie ein Schienenstück.

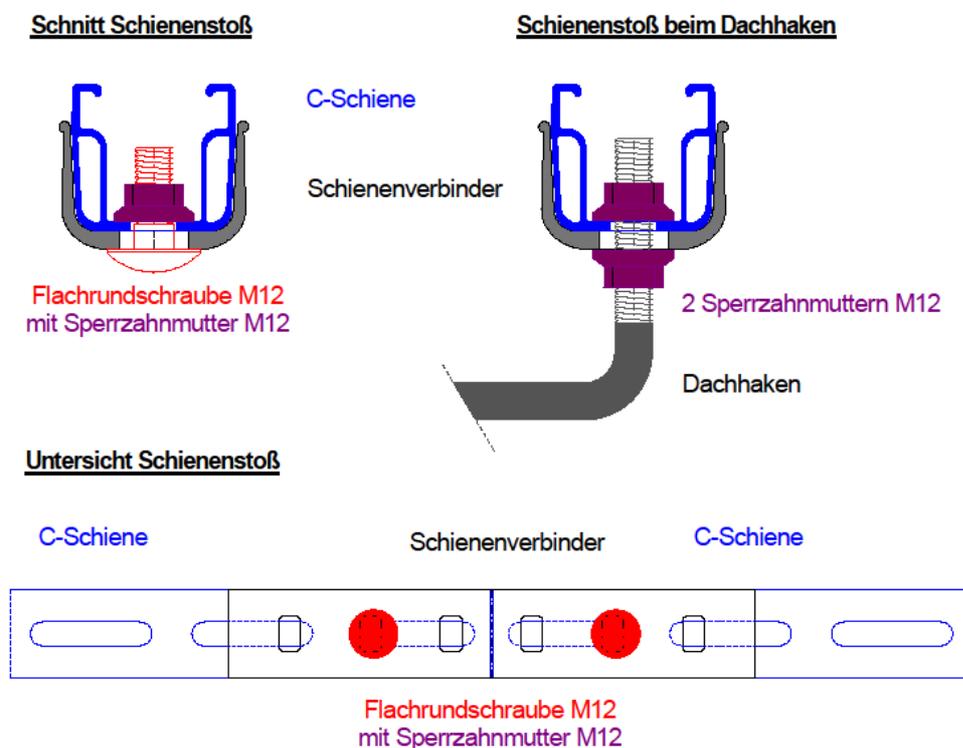


Abbildung 30: Schienenverlängerung

3.5.3 Dehnfugenausbildung durch Modulfelder

Zur Vermeidung von Längenausdehnungsproblemen muss das Montagesystem in bestimmten Abständen unterbrochen werden. Durch die Unterbrechung der Unterkonstruktion ergeben sich Modulfelder an deren Beginn und Ende die Module immer mit Endwinkeln zu klemmen sind. Die erlaubten Auskragungen der Schienen sind aus der Software MHHnovotegra-Planer zu entnehmen und zwingend einzuhalten.

3.5.4 Dehnfugenausbildung durch Loslager

Bestandteile des Loslager -Set	Stück
Alu-Profil	1
Flachrundschraube M12	2
Flachrundschraube M12 beschichtet	2
Sperrzahnmuttern M12	4

Alternativ können Dehnfugen auch durch ein Loslager realisiert werden. Für die Umsetzung wird das Loslager-Set benötigt, welches aus nebenstehenden Komponenten besteht. Die Schienen sind mit dem Schienenverbinder gemäß Abbildung 31 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. Die angegebenen Abstände zwischen den Schienen bzw. zu den Langlochrändern sind einzuhalten, so dass auf der Losseite die Schrauben jeweils mindestens 10 mm Spiel zu den Langlochrändern haben. Die Ausbildung eines Loslagers darf nicht unterhalb eines Moduls erfolgen. Bei der Dehnfugenausbildung durch Loslager ist nach maximal 40 m eine Dehnfuge durch Modulfelder auszubilden.

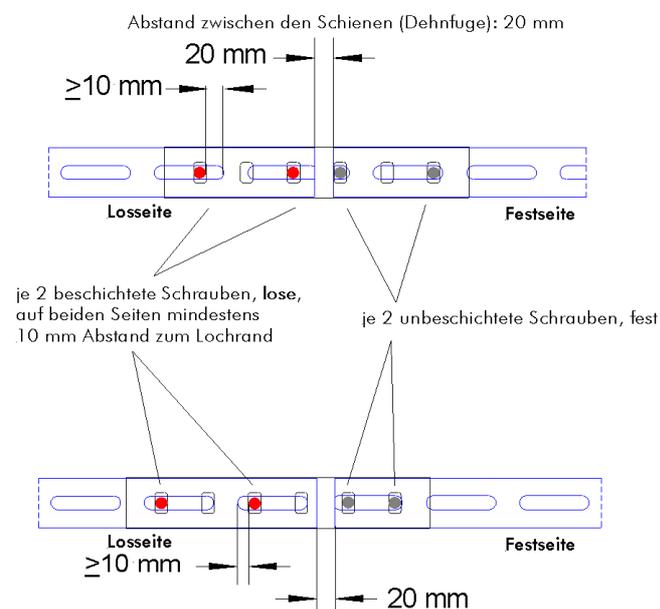


Abbildung 31: Anordnung der Komponenten zur Loslagermontage

3.6 Modulbefestigung

Vor der Modulmontage ist das Anbringen der Abrutschsicherungen notwendig.

Modulhochkantmontage:

Die Modulabrutschsicherung M6 bzw. M8 sind in den Montagebohrungen am Modulrahmen zu befestigen (Abbildung 33).

Modulquermontage:

Die Abrutschsicherung für Modulquermontage ist mit der Flachrundschaube und Sperrzahnmutter im Langloch der vertikalen C-Schiene zu befestigen - 50 Nm Anzugsmoment (Abbildung 32).

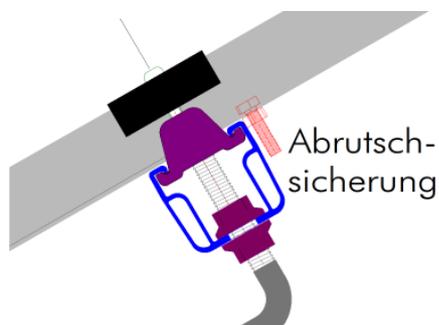


Abbildung 33: Abrutschsicherung bei Modulhochkantmontage

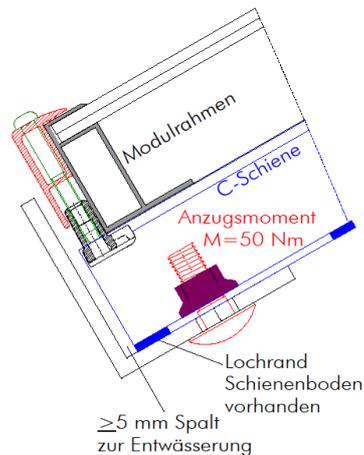


Abbildung 32: Abrutschsicherung bei Modulquermontage

Montagesystem-komponenten	Anzugs-momente
Mittelklemme	12 Nm
Endwinkel	8-10 Nm

Das Solarmodul muss an mindestens 4 Stellen (an jeder Längsseite zwei) geklemmt werden. Dabei sind die Vorgaben der Modulhersteller zu beachten.

Für die Befestigung des ersten Modules sind die Endwinkel in die Schienen am Modulfeldrand vorab einzudrehen. Danach wird das Modul bündig an die Endwinkel geschoben. Die Endwinkel können dabei bündig mit der C-Schiene abschließen und sind mit dem erforderlichen Anzugsmoment von 8 – 10 Nm anzuziehen. Hierfür ist ein Überstand der C-Schiene über die Modulaußenkante von mindestens 13 mm notwendig (Abbildung 34).

Neben dem bereits befestigtem Modul ist nun die Mittelklemme in die C-Schiene einzudrehen und bündig anzuschleiben. Anschließend wird das nächste Modul an die Mittelklemme geschoben und mit dem notwendigen Anzugsmoment befestigt (Abbildung 34). Auf diese Weise werden die folgenden Module mit einem Modulabstand von 12 mm montiert. Das letzte Modul wird wiederum mit einem Endwinkel befestigt. Zwischen den Modulen ist entlang der kurzen Seite ein Spalt von mindestens 10 mm einzuhalten.

Bei der Montage der Endwinkel und Mittelklemmen ist zur sicheren Modulbefestigung darauf zu achten, dass die Schraubenachse senkrecht zur Schienenachse steht bzw. die Breite der Modulklemmen deckungsgleich mit der Schienenbreite ist. Auf eine richtige Montage der Klemmen ist besonders bei steilen Dächern zu achten.

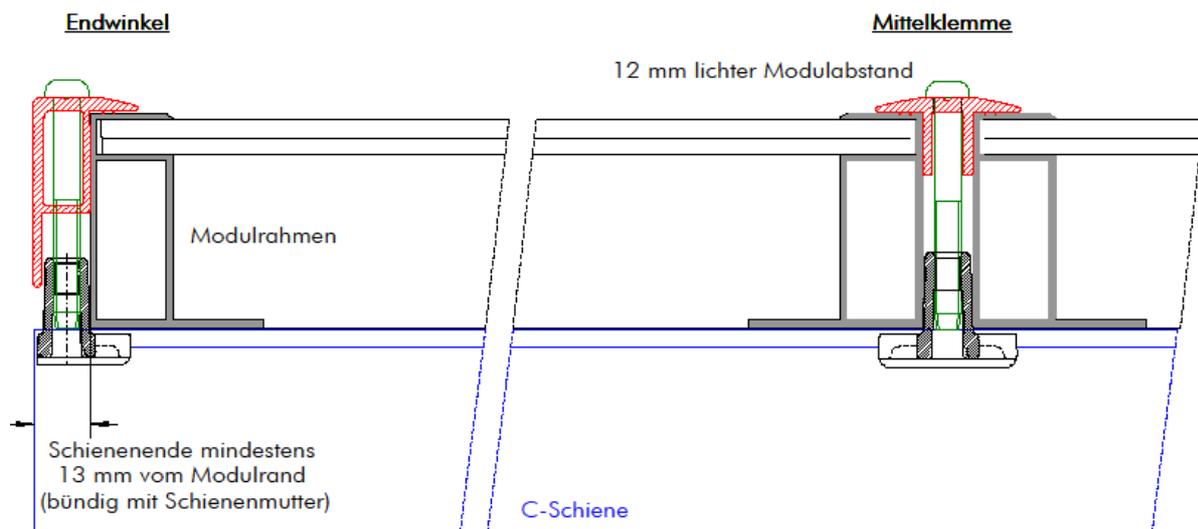
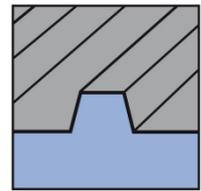


Abbildung 34: Mittelklemme und Endwinkel



4 MHHnovotegra für Trapezblechdach

4.1 Dachparallele Montage (Direktbefestigung)

4.1.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Trapezblechdach – dachparallele Montage beschrieben.

Der Anschluss des Montagesystems erfolgt direkt an der Dacheindeckung mit bauaufsichtlich zugelassenen Bohrschrauben. Die Module müssen hochkant montiert werden. Der statische Nachweis mit der Planungssoftware MHHnovotegra-Planner beinhaltet die Befestigung auf dem Trapezblechdach. Die von der Planungssoftware angegebenen Schienenlängen sind bauseits auf Richtigkeit zu prüfen. Die Befestigung der Dacheindeckung auf der Unterkonstruktion ist bauseits zu prüfen (evtl. einen Statiker hinzuziehen) und ggf. zu ergänzen. Das Montagesystem kann auf Trapezblechdächern aus Stahlblechen mit einer Blechstärke ab 0,55 mm verwendet werden. Die Befestigung an der Deckschale von Sandwich-Dachelementen ist seitens der Sandwichhersteller nicht erlaubt.

Zur Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Trapezblechdach – dachparallele Montage wird folgendes Werkzeug benötigt:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Torx 30	Modulklemmen
Aussensechskant SW 8	Bohrschrauben

4.1.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 35) wird aufgrund der unterschiedlichen Windlasten am Dach in drei Bereiche eingeteilt. Dabei sind die Randbereiche die kritischen Dachzonen, die evtl. eine verstärkte Befestigung der Unterkonstruktion erfordern.

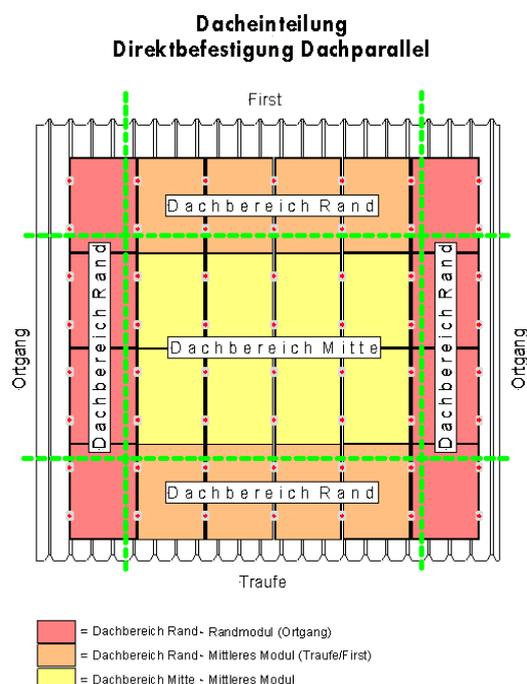


Abbildung 35: Prinzipskizze Dacheinteilung

4.1.3 Anordnung der Modultragschienen

Vor der Montage der Schienenstücke ist das Aufzeichnen der Module erforderlich. Abhängig von der daraus resultierenden Lage der Modulklemmen ergibt sich die Positionierung der Schienenstücke. Die Länge der benötigten Schienenstücke wird durch die Planungssoftware MHHnovotegra-Planer ermittelt. Die angreifenden Lasten sollen möglichst gleichmäßig auf die Dachhaut verteilt werden, d. h. es sind möglichst viele Hochsicken anzuschliessen. Abhängig von den Randbedingungen (Modulmaße, Belastung etc.) können sich horizontale Abstände "d" zwischen den Schienenstücken ergeben (Abbildung 36). Die Anordnung der Schienenstücke auf dem Dach erfolgt parallel zum First bzw. zur Traufe. Für jede Modulreihe sind zwei Schienenachsen im Abstand der vom Modulhersteller vorgegebenen Montagepunkte zu montieren.

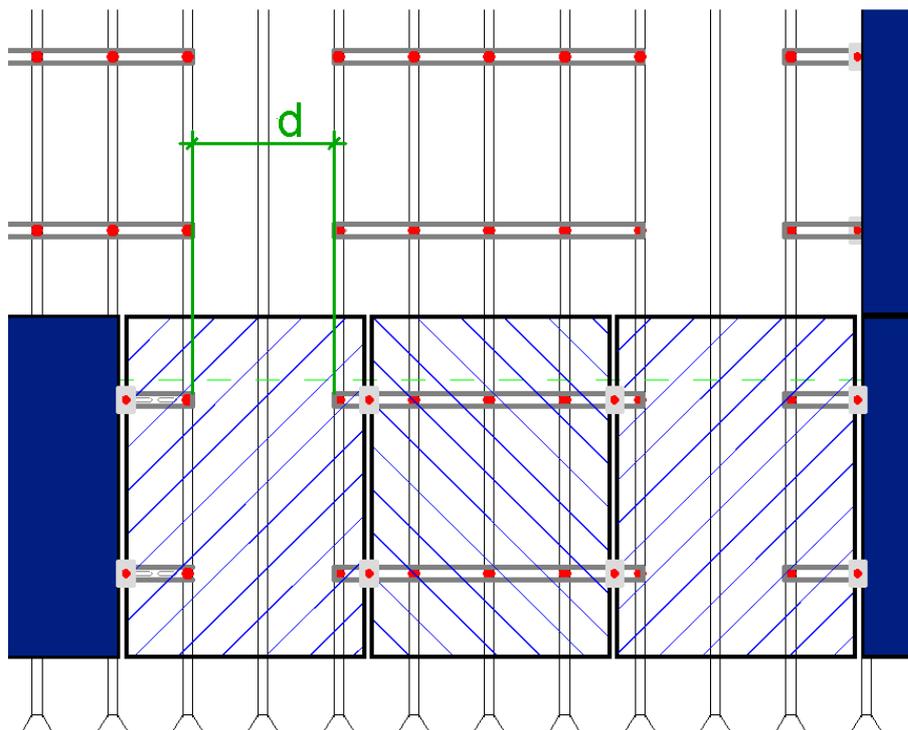


Abbildung 36: Anordnung der Modultragschienen

Die Anordnung der Schienenstücke hat gemäß Abbildung 36 zu erfolgen, so dass unter jedem zweiten Modul eine C-Schiene verläuft und die beiden benachbarten Module noch aufgelegt und befestigt werden können.

4.1.4 Befestigung der Schienen

4.1.4.1 Standardbefestigung

Bei der Standardbefestigung kann die Unterkonstruktion ohne zusätzliche Massnahmen auf dem Trapezblechdach befestigt werden. Die Schienenstücke sind mit dem Befestigungs-Set über die gesamte Schienenlänge an jeder Hochsicke anzuschließen (Abbildung 36 und Abbildung 37).

Folgende Bedingungen sind dabei einzuhalten:

- Die C-Schienen dürfen nicht auskragen, d. h. die Schienenenden dürfen nicht über die Hochsicke hinaus stehen. In diesem Fall sind die C-Schienen bis zur nächsten Hochsicke zu verlängern.
- Für die Modulbefestigung im Dachbereich "Rand- Randmodul (Ortgang)" wird auf Kapitel 4.1.4.3 verwiesen.

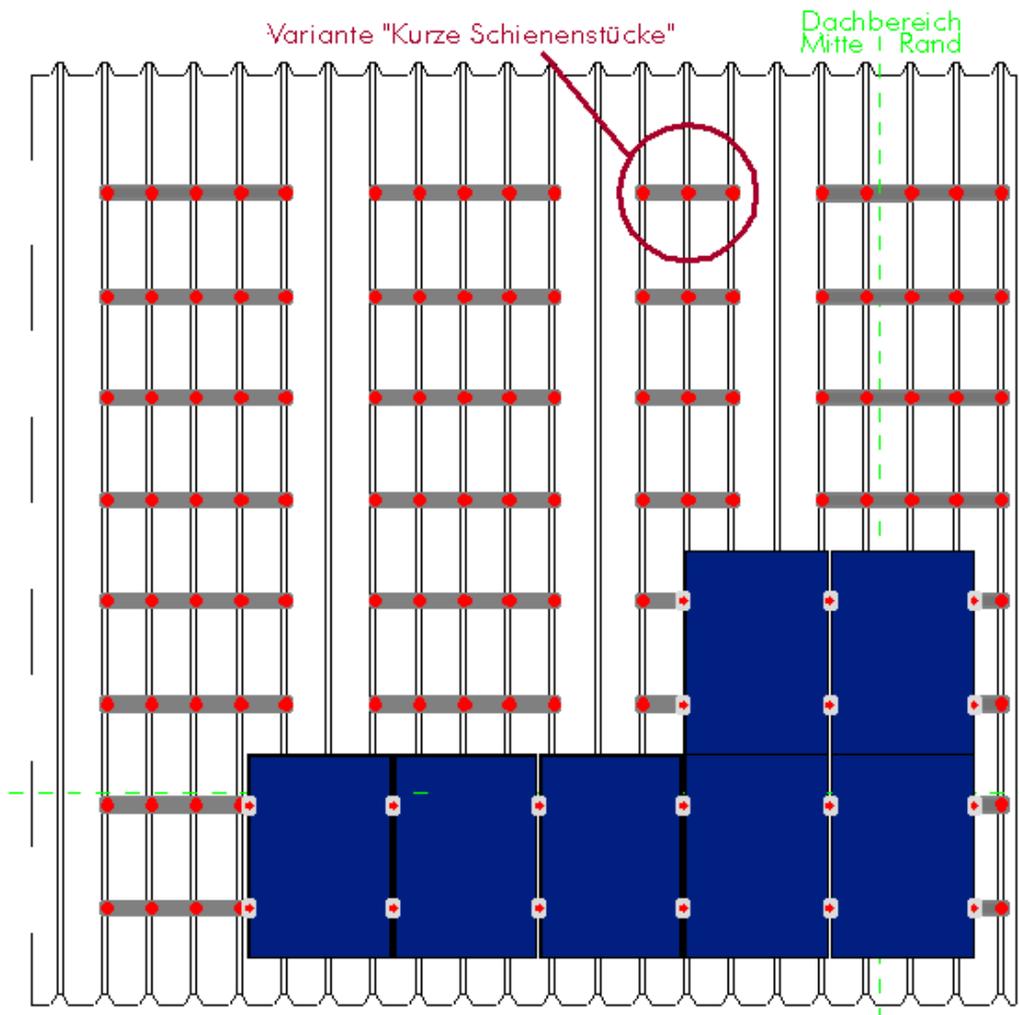


Abbildung 37: Prinzipskizze zur Befestigung der C-Schienen am Trapezblechdach - Standardbefestigung

Bedingt durch die Anordnung der C-Schienen muss bei gerader Modulanzahl in einer Reihe eine Schienenspalte mit kurzen Schienenstücken ausgeführt werden.

Dabei sind nachfolgende Bedingungen zu beachten:

- Anbindung der kurzen Schienenstücke an mindestens drei Hochsicken
- Der Einbau von kurzen Schienenstücken im Dachbereich "Rand- Randmodul (Ortgang)" ist nicht zulässig
- Möglichst symmetrische Anordnung der kurzen Schienenstücke zum Modulrand, so dass der Abstand der letzten Befestigung zum Modulrand mind. $\frac{1}{2}$ Sickenabstand beträgt



Standardbefestigung:

Verlängerung der C-Schiene bis zur nächsten Sicke



Abbildung 38: Detail zur Befestigung der C-Schienen am Trapezblechdach – Standardbefestigung

4.1.4.2 Verstärkte Befestigung

Bei hohen Belastungen kann eine verstärkte Befestigung der Unterkonstruktion notwendig sein. Eine verstärkte Befestigung ist erforderlich, wenn der Mindestabstand zwischen Modulklammer und Befestigungs-Set (x_{\min}) unterschritten wird (Abbildung 40).

Folgende Bedingungen sind dabei einzuhalten:

- Die C-Schienen dürfen nicht auskragen, d. h. die Schienenenden dürfen nicht über die Hochsicke hinaus stehen. In diesem Fall sind die C-Schienen bis zur nächsten Hochsicke zu verlängern.
- Bei Unterschreitung des Mindestabstandes x_{\min} zwischen Modulklammer und Befestigungs-Set muss die C-Schiene auf die übernächste Hochsicke verlängert werden.
- Für die Modulbefestigung im Dachbereich "Rand- Randmodul (Ortgang)" wird auf Kapitel 4.1.4.3 verwiesen.

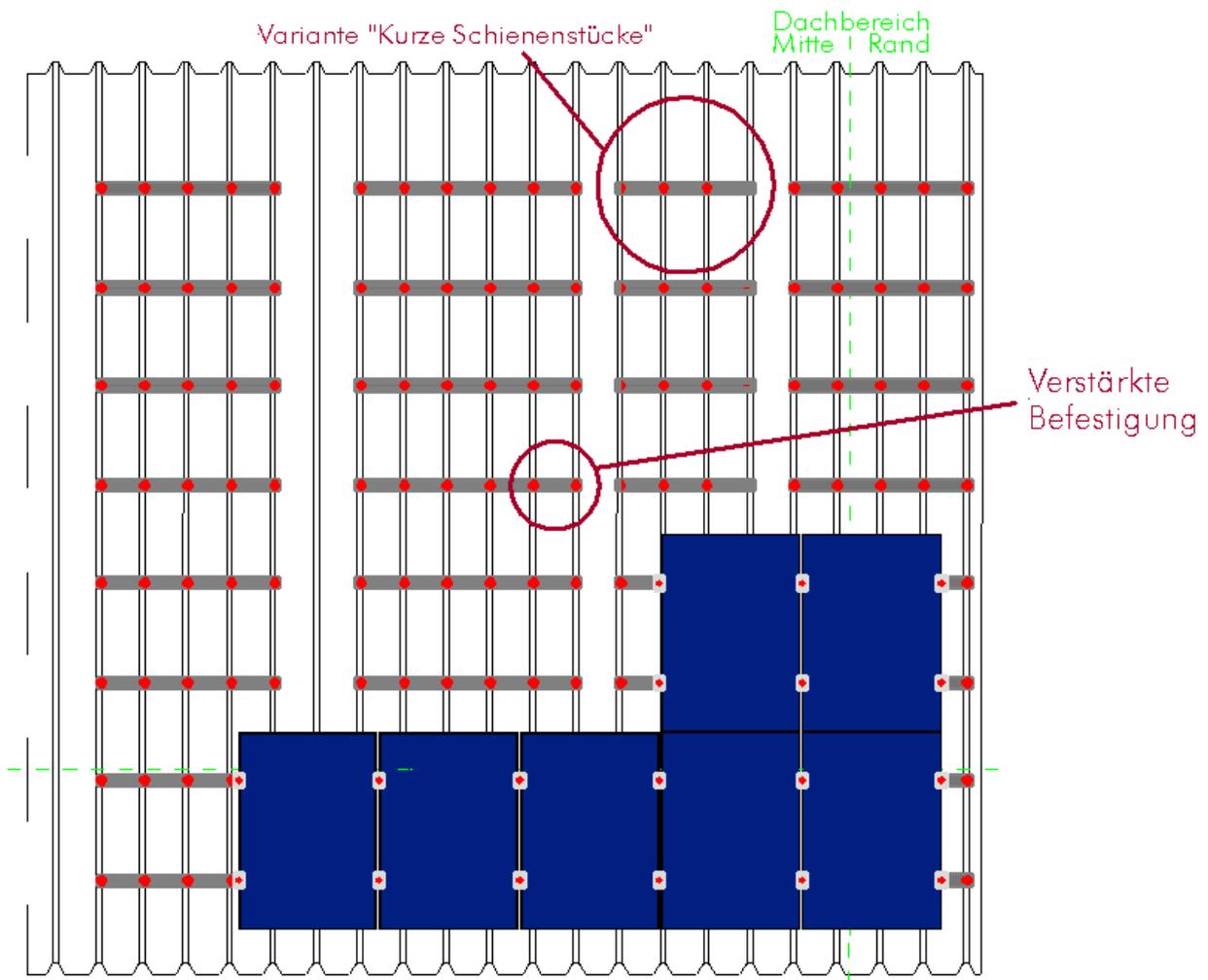
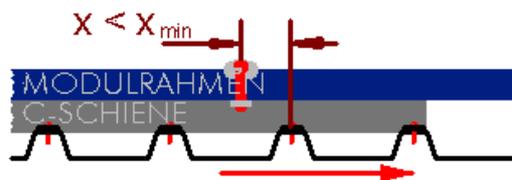


Abbildung 39: Prinzipskizze zur Befestigung der C-Schienen am Trapezblechdach – Verstärkte Befestigung

Bedingt durch die Anordnung der C-Schienen muss bei gerader Modulanzahl in einer Reihe eine Schienenspalte mit kurzen Schienenstücken ausgeführt werden.

Dabei sind nachfolgende Bedingungen zu beachten:

- Anbindung der kurzen Schienenstücke an mindestens vier Hochsicken
- Der Einbau von kurzen Schienenstücken im Dachbereich "Rand- Randmodul (Ortgang)" ist nicht zulässig
- Möglichst symmetrische Anordnung der kurzen Schienenstücke zum Modulrand, so dass der Abstand der letzten Befestigung zum Modulrand mind. $\frac{1}{2}$ Sickenabstand beträgt



Verstärkte Befestigung:

Verlängerung der C-Schiene bis zur übernächsten Sicke

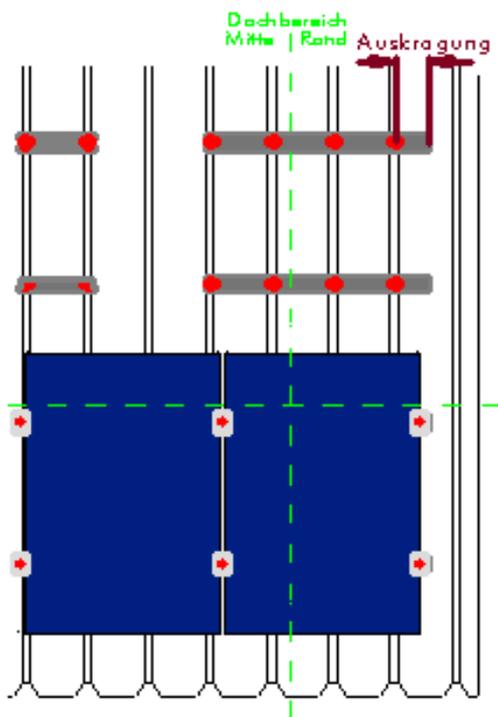


Abbildung 40: Detail zur Befestigung der C-Schienen am Trapezblechdach – Verstärkte Befestigung

4.1.4.3 Befestigungsvarianten

Für den Dachbereich "Rand- Randmodul (Ortgang)" sind Befestigungsvarianten zur Standardbefestigung möglich. Alternativ zur Verlängerung der C-Schiene auf die nächste Hochsicke dürfen die C-Schienen auskragen (Abbildung 41). Die zulässigen Auskragungen werden mit der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer berechnet.

Auskragung mit 2 Schienen



Auskragung mit 3 Schienen

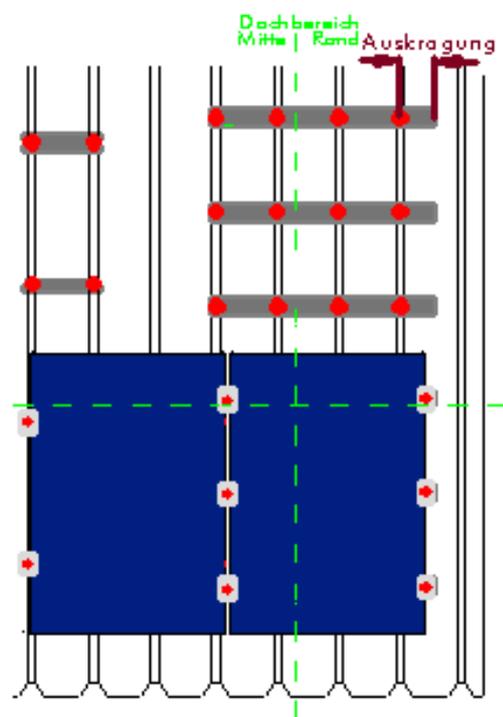


Abbildung 41: Prinzipskizzen zur Befestigung der C-Schienen auf Trapezblech – Befestigungsvarianten

Auskragung mit 2 Schienen:
Die Auskragung der Schienen darf die zulässige Auskragung für 2 Schienen nicht überschreiten.

Auskragung mit 3 Schienen:
Die Auskragung der Schienen darf die zulässige Auskragung für 3 Schienen nicht überschreiten.

4.1.5 Modulhochkantmontage

4.1.5.1 Einlagiger Schienenverband

Bestandteile des „Befestigungs-Set direkt für C-Schiene“	Stück
Bohrschraube mit EPDM-Dichtung	1

Das Montagesystem für die dachparallele Montage auf Trapezblechdach besteht aus der C-Schiene und dem Befestigungs-Set. Die Schienen sind bauseits abzulängen. Zur Vermeidung von zu großen Längenausdehnungen der C-Schiene ist die Einzellänge auf maximal 2,0 m begrenzt.

Die Befestigung erfolgt ohne das Vorbohren des Trapezbleches durch die Schienenlanglöcher (Abbildung 42). Die Schienenstücke sind an jeder Hochsicke auf der die Schiene aufliegt anzuschließen. Das Befestigungs-Set darf nicht überdreht werden, da die Bohrschraube dann keine statische Wirkung mehr hat.



Abbildung 42: „Befestigungs-Set direkt für C-Schiene“ vor und nach der Montage

Auf den Hochsicken ist zur Vermeidung von Beschädigungen am Trapezblechdach der selbstklebende EPDM-Dichtstreifen 50 x 35 mm vor der Schienenbefestigung anzubringen.

4.1.5.2 Alternative Schienenanordnung

Die Schienen können wie in Abbildung 37 dargestellt in Spalten verlegt werden. Durch diese Anordnung ist es je nach Schienenlänge möglich, dass zur Lastweiterleitung zwar die meisten, aber nicht alle Hochsicken des Trapezblechdaches angeschlossen werden. Sollte die Dacheindeckung kaum Tragreserven haben, ist es durch die alternative Anordnung der Schienen möglich, die Lasten besser zu verteilen.

Alternative 1 – Schienen in Spalten:

Verlegung der Schienen wie in Abbildung 43 dargestellt und Verlängerung über alle Hochsicken. Alle Hochsicken sind mit dem Befestigungs-Set anzuschließen.



Abbildung 43: Alternative 1 - Verlängerung der Schienenstück

Alternative 2 – alternierende Schienenanordnung:

Verlegung der Schienen wie in Abbildung 44 dargestellt. Dabei sind je Modulreihe die Schienenachsen versetzt zu einander auf den Hochsicken zu befestigten. Dadurch werden alle Hochsicken pro Modulreihe zur Lastverteilung angesprochen.



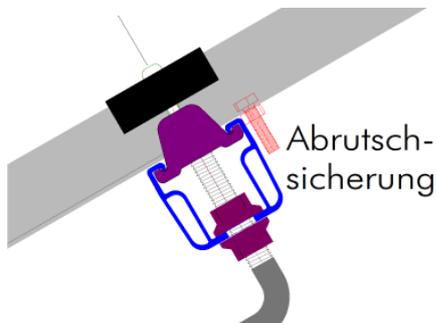
Abbildung 44: Alternative 2 – alternierende Schienenanordnung

4.1.6 Modulbefestigung

Vor der Modulmontage ist das Anbringen der Abrutschsicherungen notwendig.

Modulhochkantmontage:

Die Modulabrutschsicherung M6 bzw. M8 sind in den Montagebohrungen am Modulrahmen zu befestigen (Abbildung 45).



Montagesystem-komponenten	Anzugs-momente
Mittelklemme	12 Nm
Endwinkel	8-10 Nm

Abbildung 45: Abrutschsicherung bei Modulhochkantmontage

Das Solarmodul muss an mindestens 4 Stellen (an jeder Längsseite zwei) geklemmt werden. Dabei sind die Vorgaben der Modulhersteller zu beachten. Für die Befestigung des ersten Moduls sind die Endwinkel in die Schienen am Modulfeldrand vorab einzudrehen. Danach wird das Modul bündig an die Endwinkel geschoben. Die Endwinkel können dabei bündig mit der C-Schiene abschließen und sind mit dem erforderlichen Anzugsmoment von 8 – 10 Nm anzuziehen. Hierfür ist ein Überstand der C-Schiene über die Modulaußenkante von mindestens 13 mm notwendig

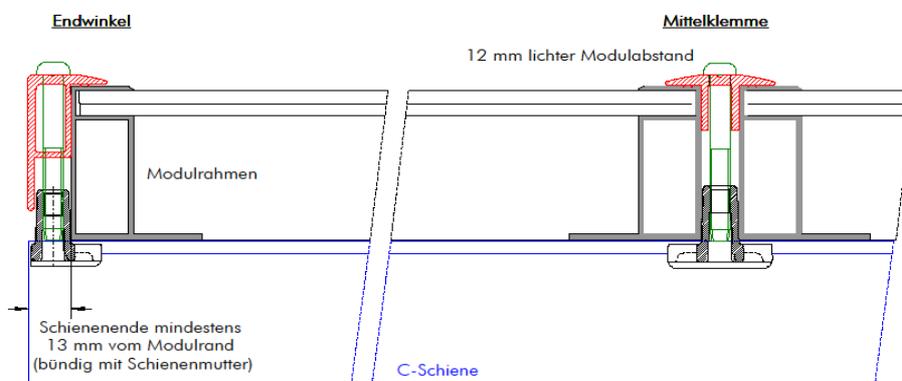


Abbildung 46: Mittelklemme und Endwinkel

Neben dem bereits befestigtem Modul ist nun die Mittelklemme in die C-Schiene einzudrehen und bündig anzuschieben. Anschließend wird das nächste Modul an die Mittelklemme geschoben und mit dem notwendigen Anzugsmoment von 12 Nm befestigt (Abbildung 46). Auf diese Weise werden die folgenden Module mit einem Modulabstand von 12 mm montiert. Das letzte Modul wird wiederum mit einem Endwinkel befestigt. Zwischen den Modulen ist entlang der kurzen Seite ein Spalt von mindestens 10 mm einzuhalten.

Bei der Montage der Endwinkel und Mittelklemmen ist zur sicheren Modulbefestigung darauf zu achten, dass die Schraubenachse senkrecht zur Schienenachse steht bzw. die Breite der Modulklemmen deckungsgleich mit der Schienenbreite ist. Auf eine richtige Montage der Klemmen ist besonders bei steilen Dächern zu achten.

4.2 Aufständering für Süd- und Norddächer (Direktbefestigung)

4.2.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Trapezblechdach – Aufständering für Süd- und Nordrichtung geeigneten Dächern beschrieben. Der Anschluss des Montagesystems erfolgt direkt an der Dacheindeckung mit bauaufsichtlich zugelassenen Bohrschrauben, die Module müssen quer montiert werden. Der statische Nachweis mit der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer beinhaltet die Befestigung auf dem Trapezblech. Die von der Planungssoftware angegebenen Basisprofillängen sind bauseits auf Richtigkeit zu prüfen. Die Befestigung der Dacheindeckung auf der Unterkonstruktion ist bauseits zu prüfen (evtl. einen Statiker hinzuziehen) und ggf. zu ergänzen. Das Montagesystem kann auf Trapezblechen aus Stahlblechen mit einer Blechstärke ab 0,55 mm verwendet werden. Die Befestigung an der Deckschale von Sandwich-Dachelementen ist seitens der Sandwichhersteller nicht erlaubt.

Zur Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Trapezblechdach – Aufständering wird folgendes Werkzeug benötigt:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Aussensechskant SW 8	Bohrschrauben

4.2.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 47) wird aufgrund der unterschiedlichen Windlasten am Dach in zwei Bereiche eingeteilt. Die exponierten Randmodule am Ortgang (rote Fläche) müssen verstärkt befestigt werden. Die mittleren Module (gelbe Fläche) sind gesondert zu betrachten und erfordern evtl. eine verstärkte Befestigung der Unterkonstruktion.

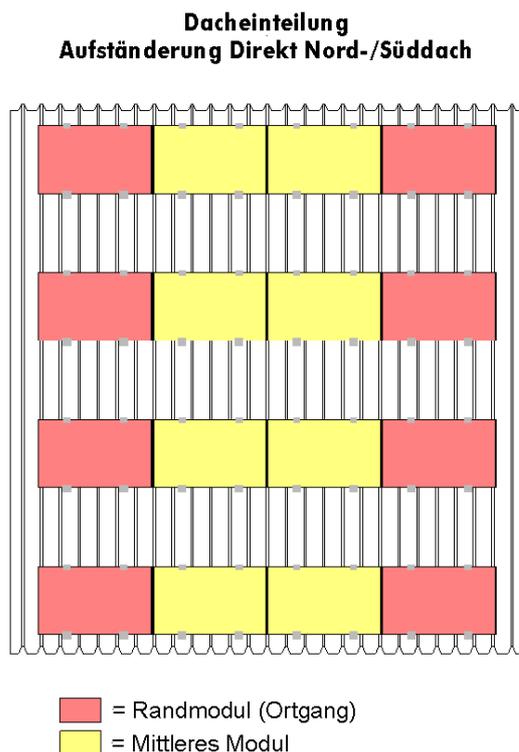


Abbildung 47: Prinzipskizze Dacheinteilung

4.2.3 Anordnung der Basisprofile

Vor der Montage der Basisprofilstücke ist das Aufzeichnen der Module und Modulbefestiger erforderlich. Es ist dabei zu beachten, dass die Module nur quer montiert werden können. Abhängig von der Lage der Modulbefestiger ergibt sich die Positionierung der Basisprofile. Die Länge der Basisprofile wird durch die Planungssoftware MHHnovotegra-Planer ermittelt. Die angreifenden Lasten sollen möglichst gleichmäßig auf die Dachhaut verteilt werden, d. h. es sind möglichst viele Hochsicken anzuschliessen. Abhängig von den Randbedingungen (Modulmaße, Belastung etc.) können sich horizontale Abstände "d" zwischen den Schienenstücken ergeben (Abbildung 48). Die Anordnung der Basisprofilstücke auf dem Dach erfolgt parallel zum First bzw. zur Traufe.

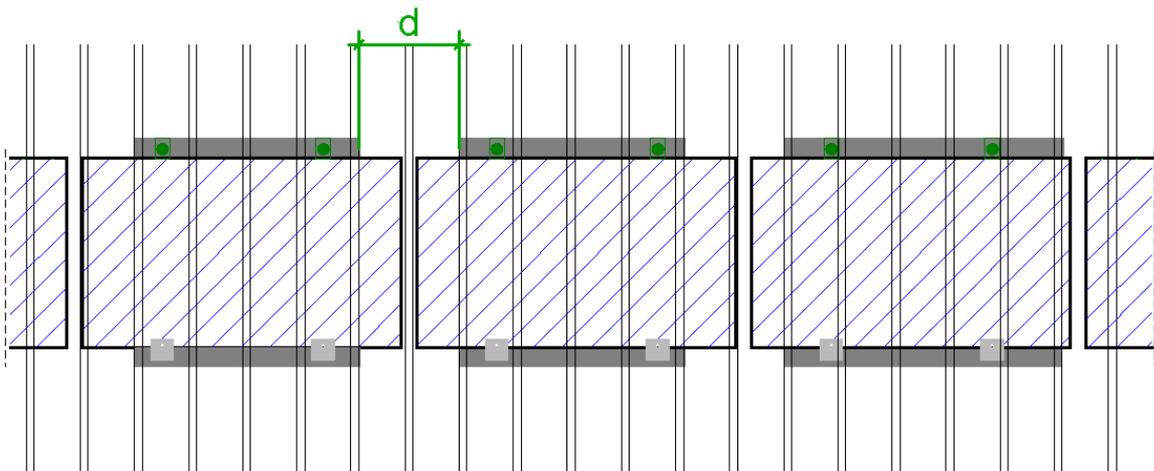


Abbildung 48: Anordnung der Basisprofile

Die Anordnung der Basisprofilstücke hat gemäß Abbildung 48 zu erfolgen, so dass unter jedem Modul zwei Basisprofile verlaufen, die mit der Schnecke in Richtung Süden zeigend montiert werden müssen (der Steg der Eindrehschnecke zeigt nach Norden Abbildung 55). Die Modulbefestiger bzw. Modulstützen eines Moduls sind jeweils einem Basisprofil zuzuordnen. Der Abstand dieser Achsen wird von der Planungssoftware anhand der eingegebenen Daten ebenso wie der Modulreihenabstand berechnet.

4.2.4 Befestigung der Basisprofile

4.2.4.1 Standardbefestigung

Bei der Standardbefestigung kann die Unterkonstruktion ohne zusätzliche Massnahmen auf den Trapezblechen befestigt werden (Abbildung 49 und Abbildung 50). Die Basisprofilstücke sind mit dem Befestigungs-Set über die gesamte Basisprofillänge beidseitig an jeder Hochsicke anzuschließen (Abbildung 55).

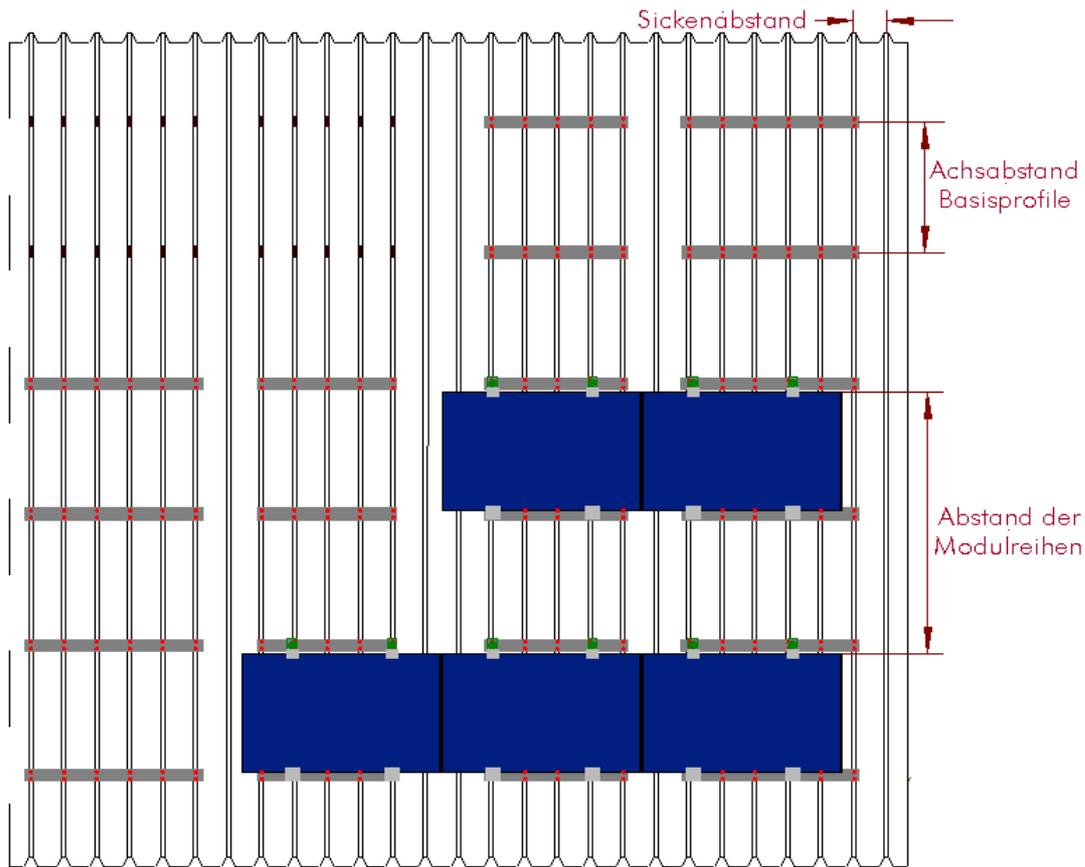
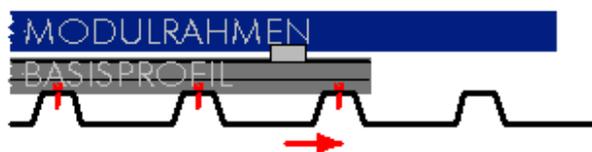


Abbildung 49: Prinzipskizze zur Befestigung der Basisprofile am Trapezblech - Standardbefestigung

Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

- Die Basisprofile dürfen nicht auskragen, d. h. die Basisprofilenden dürfen nicht über die Hochsicke hinaus stehen und müssen bis zur nächsten Hochsicke verlängert werden.



Standardbefestigung:

Verlängerung des Basisprofils bis zur nächsten Sicke

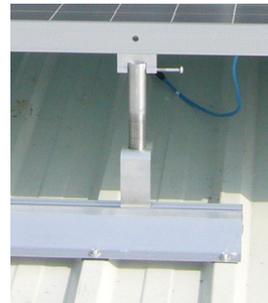


Abbildung 50: Detail zur Befestigung der Basisprofile am Trapezblech - Standardbefestigung

- Die Basisprofile an den Randmodulen am Ortgang müssen auf die übernächste Hochsicke verlängert werden (Abbildung 51).



Abbildung 51: Basisprofilverlängerung am Ortgang

4.2.4.2 Verstärkte Befestigung

Bei hohen Belastungen kann eine verstärkte Befestigung der Unterkonstruktion notwendig sein. Eine verstärkte Befestigung ist erforderlich, wenn der Mindestabstand zwischen Modulbefestiger und Befestigungs-Set (x_{\min}) unterschritten wird (Abbildung 53).

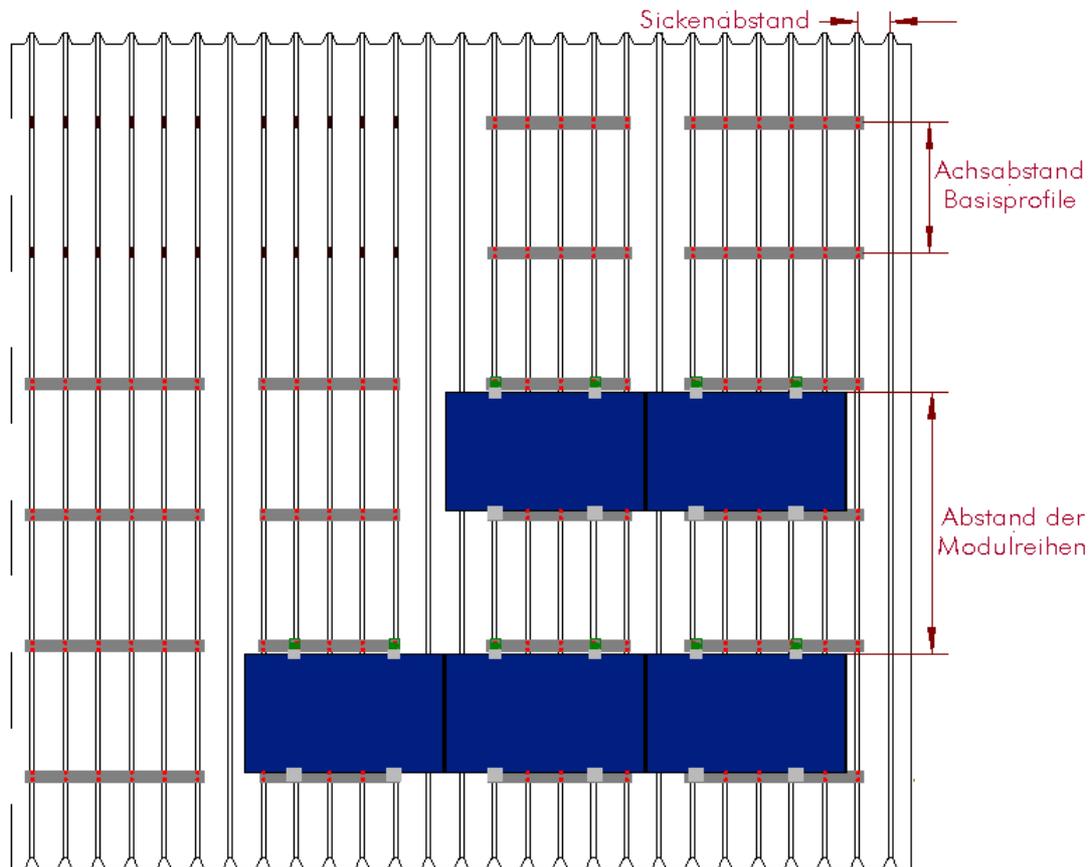
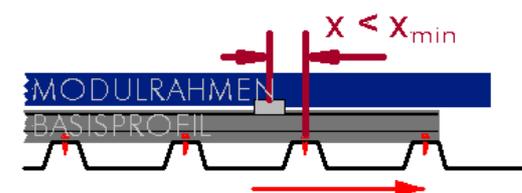


Abbildung 52: Prinzipskizze zur Befestigung der Basisprofile am Trapezblech – Verstärkte Befestigung

Folgende Bedingungen sind dabei einzuhalten:

- Die Basisprofile dürfen nicht auskragen, d. h. die Basisprofilenden dürfen nicht über die Hochsicke hinaus stehen und müssen bis zur nächsten Hochsicke verlängert werden.
- Bei Unterschreitung des Mindestabstandes x_{\min} zwischen Modulbefestiger und Befestigungs-Set muss das Basisprofil auf die übernächste Hochsicke verlängert werden.
- Die Basisprofile an den Randmodulen am Ortgang müssen auf die übernächste Hochsicke verlängert werden (Abbildung 51).



Verstärkte Befestigung:
Verlängerung des Basisprofils bis zur übernächsten Sicke



Abbildung 53: Detail zur Befestigung der Basisprofile am Trapezblech – Verstärkte Befestigung

4.2.5 Modulquermontage

4.2.5.1 Basisprofilmontage

Bestandteile des Befestigungs-Set direkt für Basisprofil	Stück
Bohrschraube	2
EPDM-Dichtstreifen 130 x 45 mm	1

Das Montagesystem für die Aufständigung auf Trapezblechen besteht aus dem Basisprofil und dem Befestigungs-Set. Die Basisprofile sind bauseits abzulängen. Zur Vermeidung von zu großen Längenausdehnungen der Basisprofile ist die Einzellänge auf maximal 2,0 m begrenzt.



Abbildung 54: Befestigungs-Set direkt für Basisprofil



Abbildung 55: Basisprofil mit Abdichtung und beidseitiger Verschraubung. Steg (links) und Eindrehschnecke (rechts).

Vor der Montage der Profilstücke ist auf den anzuschliessenden Hochsicken zur Abdichtung der Dachdurchdringung der selbstklebende EPDM-Dichtstreifen 130 x 45 mm anzubringen. Die Befestigung der Basisprofile erfolgt ohne das Vorbohren der Trapezbleche beidseitig durch die Stege (Abbildung 55) der Basisprofile. Die Profilstücke sind an jeder Hochsicke auf der das Basisprofil aufliegt anzuschließen. Das Befestigungs-Set darf nicht überdreht werden, da die Bohrschraube dann keine statische Wirkung mehr hat.

4.2.6 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 56).



Abbildung 56: Montage „Modulbefestiger-Set“ hinten (links) und vorne (rechts)

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 57). 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 57: Eingelegte Modulstützen-Set

Über das Gewinde der Modulstützen kann das Modul stufenlos auf den gewünschten Aufständigungswinkel gebracht werden (Abbildung 58). Erst nach dem Ausrichten der Module sind die Modulstützen über die Schraube am „Modulbefestiger-Set“ hinten zu befestigen.



Abbildung 58: Höhenverstellbare Modulstützen

Zur Lagesicherung der Module sind diese über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ zu sichern (Abbildung 59). Dabei gilt folgende Regelung pro Modul:

Dachausrichtung	Module	Modulsicherung	Schraubenanzahl
Süddach	nur Organg	vorne außen	1
Norddach	alle	vorne	2

Für die Lagesicherung werden die Bohrschrauben des „Befestigungs-Set direkt für Basisprofil“ benutzt. Zur Sicherung der Module ist die Bohrschraube in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und durch das Basisprofil in die Modulbefestiger einzudrehen.

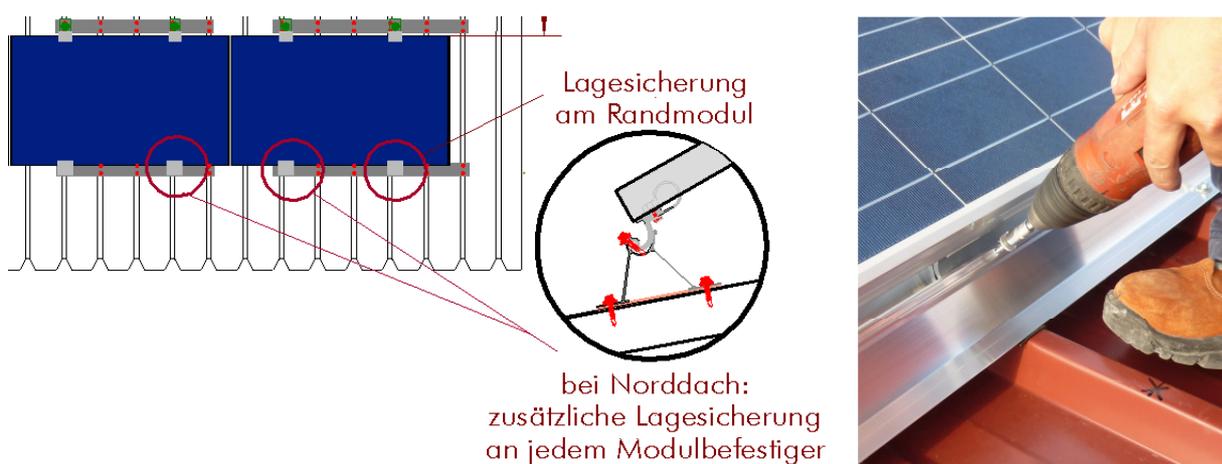


Abbildung 59: Modulsicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“

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.

4.3 Aufständering für Ost- und Westdächer (Direktbefestigung)

4.3.1 Allgemein

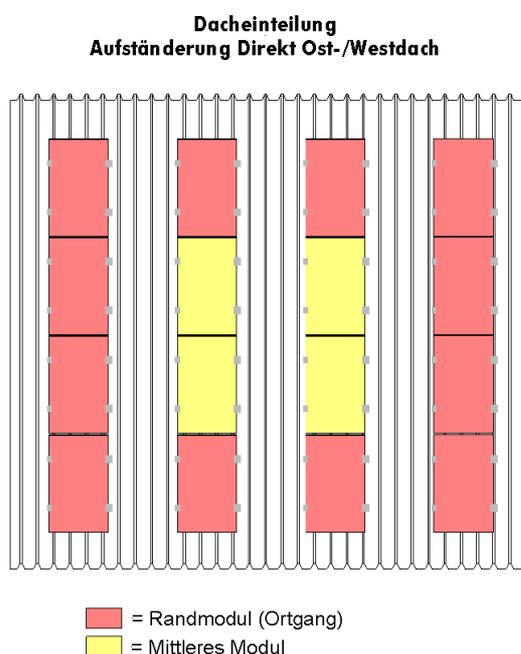
Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Trapezblechdach – Aufständering für Ost- und Westrichtung geneigten Dächern beschrieben. Die Unterkonstruktion wird als Kreuzschienenverband (KSV) mit einer unteren Schiene (C-Schiene) und einer darauf liegenden Modultragschiene (Basisprofil) ausgeführt. Der Anschluss des Montagesystems erfolgt direkt an der Dacheindeckung mit bauaufsichtlich zugelassenen Bohrschrauben. Die Module müssen quer montiert werden. Der statische Nachweis mit der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer beinhaltet die Befestigung auf dem Trapezblech. Die von der Planungssoftware angegebenen Basisprofil- und C-Schienenlängen sind bauseits auf Richtigkeit zu prüfen. Die Befestigung der Dacheindeckung auf der Unterkonstruktion ist bauseits zu prüfen (evtl. einen Statiker hinzuziehen) und ggf. zu ergänzen. Das Montagesystem kann auf Trapezblechen aus Stahlblechen mit einer Blechstärke ab 0,55 mm verwendet werden. Die Befestigung an der Deckschale von Sandwich Dachelementen ist seitens der Sandwichhersteller nicht erlaubt.

Zur Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Trapezblechdach – Aufständering wird folgendes Werkzeug benötigt:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Aussensechskant SW 8	Bohrschrauben

4.3.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 60) wird aufgrund der unterschiedlichen Windlasten am Dach in zwei Bereiche eingeteilt. Die exponierten Randmodule am Ortgang, First und Traufe (rote Fläche) werden gegenüber den mittleren Modulen (gelbe Fläche) gesondert betrachtet. Beide Bereiche erfordern evtl. eine verstärkte Befestigung der Unterkonstruktion.



4.3.3 Anordnung der Module

Vor der Montage der unteren Schiene muss festgelegt werden, ob die Module als Modulblock (Abbildung 61) oder als Einzelmodule (Abbildung 62) angeordnet werden sollen. Aufgrund von temperaturbedingten Längenausdehnungen darf ein Modulblock aus maximal 2 Modulen bestehen.

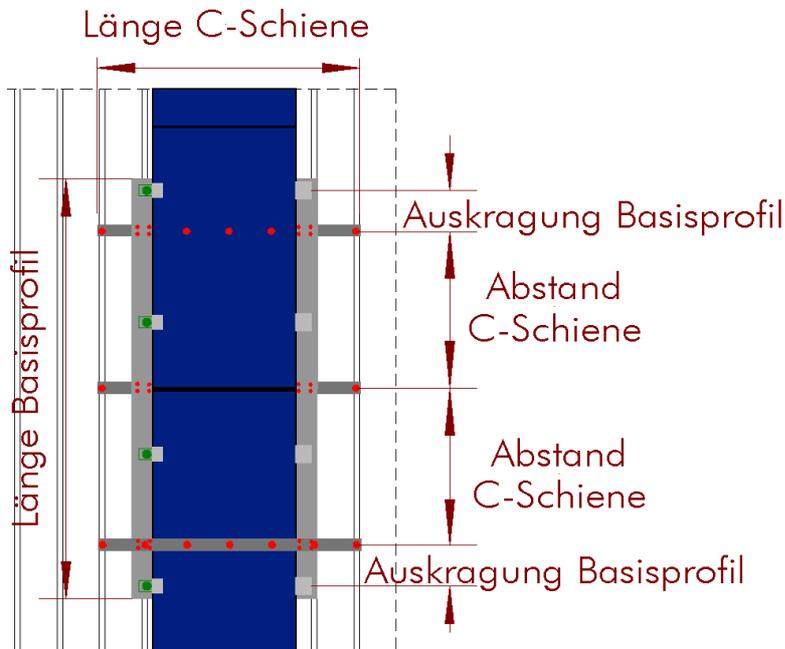


Abbildung 61: Modulblock

Kreuzschienenverband Komponenten-Modulblock

- Untere Schiene (C-Schiene): Anzahl und Länge gem. statischer Berechnung MHHnovotegra-Planer
- Modultragschiene (Basisprofile): Zwei Basisprofile, Länge gem. statischer Berechnung mit Hilfe der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer

Kreuzschienenverband-Komponenten – Einzelmodul

- Untere Schiene (C-Schienen): Die Anzahl und die Länge der Schienen ist abhängig vom Ergebnis der statischen Berechnung des MHHnovotegra-Planers für den Modulblock. Daraus ergibt sich für das Einzelmodul in Bezug zum Modulblock folgende Schienenanzahl:

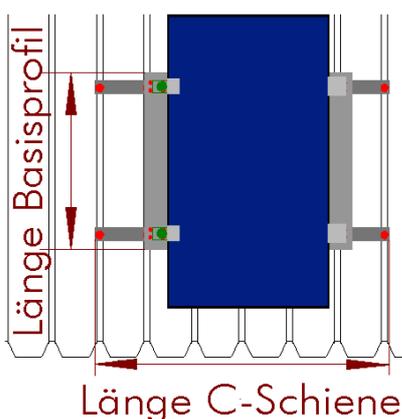


Abbildung 62a: Einzelmodul – 2 C-Schienen

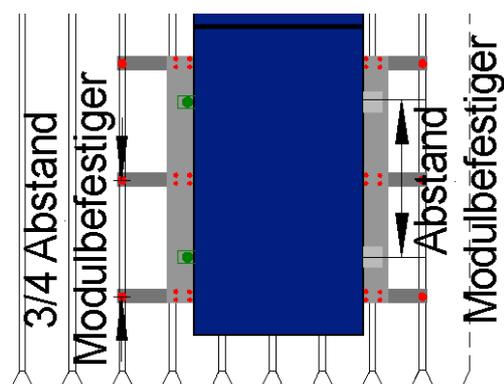


Abbildung 51b: Einzelmodul – 3 C-Schienen

	Beim Modulblock	Beim Einzelmodul
Anzahl Schienen	≤ 4	2
Anzahl Schienen	5 oder 6	3
Anzahl Schienen	7 oder 8	4

- Modultragschiene (Basisprofile): Es werden zwei Basisprofile benötigt: Die Länge ist abhängig vom Modul und entspricht mindestens dem Abstand der Aussenkanten der vorderen Modulbefestiger. Das Basisprofil kann maximal so lang wie das Modul sein.

4.3.4 Anordnung der C-Schienen

Vor der Montage der Schienenstücke ist das Aufzeichnen des Modulblocks bzw. der Moduleinzellängen erforderlich. Diese Länge wird benötigt um die Achsen der Schienen markieren zu können. Weiterhin dient diese Länge auch zur Kontrolle der Dacheinteilung. Durch das richtige Anordnen der C-Schienen, werden automatisch die zulässigen Auskragungen der Basisprofile eingehalten. In Abhängigkeit von der Block- oder Einzelmontage gelten folgende Bedingungen:

Modulblock:

Die C-Schienen sind symmetrisch unter den Basisprofilen anzuordnen (Abbildung 61). Der Achsabstand zwischen den C-Schienen ist der statischen Berechnung des MHHnovotegra-Planers zu entnehmen. Die Anordnung der Schienenstücke auf dem Dach erfolgt parallel zum First bzw. zur Traufe.

Einzelmodul:

Die C-Schienen sind symmetrisch unter den Basisprofilen anzuordnen. Die Anordnung der Schienenstücke auf dem Dach erfolgt parallel zum First bzw. zur Traufe (Abbildung 63).



Abbildung 63: C-Schiene als untere Ebene des Kreuzschienenverband

4.3.5 Befestigung der C-Schienen

Die unteren Schienen des Kreuzschienenverbandes sind bauseits abzulängen. Zur Vermeidung von zu großen Längenausdehnungen der C-Schiene ist die Einzellänge auf maximal 2,0 m begrenzt. Die Schienenstücke sind mit dem „Befestigungs-Set direkt für C-Schiene“ über die gesamte Schienenlänge an jeder Hochsicke anzuschließen (Abbildung 64).

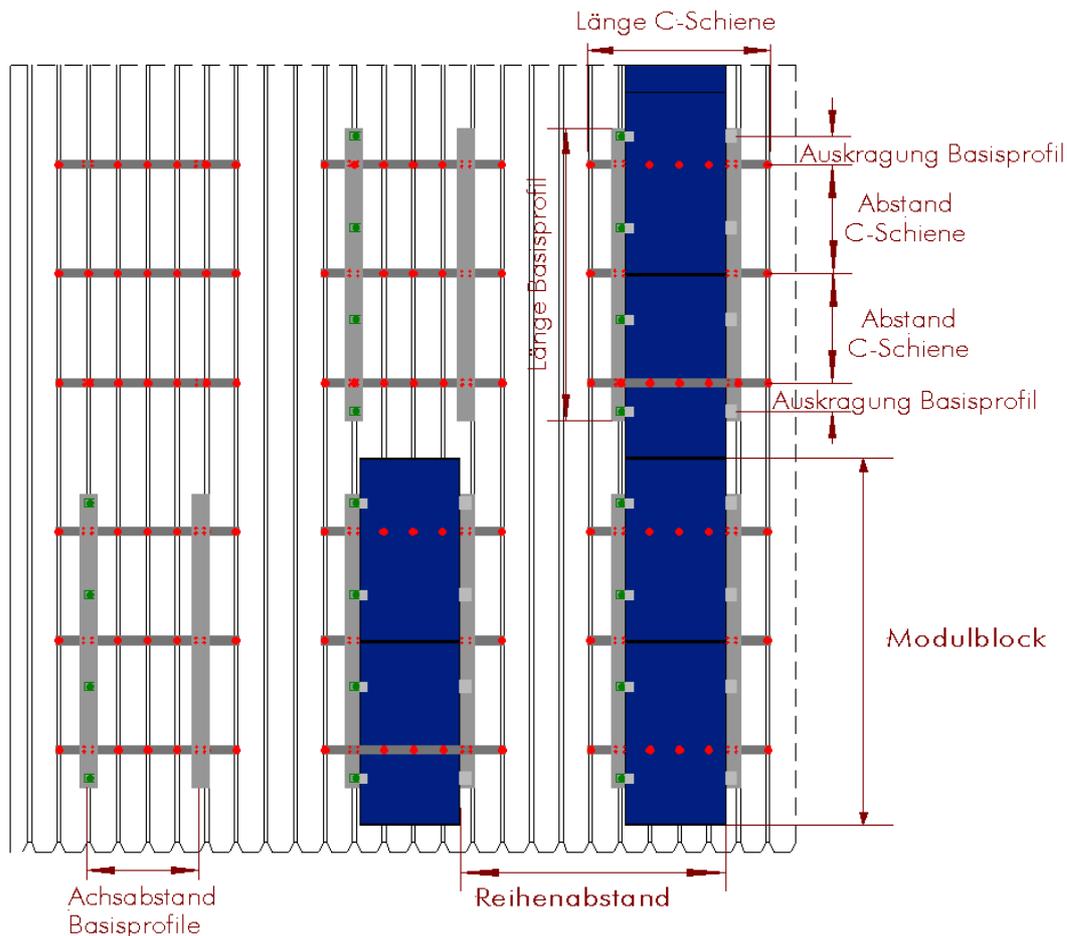


Abbildung 64: Prinzipskizze zur Befestigung des KSV am Trapezblechdach

Die Befestigung erfolgt ohne Vorbohren des Trapezbleches durch die Schienenlanglöcher (Abbildung 65). Das Befestigungs-Set darf nicht überdreht werden, da die Bohrschraube dann keine statische Wirkung mehr hat.

Auf den Hochsicken ist zur Vermeidung von Beschädigungen am Trapezblechdach der selbstklebende EPDM-Dichtstreifen 50 x 35 mm vor der Schienenbefestigung anzubringen.



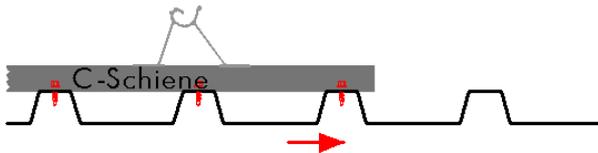
Abbildung 65: „Befestigungs-Set direkt für C-Schiene“ vor und nach der Montage

4.3.5.1 Standardbefestigung

Bei der Standardbefestigung (Abbildung 66) kann die untere Schiene des Kreuzschienenverbandes ohne zusätzliche Massnahmen auf dem Trapezblechdach befestigt werden.

Folgende Bedingung ist dabei einzuhalten:

- Die C-Schienen dürfen nicht auskragen, d. h. die Schienenenden dürfen nicht über die Hochsicke hinaus stehen. In diesem Fall sind die C-Schienen bis zur nächsten Hochsicke zu verlängern.



Standardbefestigung:

Verlängerung der C-Schiene bis zur nächsten Sicke

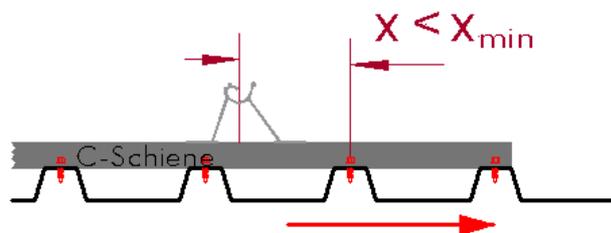
Abbildung 66: Detail zur Befestigung des KSV am Trapezblechdach - Standardbefestigung

4.3.5.2 Verstärkte Befestigung

Bei hohen Belastungen kann eine verstärkte Befestigung (Abbildung 67) der unteren Schiene des Kreuzschienenverbandes notwendig sein. Eine verstärkte Befestigung ist erforderlich, wenn der Mindestabstand zwischen Lasteinleitungssachse Basisprofil und Befestigungs-Set (x_{\min}) unterschritten wird. Das Maß des Mindestabstandes (x_{\min}) wird in der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer angegeben.

Folgende Bedingungen sind dabei einzuhalten:

- Die C-Schienen dürfen nicht auskragen, d. h. die Schienenenden dürfen nicht über die Hochsicke hinaus stehen. In diesem Fall sind die C-Schienen bis zur nächsten Hochsicke zu verlängern.
- Bei Unterschreitung des Mindestabstandes x_{\min} zwischen Lasteinleitungssachse Basisprofil und „Befestigungs-Set direkt für C-Schiene“ muss die untere Schiene auf die übernächste Hochsicke verlängert werden.



Verstärkte Befestigung:

Verlängerung der C-Schiene bis zur übernächsten Sicke

Abbildung 67: Detail zur Befestigung des KSV am Trapezblechdach – Verstärkte Befestigung

4.3.6 Anordnung der Basisprofile

Die Basisprofile bilden die Modultragschiene. Sie liegen auf den C-Schienen auf und verlaufen rechtwinklig zum First bzw. zur Traufe. Sie sind symmetrisch auf den C-Schienen anzuordnen. Die zulässigen Auskragungen der Basisprofile sind der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen und werden unter Einhaltung der vorgegebenen Schienenabstände nicht überschritten (Abbildung 64).

Unter den Modulen 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 68). Der Abstand der Basisprofilachsen wird von der Planungssoftware anhand der eingegebenen Daten ebenso wie der Modulreihenabstand berechnet.



Abbildung 68: Steg (links) und Eindrehschnecke (rechts)

4.3.7 Befestigung der Basisprofile

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt mit dem „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“ (Abbildung 69) auf den darunterliegenden C-Schienen. Die Basisprofile sind bauseits abzulängen. Zur Vermeidung von zu großen Längenausdehnungen der Basisprofile ist die Einzellänge maximal so groß, dass zwei Module (Standardlänge bis 1,70 m – bei größeren Längen bitte Rücksprache mit dem Vertrieb von MHH Solartechnik GmbH) nebeneinander montiert werden können.



Abbildung 69: „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“

Die Befestigung der Basisprofile erfolgt ohne das Vorbohren der C-Schiene beidseitig durch die Stege der Basisprofile in die Flansche der C-Schienen (Abbildung 70). Das Befestigungs-Set darf nicht überdreht werden, da die Bohrschraube dann keine statische Wirkung mehr hat. Das Basisprofil ist an jedem Kreuzungspunkt mit jeweils vier Bohrschrauben mit der C-Schiene zu verschrauben.



Abbildung 70: Basisprofilbefestigung auf den C-Schienen

4.3.8 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 71).



Abbildung 71: Montage „Modulbefestiger-Set“ hinten (links) und vorne (rechts)

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 72). 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 72: Eingelegte Modulstützen-Set

Über das Gewinde der Modulstützen kann das Modul stufenlos auf den gewünschten Aufständigungswinkel gebracht werden (Abbildung 73). Erst nach dem Ausrichten der Module sind die Modulstützen über die Schraube am „Modulbefestiger-Set hinten“ zu befestigen.



Abbildung 73: Höhenverstellbare Modulstützen

Zur Lagesicherung der Module sind diese in Abhängigkeit von der Dachneigung und der auftretenden Belastung über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ und evtl. am „Modulstützen-Set“ zu sichern. Dabei gilt folgende Regelung pro Modul:

Dachausrichtung	Diagonale	Module	Lagesicherung	Schraubenanzahl
Ost- und Westdach	Nein	alle	Modulbefestiger vorne	2 vorne
Ost- und Westdach	Ja	alle	Modulbefestiger vorne und hinten	2 vorne und 1 hinten

Für die Lagesicherung werden die Bohrschrauben des „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“ benutzt.

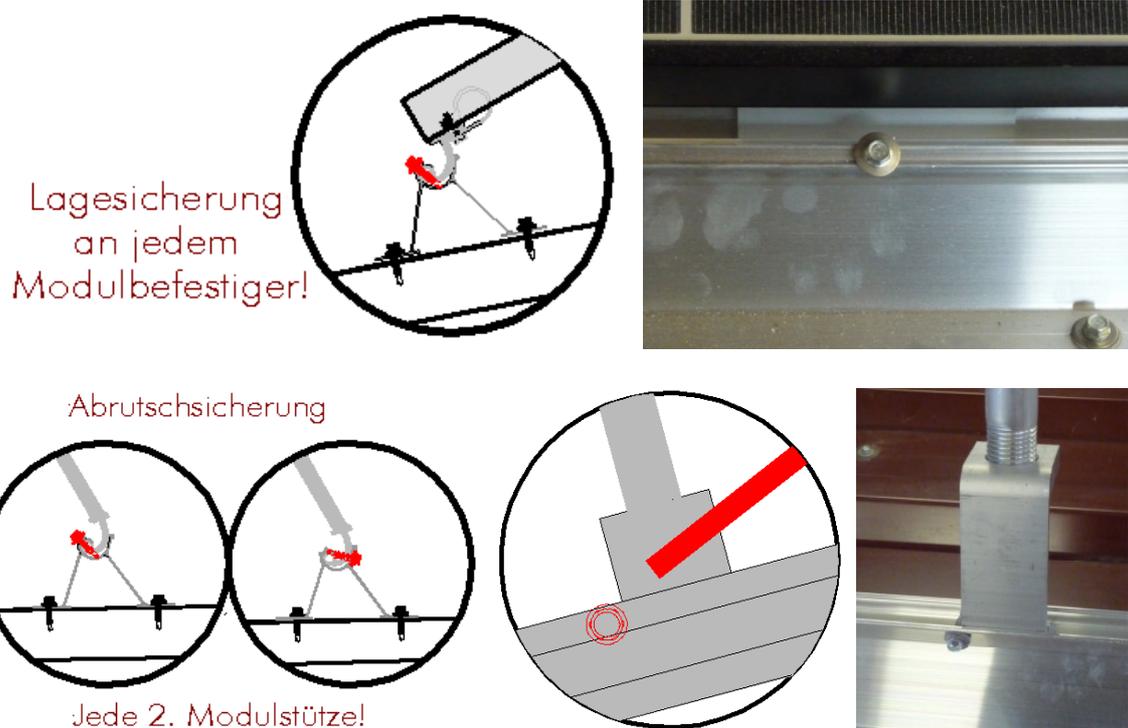


Abbildung 74: Lagesicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“ (oben) und am „Modulstützen-Set“ (unten)

In Abhängigkeit von der Dachneigung und der auftretenden Belastung kann es erforderlich sein die Module zusätzlich durch diagonale Aussteifungen und eine Abrutschsicherung an der Modulstütze zu sichern. Durch einen entsprechenden Hinweis bei der Planung der Anlage weist die Planungssoftware MHHnovotegra-Planer darauf hin. In solchen Fällen ist der Vertrieb der Firma MHH Solartechnik GmbH zu kontaktieren.

Bei der vorderen Sicherung der Module ist die Bohrschraube in der Führungsnut der Eindreh-schnecke anzusetzen und durch das Basisprofil in die Modulbefestiger einzudrehen. Die hintere Abrutschsicherung erfolgt durch das Eindrehen der Bohrschraube unterhalb der Modulstütze in das Basisprofil (Abbildung 75). Die Bohrschraube kann wahlweise durch die Eindreh-schnecke oder durch den Steg eingedreht werden (Abbildung 74).

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.

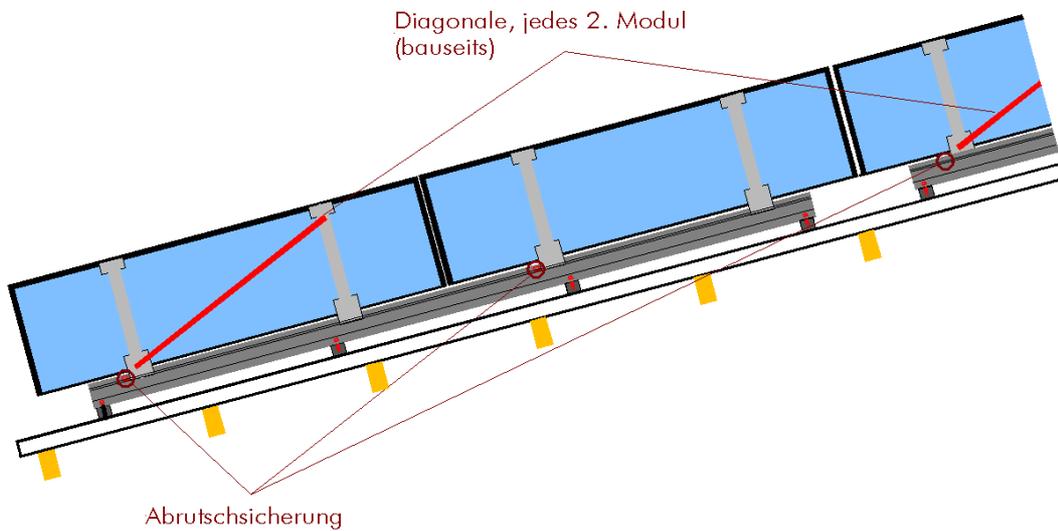
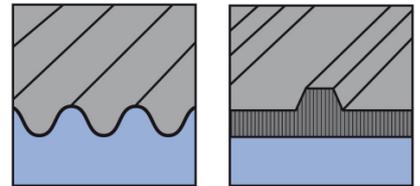


Abbildung 75: Diagonalen zur Abrutschsicherung bei großer Dachneigung und hoher Abtriebskraft

5 MHHnovotegra für Welleternit-/Sandwichdach



5.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Welleternit-/Sandwich- und Trapezblecheindeckungen beschrieben.

Das Montagesystem kann prinzipiell für Dacheindeckungen auf Pfettendächern verwendet werden, auf welchen eine direkte Befestigung des Montagesystems auf der Dachhaut nicht möglich (z. B. Welleternit), nicht zugelassen (z. B. Sandwichprofile, Aluminium-Trapezbleche) oder nicht gewünscht ist.

Für die Montage von Photovoltaikanlagen auf Asbestzementdächern (z.B. alte Welleternit-eindeckungen) sind die einschlägigen Richtlinien zu beachten. Der Anschluss des Montagesystems erfolgt über Stockschrauben an die Dachkonstruktion. Dabei sind die Stockschrauben durch die Hochsicken der Dacheindeckung in die Pfetten einzudrehen.

Zur Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Welleternit-/Sandwichdach benötigen Sie je nach Material der Dachtragkonstruktion das folgende Werkzeug:

Holzpfetten:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Bohrer Ø 9 mm (lang)	Vorbohren der Holzpfette
Bohrer Ø 16 mm	Aufbohren der Dachhaut
Eindrehwerkzeug Stockschraube oder Bit Torx 30	Stockschrauben für HP
Gabelschlüssel SW 18	Sperrzahnmutter über EPDM
Spezialnuss SW18 tief	Sperrzahnmutter
Bit Torx 30	Modulklemmen (Dachparallele Montage)
Spezialnuss SW 8	Modulbefestiger-Set und Befestigungs-Sets (Aufständering)

Stahlpfetten:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Bohrer Ø 6,8 / 7,0 / 7,2 / 7,4 mm (lang) – je nach Materialstärke der Stahlpfette	Aufbohren der Dachhaut und Vorbohren der Stahlpfette
Innensechskant-Bit SW 5	Stockschrauben für SP
Gabelschlüssel SW 17	untere Mutter (unten)
Nuss SW17 tief	Selbstsichernde Mutter (oben)
Innensechskantschlüssel SW 5	Stockschrauben für SP
Bit Torx 30	Modulklemmen (Dachparallele Montage)
Spezialnuss SW 8	Modulbefestiger-Set und Befestigungs-Sets (Aufständigung)

5.2 Stockschraubenmontage

5.2.1 Stockschraubenmontage bei Holzpfeiten (HP)

Bestandteile	Stück
Stockschrauben-Set HP	
Stockschraube M 12	1
EPDM-Dichtung	1
Sperrzahnmuttern M12	3

Die Holzpfeite ist im Befestigungspunkt der Stockschrauben durch die Dacheindeckung hindurch mit einem Bohrer von Durchmesser 9 mm vorzubohren. Die Bohrlochtiefe in der Holzpfeite muss größer 80 mm betragen. Dabei ist ein Randabstand von 36 mm von der Bohrachse zum Pfeitenrand einzuhalten. Durch den Randabstand von 36 mm ergibt sich eine Mindestpfeitenbreite von 72 mm. Danach ist die Dacheindeckung mit einem Durchmesser von 16 mm vorsichtig aufzubohren. Dafür sind ausreichend lange Bohrer zu verwenden. Das Eindrehen der Stockschrauben erfolgt mit einem Antrieb Torx 30 oder mit dem Eindrehwerkzeug. Die Mindesteindrehtiefe von 80 mm ist dabei einzuhalten. Durch die richtige Auswahl der Stockschraubenlänge (Tabelle 3) sollte das metrische Gewinde nach dem Eindrehen noch 60 bis 100 mm (Höhenverstellbarkeit bei Schienenmontage Abbildung 76) über die Dacheindeckung hinausragen.

Abhängig vom Dachaufbau muss folgendes Stockschrauben-Set HP verwendet werden:

Höhe H_i der Eindeckung	Stockschraubenlänge
bis 60 mm	200 mm
61 – 110 mm	250 mm
111 – 160 mm	300 mm

Tabelle 3: Stockschraubenlänge in Abhängigkeit vom Dachaufbau

Zur Abdichtung der Dachdurchdringung ist die EPDM-Dichtung über das metrische Gewinde zu führen und mit einer Sperrzahnmutter vorsichtig gegen die Dachhaut zu pressen. Um dies zu erzielen muss die EPDM-Dichtung noch im Bereich des metrischen Gewindes liegen. Nur dann kann durch das Anziehen der Sperrzahnmutter eine Abdichtung erfolgen (Abbildung 76).

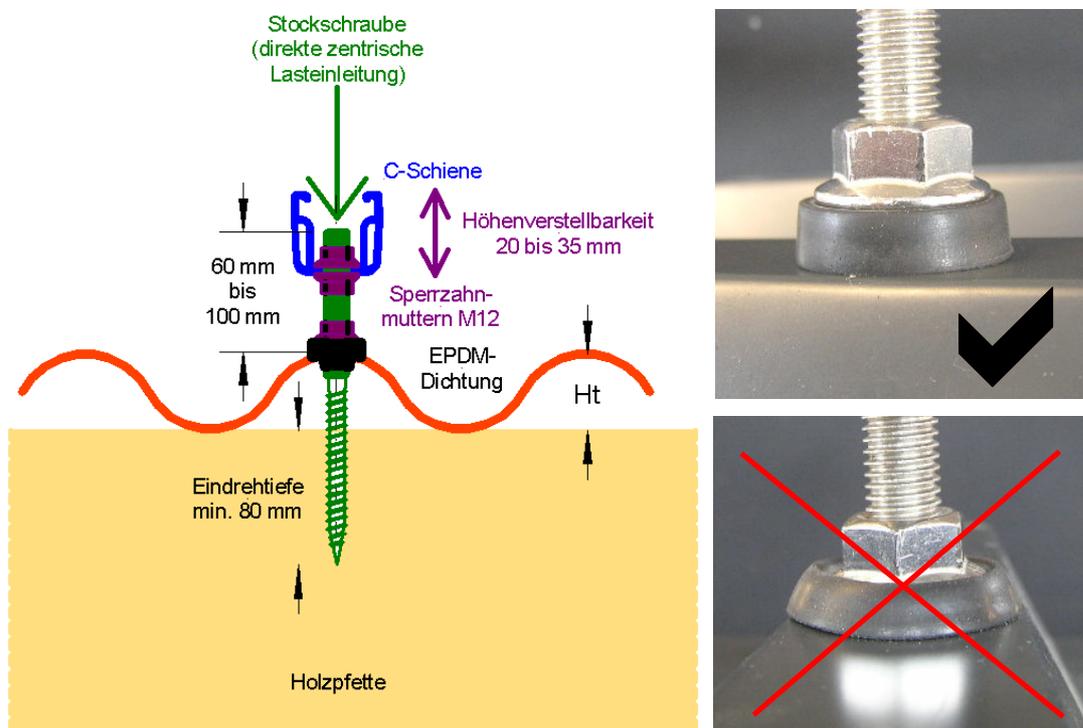


Abbildung 76: Stockschraubenmontage bei Holzpfetten (HP) und Montage EPDM-Dichtung

Es ist darauf zu achten dass die EPDM-Dichtung nicht zu stark zusammengepresst wird und die Dichtung dadurch zerstört wird.

5.2.2 Stockschraubenmontage bei Stahlpfetten (SP)

Bestandteile	Stück
Stockschrauben-Set SP	
Stockschraube 8,0 / M 10	1
EPDM-Dichtscheibe 19 mm	1
Mutter M10	1
Unterlegscheibe	2
selbstsichernde Mutter M10	1
Kalotten sind keine Bestandteile des Stockschrauben-Set SP. Die verfügbaren Kalotten sind in Tabelle 6 aufgelistet.	

Die Stahlpfette ist im Befestigungspunkt der Stockschrauben durch die Dacheindeckung hindurch vorzubohren. Der Bohrdurchmesser ist abhängig von der Materialstärke der Stahlpfette und ist aus Tabelle 4 zu entnehmen. Der Flansch der Stahlpfette ist komplett durchzubohren. Die Bohrachse sollte möglichst mittig im Flansch liegen. Es ist darauf zu achten, dass rechtwinklig zur Dachhaut gebohrt wird. Die Dacheindeckung darf nicht größer aufgebohrt werden. Für die Bohrung sind ausreichend lange Bohrer zu verwenden. Vor der Montage der Stockschraube ist eine Kalotte aufzulegen. Das Eindrehen der Stockschrauben erfolgt mit einem Antrieb Innensechskant SW 5 – Anzug ohne Drehmoment. Die Stockschrauben sind komplett in die Stahlpfetten einzudrehen, bis die EPDM-Dichtscheibe leicht zusammengedrückt wird und vollflächig auf der Kalotte aufliegt. Um eine einwandfreie tragende und regensichere Befestigung zu erhalten, sind die Stockschrauben rechtwinklig zur Dachoberfläche einzudrehen. Die Stockschraube darf nur in Verbindung mit einer Kalotte montiert werden. Die Auswahl der Stockschraubenlänge ist abhängig von der Stärke der Dacheindeckung und ist aus Tabelle 5 zu entnehmen.

Die Kalotten sind in Abhängigkeit vom Sandwich- bzw. Trapezblechprofil zu wählen. Standardmäßig sind von MHH Solartechnik Kalotten in der Farbe „Alu blank“ mit aufvulkanisierter EPDM-Dichtung gemäß aus Tabelle 6 zu erhalten. Die Auswahl der richtigen Kalotte erfolgt über den MHHnovotegra-Planer. Sollten andere als in Tabelle 6 aufgeführten Kalotten benötigt werden, wenden Sie sich bitte an den Vertrieb von MHH Solartechnik GmbH.

Abhängig von der Materialstärke der Stahlpfettenflansche muss wie folgt vorgebohrt werden:

Materialstärke	Bohrerdurchmesser
1,5 < 5 mm	6,8 mm
5,0 < 8,0 mm	7,0 mm
8,0 < 10 mm	7,2 mm
≥ 10 mm	7,4 mm

Tabelle 4: Bohrerdurchmesser in Abhängigkeit von der Materialstärke

Abhängig vom Dachaufbau muss folgendes Stockschrauben-Set SP verwendet werden:

Höhe H_1 der Eindeckung	Stockschraubenlänge
bis 60 mm	140 mm
61 – 105 mm	185 mm
95 – 140 mm	220 mm

Tabelle 5: Stockschraubenlänge in Abhängigkeit vom Dachaufbau

Verfügbare Kalotten:

Bezeichnung	Winkel	Obergurtbreite
W 36/40	36°	40 mm
W 17/40	17°	40 mm
W 27/25	27°	25 mm
W 15/25	15°	25 mm

Tabelle 6: Kalottenbezeichnung (vgl. Abbildung 77)

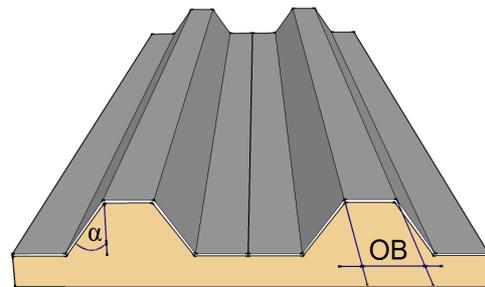


Abbildung 77: Winkel und Obergurtbreite

5.3 Modulhochkantmontage - Dachparallel

5.3.1 Kreuzschienenverband

Beim Kreuzschienenverband sind 2 Schienenebenen zu verlegen.

Nachfolgend wird die Schienenmontage auf Holzpfetten mit dem Stockschrauben-Set HP beschrieben. Bei der Montage auf Stahlpfetten mit dem Stockschrauben-Set SP ist die untere Sperrzahnmutter durch die Mutter M10 und eine Unterlegscheibe zu ersetzen. Für die obere Sperrzahnmutter ist die zweite Unterlegscheibe und die selbstsichernde Mutter zu verwenden.

Vor der Montage der ersten Schienenlage ist die untere Sperrzahnmutter (Verzahnungsseite nach oben) auf die Stockschraube aufzudrehen. Danach werden die Schienen vertikal auf die Stockschrauben gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe. Die zweite Schienenlage wird um 90° versetzt (horizontal) und auf die erste Schienenebene mit dem Kreuzschienenverbinder – Anzugsmoment 50 Nm - montiert (Abbildung 79).

Es ist darauf zu achten, dass die maximale Länge der vertikal und horizontal verlaufenden Schienen 8,5 m nicht überschreiten. Bei größeren Schienenlängen sind Dehnungsfugen mit mindestens 20 mm Spaltbreite anzuordnen. Zur Verlängerung der C-Schienen und Ausbildung von Dehnfugen siehe Kapitel 5.5.

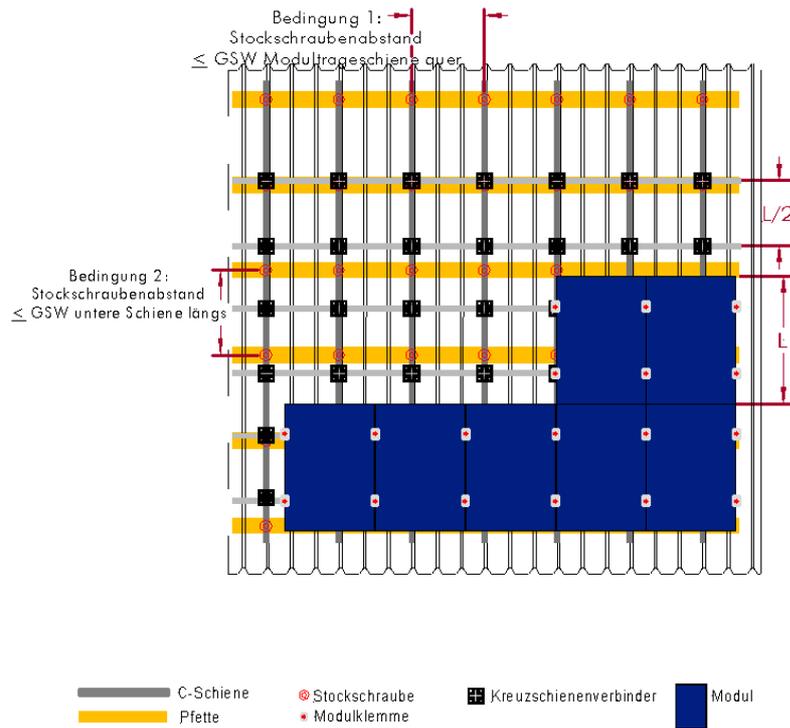


Abbildung 78: Prinzipskizze Modulhochkantmontage mit Kreuzschienenverband

Die erlaubten Auskragungen der Schienen sind der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen.

Bauteil	Ausrichtung	Anordnung
Stockschraube		jede Pfette
Untere Schiene	vertikal	Stockschraubenachse
Modultragschiene	horizontal	Modul 1/4-Punkt

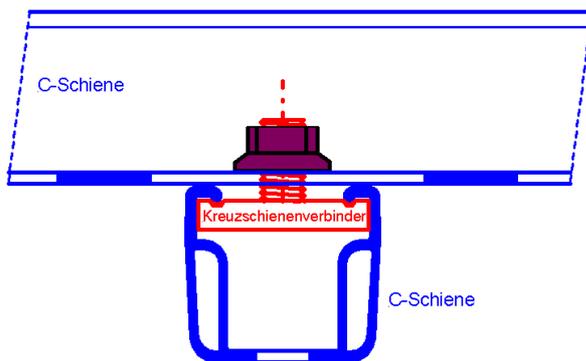


Abbildung 79: Kreuzschienenverband

5.4 Modulquermontage -Dachparallel

5.4.1 Einlagiger Schienenverband

Nachfolgend wird die Schienenmontage auf Holzpfetten mit dem Stockschauben-Set HP beschrieben. Bei der Montage auf Stahlpfetten mit dem Stockschauben-Set SP sind die untere Sperrzahnmutter durch die Mutter M10 und eine Unterlegscheibe zu ersetzen. Für die obere Sperrzahnmutter ist die zweite Unterlegscheibe und die selbstsichernde Mutter zu verwenden.

Vor der Schienenmontage ist die untere Sperrzahnmutter (Verzahnungsseite nach oben) auf die Stockschraube aufzudrehen. Danach wird die C-Schiene vertikal auf die Stockschrauben gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe. Die erlaubte Auskragung der Schiene über die letzte Stockschraube beträgt 0,4 mal der Grenzspannweite (GSW) des jeweiligen Dachbereichs.

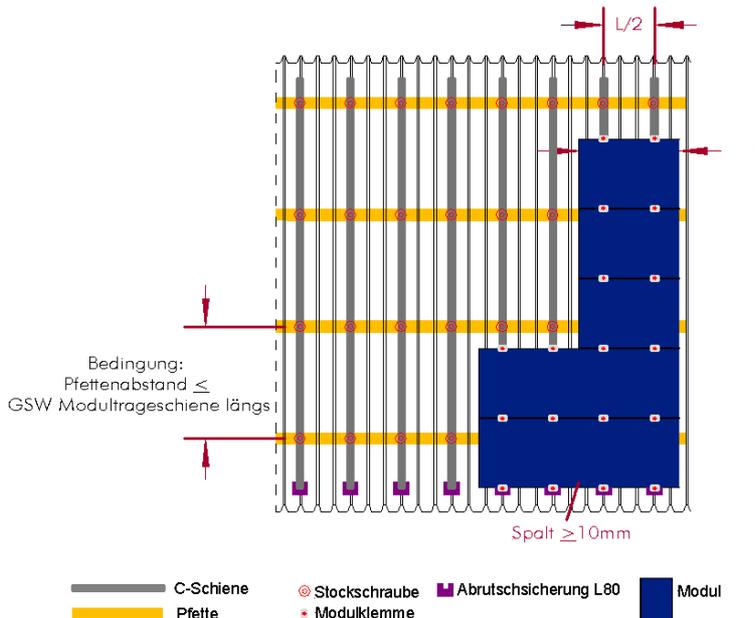


Abbildung 80: Prinzipskizze Modulquermontage mit einlagigem Schienenverband

Bauteil	Ausrichtung	Anordnung
Stockschraube		jede Pfette
Modultragschiene	vertikal	Modul $\frac{1}{4}$ -Punkt

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die maximale Schienenlänge 8,5 m nicht überschreiten. Bei größeren Schienenlängen sind Dehnungsfugen mit mindestens 20 mm Spaltbreite anzuordnen. Zur Verlängerung der C-Schienen und Ausbildung von Dehnfugen siehe Kapitel 5.5.

5.4.2 Kreuzschienenverband

Beim Kreuzschienenverband sind 2 Schienenebenen zu verlegen.

Nachfolgend wird die Schienenmontage auf Holzpfetten mit dem Stocksrauben-Set HP beschrieben. Bei der Montage auf Stahlpfetten mit dem Stocksrauben-Set SP sind die untere Sperrzahnmuttern durch die Mutter M10 und eine Unterlegscheibe zu ersetzen. Für die obere Sperrzahnmuttern ist die zweite Unterlegscheibe und die selbstsichernde Mutter zu verwenden.

Vor der Montage der ersten Schienenlage ist die untere Sperrzahnmuttern (Verzahnungsseite nach oben) auf die Stockschrauben aufzudrehen. Danach werden die Schienen horizontal auf die Stockschrauben gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmuttern (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe.

Die zweite Schienenlage wird um 90° versetzt (vertikal) auf die erste Schienenebene mit dem Kreuzschienenverbinder – Anzugsmoment 50 Nm - montiert (Abbildung 79).

Bauteil	Ausrichtung	Anordnung
Stockschraube		jede Pfette
Untere Schiene	horizontal	Stockschraubenachse
Modultragschiene	vertikal	Modul ¼-Punkt

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die maximale Länge der horizontal und vertikal verlaufenden Schienen 8,5 m nicht überschreitet. Bei größeren Schienenlängen sind Dehnungsfugen mit mindestens 20 mm Spaltbreite anzuordnen. Zur Verlängerung der C-Schienen und Ausbildung von Dehnfugen siehe Kapitel 5.5. Die erlaubten Auskragungen der Schienen sind aus der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen.

5.5 Schienenverlängerung und Dehnfugen

5.5.1 Allgemeines

Aufgrund temperaturbedingter Längenausdehnungen sind bestimmte Grenzen bzgl. der Schienenlängen einzuhalten und Dehnfugen anzuordnen. Die Verlängerung der Schienen erfolgt mit dem Schienenverbinder. Die Ausbildung von Dehnfugen kann mit Hilfe von zwei Varianten erfolgen.

5.5.2 Schienenverlängerung

Bestandteile des Schienenverbinder-Set	Stück
Alu-Profil	1
Flachrundschraube M12	2
Sperrzahnmuttern M12	2

Die Schienenverlängerung erfolgt mit dem Schienenverbinder-Set. Der Anschluss erfolgt über die Flachrundschrauben und Sperrzahnmuttern – Anzugsmoment 50 Nm (Abbildung 81 links). Sitzt der Schienenstoß über einer Stockschraube kann die Flachrundschraube durch die

Stockschraube ersetzt werden. (Abbildung 81 rechts). Der Schienenstoß ist als Kontaktstoß auszubilden. Durch diese Verbindung wirkt die Schiene im Stoßbereich wie ein Schienenstück.

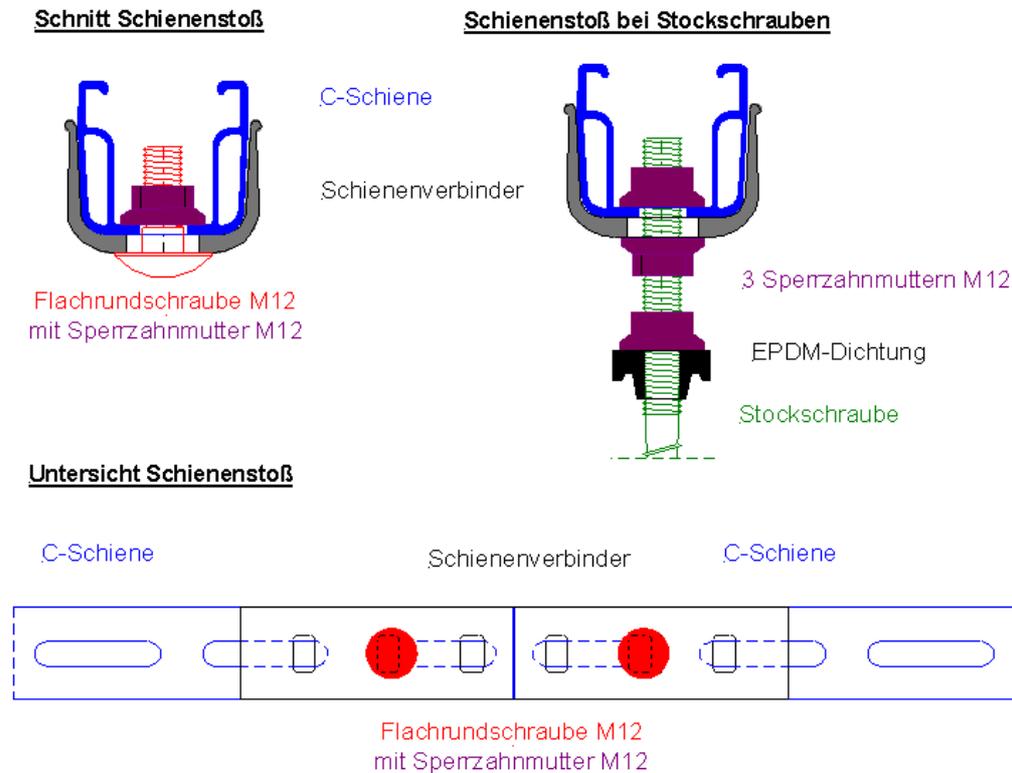


Abbildung 81: Schienenverlängerung

5.5.3 Dehnfugenausbildung durch Modulfelder

Zur Vermeidung von Längenausdehnungsproblemen muss das Montagesystem in bestimmten Abständen unterbrochen werden. Durch die Unterbrechung der Unterkonstruktion ergeben sich Modulfelder an deren Beginn und Ende die Module immer mit Endwinkeln zu klemmen sind. Die erlaubten Auskragungen der Schienen sind der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen und zwingend einzuhalten.

5.5.4 Dehnfugenausbildung durch Loslager

Bestandteile des Loslager-Set	Stück
Alu-Profil	1
Flachrundschrabe M12	2
Flachrundschrabe M12 beschichtet	2
Sperrzahnmuttern M12	4

Alternativ können Dehnfugen auch durch ein Loslager realisiert werden. Für die Umsetzung wird das Loslager-Set benötigt welches aus nebenstehenden Komponenten besteht. Die Schienen sind mit dem Schienenverbinder gemäß Abbildung 82 und 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. Die angegebenen Abstände zwischen den Schienen bzw. zu den Langlochrändern sind einzuhalten, so dass auf der Losseite die Schrauben jeweils mindestens 10 mm Spiel zu den Langlochrändern haben. Die Ausbildung eines Loslagers darf nicht unterhalb eines Moduls erfolgen. Bei der Dehnfugenausbildung durch Loslager ist nach maximal 40 m eine Dehnfuge durch Modulfelder auszubilden.

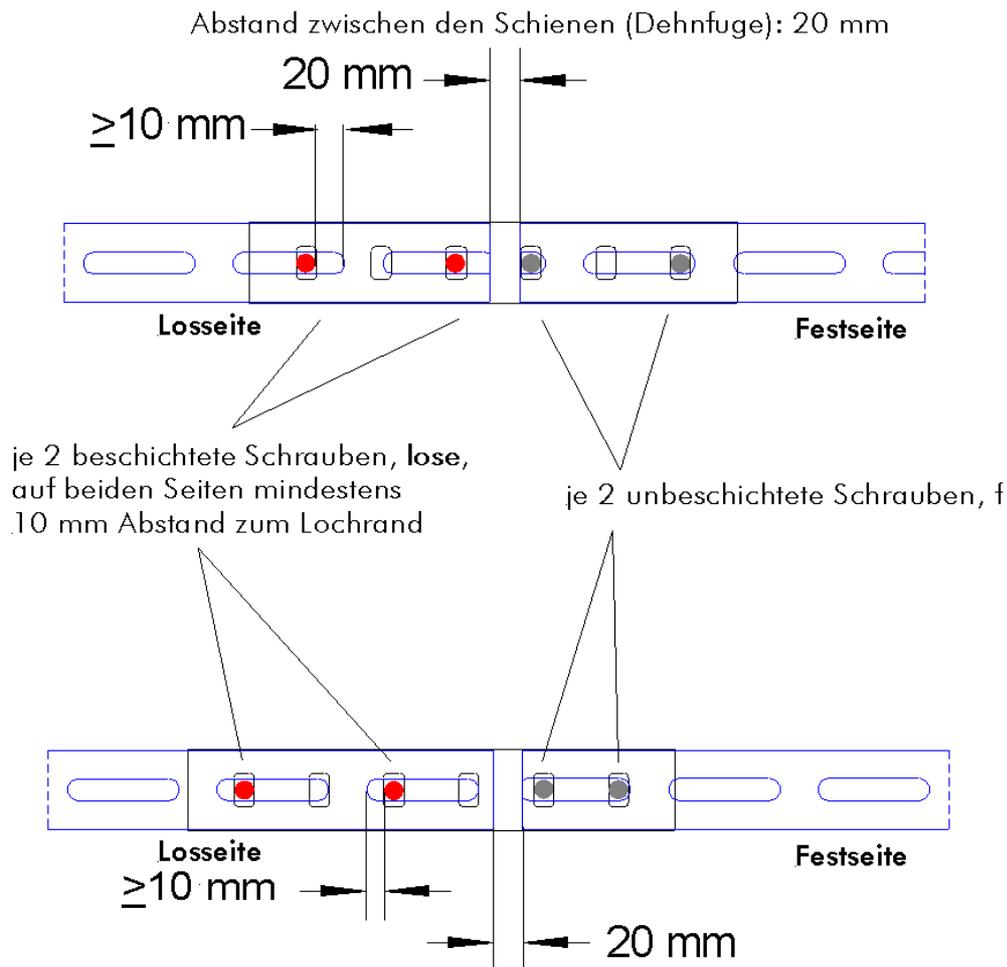


Abbildung 82: Anordnung der Komponenten zur Loslagermontage

5.6 Modulbefestigung

Vor der Modulmontage ist das Anbringen der Abrutschsicherungen notwendig.

Modulhochkantmontage:

Die Modulabrutschsicherung M6 bzw. M8 sind in den Montagebohrungen am Modulrahmen zu befestigen (Abbildung 84).

Modulquermontage:

Die Abrutschsicherung für Modulquermontage ist mit Flachrundschraube und Sperrzahnmutter im Langloch der vertikalen C-Schiene zu befestigen - 50 Nm Anzugsmoment (Abbildung 83).

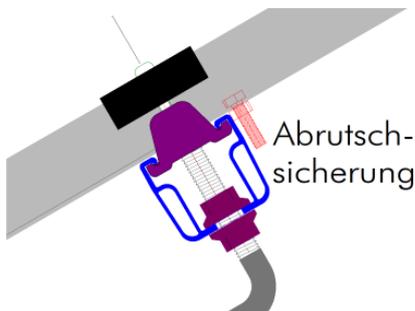


Abbildung 84: Abrutschsicherung bei Modulhochkantmontage

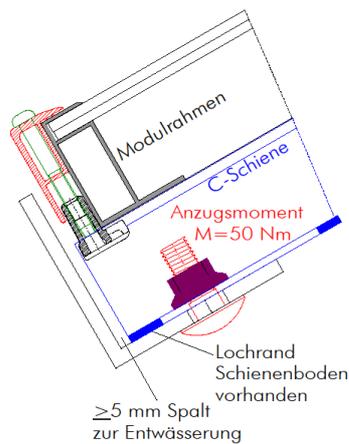


Abbildung 83: Abrutschsicherung bei Modulquermontage

Montagesystem-komponenten	Anzugs-momente
Mittelklemme	12 Nm
Endwinkel	8-10 Nm

Das Solarmodul muss an mindestens 4 Stellen (an jeder Längsseite zwei) geklemmt werden. Dabei sind die Vorgaben der Modulhersteller zu beachten.

Für die Befestigung des ersten Moduls sind die Endwinkel in die Schienen am Modulfeldrand vorab einzudrehen. Danach wird das Modul bündig an die Endwinkel geschoben. Die Endwinkel können dabei bündig mit der C-Schiene abschließen und sind mit dem erforderlichen Anzugsmoment von 8 – 10 Nm anzuziehen. Hierfür ist ein Überstand der C-Schiene über die Modulaußenkante von mindestens 13 mm notwendig (Abbildung 85).

Neben dem bereits befestigtem Modul ist nun die Mittelklemme in die C-Schiene einzudrehen und bündig anzuschließen. Anschließend wird das nächste Modul an die Mittelklemme geschoben und mit dem notwendigen Anzugsmoment befestigt (Abbildung 85). Auf diese Weise werden die folgenden Module mit einem Modulabstand von 12 mm montiert. Das letzte Modul wird wiederum mit einem Endwinkel befestigt. Zwischen den Modulen ist entlang der kurzen Seite ein Spalt von mindestens 10 mm einzuhalten.

Bei der Montage der Endwinkel und Mittelklemmen ist zur sicheren Modulbefestigung darauf zu achten, dass die Schraubenachse senkrecht zur Schienenachse steht bzw. die Breite der Modulklemmen deckungsgleich mit der Schienenbreite ist. Auf eine richtige Montage der Klemmen ist besonders bei steilen Dächern zu achten.

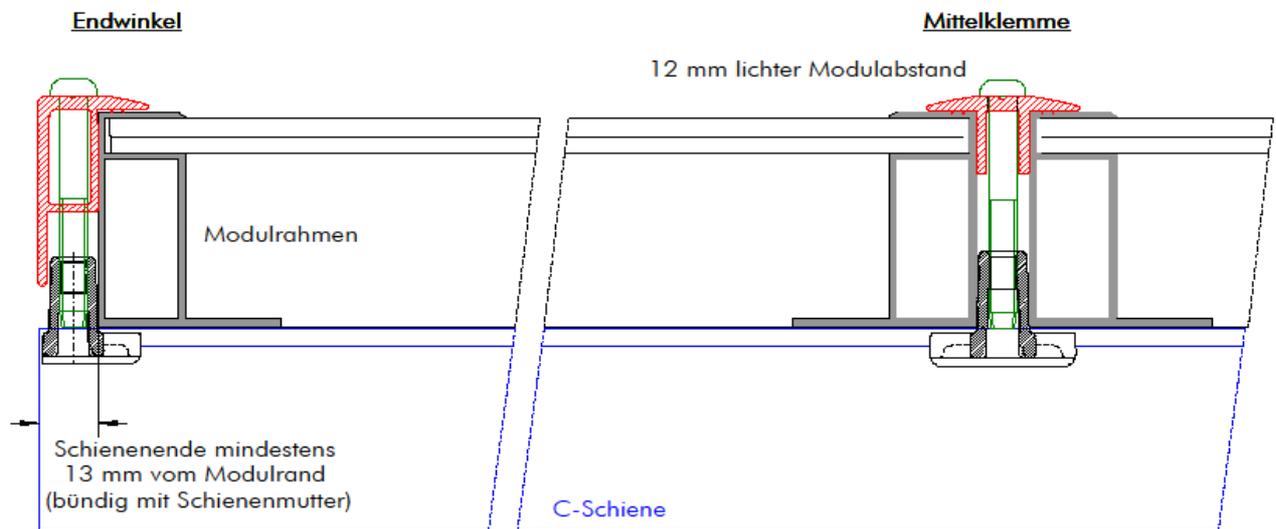


Abbildung 85: Mittelklemme und Endwinkel

5.7 Aufständerung für Süd- und Norddächer

5.7.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Welleternit-, Sandwich- und Trapezblecheindeckungen – Aufständerung auf Süd- und Nordrichtung geneigten Dächern – beschrieben. Die Unterkonstruktion wird als Kreuzschienenverband (KSV) mit einer unteren Schiene (C-Schiene) und einer darauf liegenden Modultragschiene (Basisprofil) ausgeführt. Die Module müssen quer montiert werden. Das Montagesystem kann prinzipiell für Dacheindeckungen auf Pfettendächern verwendet werden, auf welche eine direkte Befestigung des Montagesystems auf der Dachhaut nicht möglich (z. B. Welleternit), nicht zugelassen (z. B. Sandwichprofile, Aluminium-Trapezbleche) oder nicht gewünscht ist. Für die Montage von Photovoltaikanlagen auf Asbestzementdächern (z. B. alte Welleterniteindeckungen) sind die einschlägigen Richtlinien zu beachten. Der Anschluss des Montagesystems erfolgt über Stockschrauben an die Dachkonstruktion. Dabei sind die Stockschrauben durch die Hochsicken bzw. Wellenberg der Dacheindeckung in die Pfetten einzudrehen. Der statische Nachweis mit der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer beinhaltet die Befestigung an der Dachunterkonstruktion.

5.7.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 86) wird aufgrund der unterschiedlichen Windlasten am Dach in zwei Bereiche eingeteilt. Die exponierten Randmodule am Ortgang, First und Traufe (rote Fläche) werden gegenüber den mittleren Modulen (gelbe Fläche) gesondert betrachtet.

Dacheinteilung
Aufständerung Stockschraube Nord-/Süddach

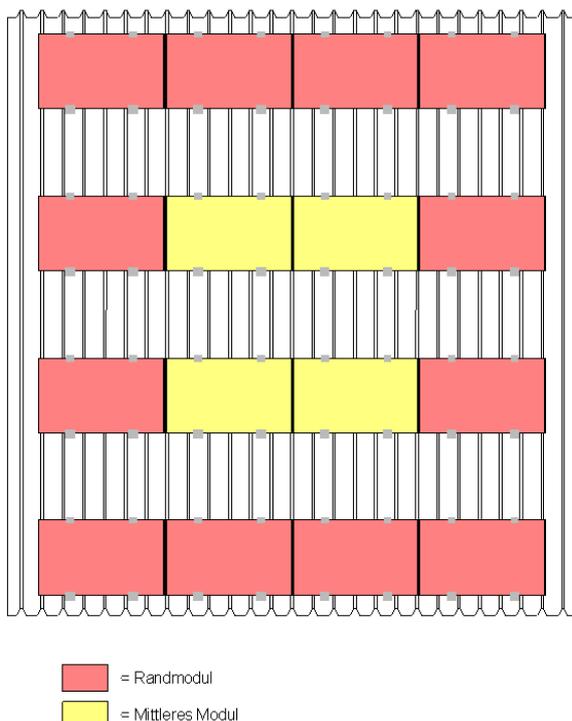


Abbildung 86: Prinzipskizze Dacheinteilung

5.7.3 Anordnung der Module

Standardmäßig sind die Module in einer Reihe in Blöcken anzuordnen. Die Länge des Basisprofils ist so gewählt, dass vier Module mit einer Länge bis zu ca. 1,70 und einem ungefähren Abstand der Rahmenbohrungen im $\frac{1}{4}$ -Punkt (Anschlusspunkte der Modulbefestiger) darauf platziert werden können (Abbildung 87). Lässt sich aufgrund der Anzahl Module in Reihe kein Viererblock mehr bilden, so sind die nachfolgenden Angaben auf Blöcke mit drei oder zwei Modulen sinngemäß zu übertragen. Einzelne Module sind wie in Kapitel 5.7.4 ff beschrieben zu montieren.

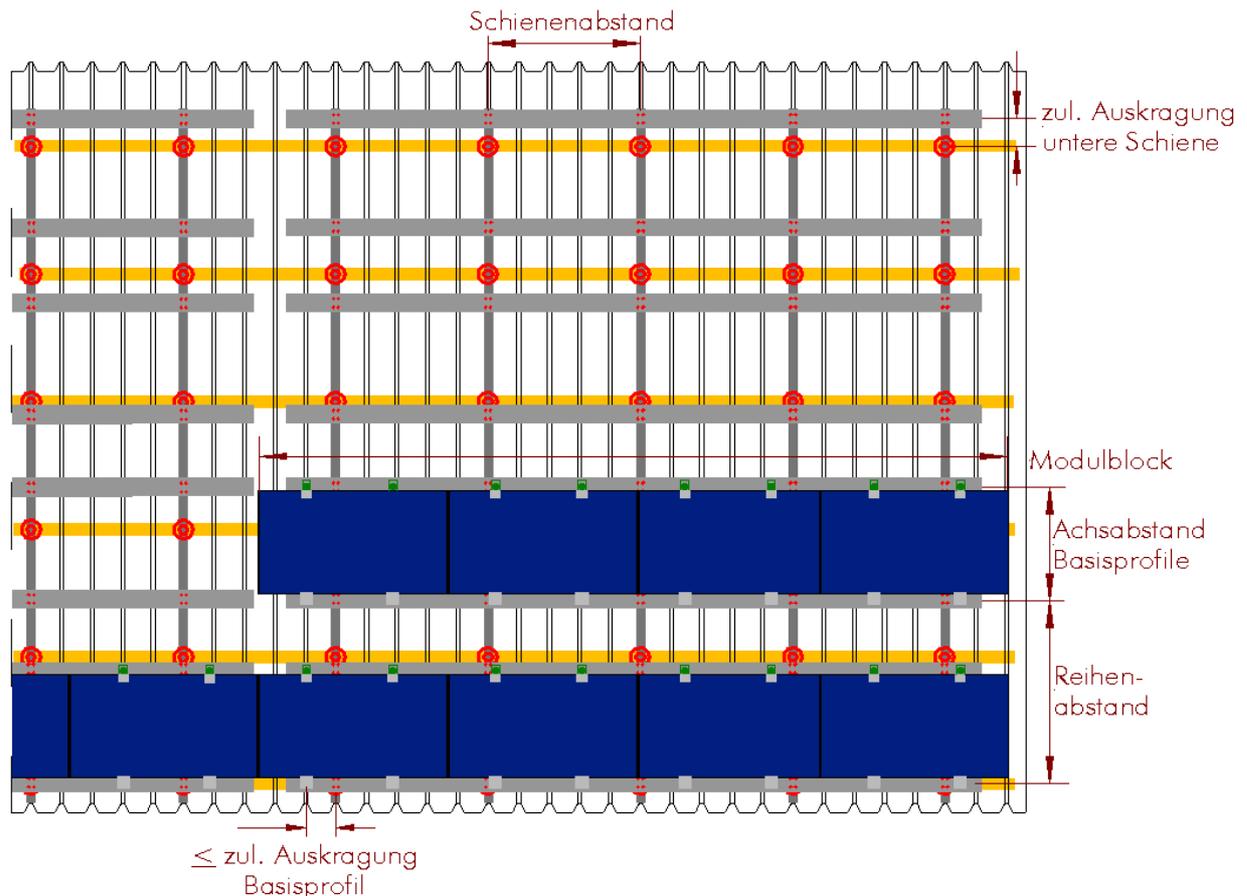


Abbildung 87: Modulblock mit vier Modulen

Kreuzschienenverband-Komponenten Modulblock

- Untere Schiene (C-Schiene): Anzahl gem. statischer Berechnung des MHHnovotegra-Planers. Längen unter Berücksichtigung von Dehnfugen.
- Modultragschiene (Basisprofile): Zwei Basisprofile, Länge beim Viererblock 6,18 m, bei weniger als vier Modulen ist die Länge abhängig vom Modul und entspricht dem Abstand der Aussenkanten der vorderen Modulbefestiger des ersten und letzten Modul des Blocks.

Kreuzschienenverband-Komponenten Einzelmodul

- Untere Schiene (C-Schienen): Die Anzahl und die Länge der Schienen sind abhängig vom Ergebnis der statischen Berechnung des MHHnovotegra-Planers für den Modulblock. Daraus ergibt sich für das Einzelmodul in Bezug zum Modulblock folgende Schienenanzahl:

	Beim Modulblock	Beim Einzelmodul
Anzahl Schienen	≤ 3	2
Anzahl Schienen	$= 4$	2
Anzahl Schienen	$= 5$	3
Anzahl Schienen	$= 6$	3

usw.

- Modultragschiene (Basisprofile): Es werden zwei Basisprofile benötigt: Die Länge ist abhängig vom Modul und entspricht mindestens dem Abstand der Aussenkanten der vorderen Modulbefestiger. Das Basisprofil kann maximal so lang wie das Modul sein.

5.7.4 Anordnung der C-Schienen

Vor der Montage der Schienenstücke ist das Aufzeichnen des Modulblocks bzw. der Moduleinzellängen erforderlich. Diese Länge wird benötigt um die Achsen der Schienen markieren zu können. Weiterhin dient diese Länge auch zur Kontrolle der Dacheinteilung. Durch das richtige Anordnen der C-Schienen, werden automatisch die zulässigen Auskragungen der Basisprofile eingehalten. In Abhängigkeit von der Block- oder Einzelmontage gelten folgende Bedingungen:

Modulblock:

Die C-Schienen sind symmetrisch unter den Basisprofilen anzuordnen (Abbildung 87). Der Achsabstand zwischen den C-Schienen ist der statischen Berechnung des MHHnovotegra-Planers zu entnehmen. Die Anordnung der Schienen auf dem Dach erfolgt rechtwinklig zum First bzw. zur Traufe und somit auch rechtwinklig zu den Pfetten.

Einzelmodul:

Die C-Schienen sind symmetrisch unter den Basisprofilen und mittig unter den „Modulbefestiger-Set“ anzuordnen. Der Achsabstand richtet sich somit nach dem Modul. Die Anordnung der Schienen auf dem Dach erfolgt rechtwinklig zum First bzw. zur Traufe und somit auch rechtwinklig zu den Pfetten.

5.7.5 Befestigung der C-Schienen

Die Befestigung der unteren Schiene erfolgt auf Stockschrauben. Die Montage der Stockschrauben ist in Kapitel 5.2 beschrieben.

Schienenmontage auf Stockschrauben für Holzpfetten:

Vor der Montage der unteren Schiene ist die untere Sperrzahnmutter (Verzahnungsseite nach oben) auf die Stockschraube aufzudrehen. Danach werden die Schienen vertikal auf die Stockschrauben gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe (Abbildung 88).



Abbildung 88: C-Schiene als untere Ebene des Kreuzschienenverband

Schienenmontage auf Stockschrauben für Stahlpfetten:

Vor der Montage der unteren Schiene ist die untere Mutter auf die Stockschraube aufzudrehen und in die untere Unterlegscheibe aufzufädeln. Danach werden die Schienen vertikal auf die Stockschrauben gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist erst die obere Unterlegscheibe anzubringen und danach die selbstsichernde Mutter lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe.

Die erlaubte Auskrägung der unteren Schiene ist der Software MHHnovotegra-Planer zu entnehmen. Das Maß der Auskrägung bezieht sich von der Lasteinleitungsachse des Basisprofils bis zur Achse der Stockschraube. Um die Auskrägung optimal ausnutzen zu können, muss die untere Schiene deshalb um die halbe Basisprofilbreite (ca. 65 mm) länger sein als das Maß der Auskrägung (Abbildung 89).

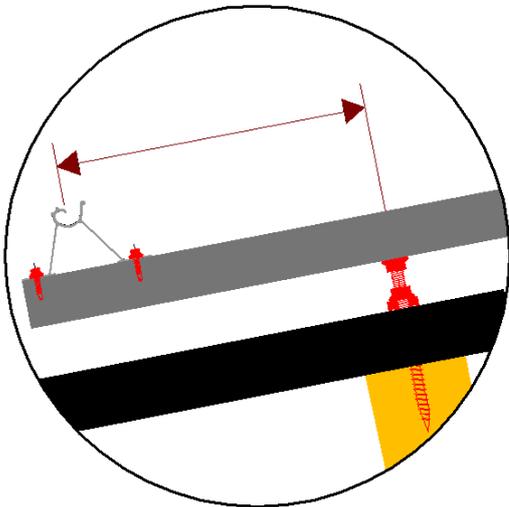


Abbildung 89: zulässige Auskrägung untere Schiene

Die unteren Schienen des Kreuzschienenverbandes können bis zu einer Länge von 8,50 m ohne Dehnfugen verbaut werden. Zur Vermeidung von zu großen Längenausdehnungen sind die C-Schienen zu unterbrechen, dies kann durch die Anordnung von Modulfeldern (Kapitel 5.5.3) oder den Einbau von Loslagern (Kapitel 5.5.4) erfolgen.

5.7.6 Anordnung der Basisprofile

Die Basisprofile bilden die Modultragschiene. Sie liegen auf den C-Schienen auf und verlaufen parallel zum First bzw. zur Traufe. Sie sind symmetrisch auf den C-Schienen anzuordnen. Die zulässigen Auskrägungen der Basisprofile sind der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen und werden unter Einhaltung der vorgegebenen Schienenabstände nicht überschritten (Abbildung 87).

Unter den Modulen 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 90). Der Abstand der Basisprofilachsen wird von der Planungssoftware anhand der eingegebenen Daten ebenso wie der Modulreihenabstand berechnet (Abbildung 87).



Abbildung 90: Steg (links) und Eindrehschnecke (rechts)

5.7.7 Befestigung der Basisprofile



Abbildung 91: „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt mit dem „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“ (Abbildung 91) auf den darunterliegenden C-Schienen. Die Basisprofile sind bei Modulblöcken mit weniger als vier Modulen bzw. bei Einzelmodulen bauseits abzulängen. Die Basisprofile können nicht verlängert werden. Die Befestigung der Basisprofile erfolgt ohne das Vorbohren der C-Schiene beidseitig durch die Stege der Basisprofile in die Flansche der C-Schienen (Abbildung 92). Das Befestigungs-Set darf nicht überdreht werden, da die Bohrschraube dann keine statische Wirkung mehr hat. Das Basisprofil ist an jedem Kreuzungspunkt mit jeweils vier Bohrschrauben mit der C-Schiene zu verschrauben.

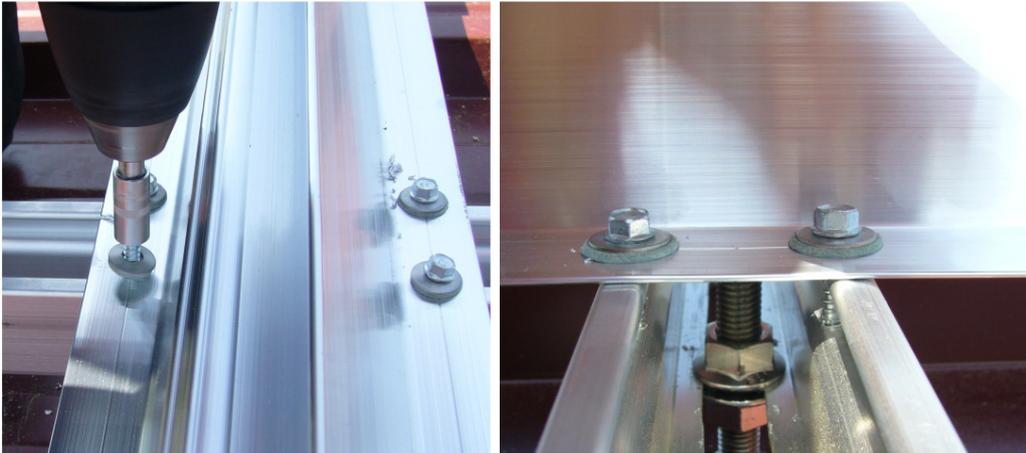


Abbildung 92: Basisprofilbefestigung auf den C-Schienen

5.7.8 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 93).



Abbildung 93: Montage „Modulbefestiger-Set“ hinten (links) und vorne (rechts)

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 94). 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 94: Eingelegte Modulstützen-Set

Über das Gewinde der Modulstützen kann das Modul stufenlos auf den gewünschten Aufständigungswinkel gebracht werden (Abbildung 95). Erst nach dem Ausrichten der Module sind die Modulstützen über die Schraube am „Modulbefestiger-Set hinten“ zu befestigen.

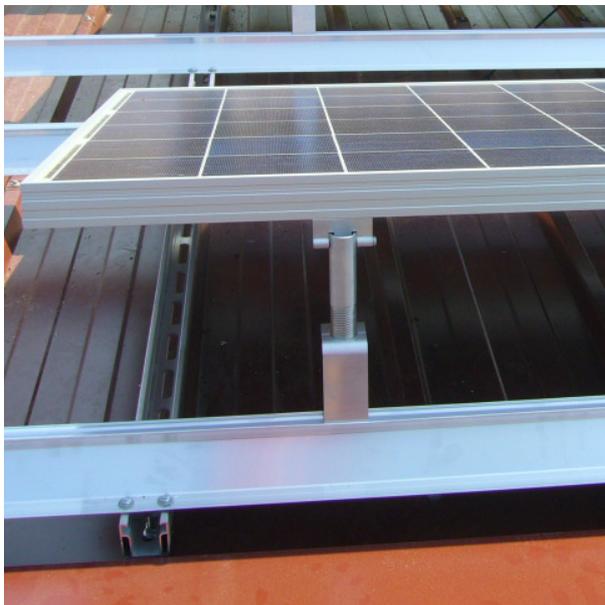


Abbildung 95: Höhenverstellbare Modulstützen

Zur Lagesicherung der Module sind diese über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ zu sichern (Abbildung 96). Dabei gilt folgende Regelung pro Modul:

Dachausrichtung	Module	Lagesicherung	Schraubenanzahl
Süddach	nur Ortgang	Modulbefestiger vorne, außen	1 vorne
Norddach	alle	Modulbefestiger vorne	2 vorne

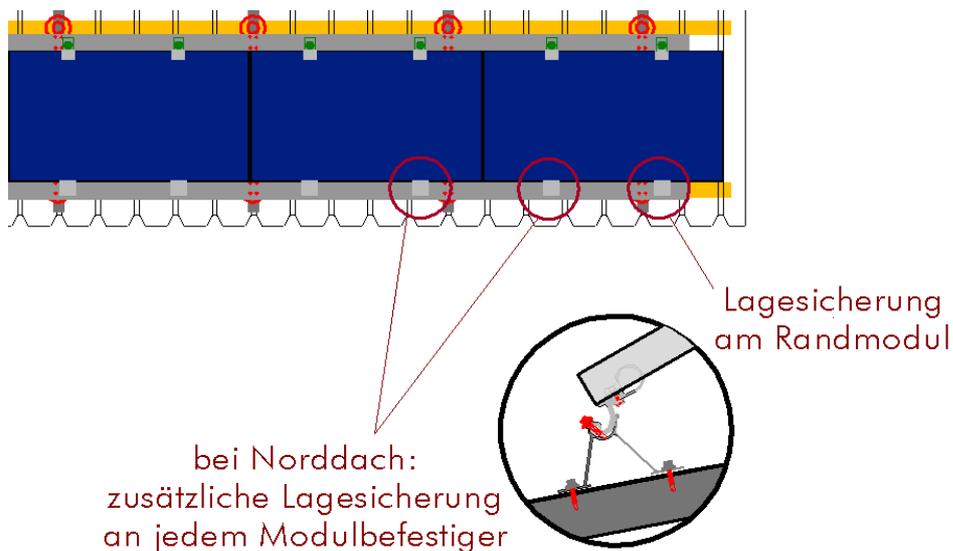


Abbildung 96: Modulsicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“

Für die Lagesicherung werden die Bohrschrauben des „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“ benutzt. Zur Sicherung der Module ist die Bohrschraube in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und durch das Basisprofil in die Modulbefestiger einzudrehen.

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.

5.8 Aufständering für Ost- und Westdächer

5.8.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Welleternit-, Sandwich- und Trapezblecheindeckungen – Aufständering in Ost- und Westrichtung geneigten Dächern – beschrieben. Die Unterkonstruktion wird als Kreuzschienenverband (KSV) mit einer unteren Schiene (C-Schiene) und einer darauf liegenden Modultragschiene (Basisprofil) ausgeführt. Die Module müssen quer montiert werden. Das Montagesystem kann prinzipiell für Dacheindeckungen auf Pfettendächern verwendet werden, auf welchen eine direkte Befestigung des Montagesystems auf der Dachhaut nicht möglich (z. B. Welleternit), nicht zugelassen (z. B. Sandwichprofile, Aluminium-Trapezbleche) oder nicht gewünscht ist. Für die Montage von Photovoltaikanlagen auf Asbestzementdächern (z. B. alte Welleternit-eindeckungen) sind die einschlägigen Richtlinien zu beachten. Der Anschluss des Montagesystems MHHnovotegra erfolgt über Stockschrauben an die Dachkonstruktion. Dabei sind die Stockschrauben durch die Hochsicken der Dacheindeckung in die Pfetten einzudrehen. Der statische Nachweis mit der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer beinhaltet die Befestigung an der Dachunterkonstruktion.

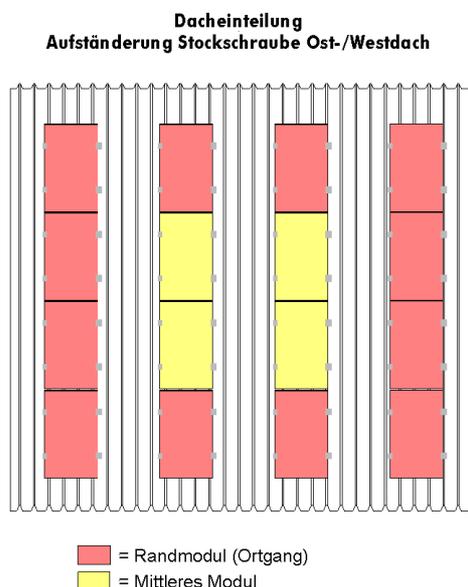
Zur Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Welleternit-/Sandwichdach – Aufständering wird folgendes Werkzeug benötigt:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Aussensechskant SW 8	Bohrschrauben

Die zur Montage der Stockschrauben für Holzpfetten bzw. für Stahlpfetten benötigten Werkzeuge sind Kapitel 5.1 zu entnehmen.

5.8.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 97) wird aufgrund der unterschiedlichen Windlasten am Dach in zwei Bereiche eingeteilt. Die exponierten Randmodule am Ortgang, First und Traufe (rote Fläche) werden gegenüber den mittleren Modulen (gelbe Fläche) gesondert betrachtet.



5.8.3 Anordnung der Module

Standardmäßig sind die Module in einer Reihe in Blöcken anzuordnen. Die Länge des Basisprofils ist so gewählt, dass vier Module mit einer Länge bis zu ca. 1,70 und einem ungefähren Abstand der Rahmenbohrungen im $\frac{1}{4}$ -Punkt (Anschlusspunkte der Modulbefestiger) darauf platziert werden können (Abbildung 98). Lässt sich aufgrund der Anzahl der Module in Reihe kein Viererblock mehr bilden, so sind die nachfolgenden Angaben auf Blöcke mit drei oder zwei Modulen sinngemäß zu übertragen. Einzelne Module sind wie in Kapitel 5.8.4 ff beschrieben zu montieren.

Die Modulblöcke sind möglichst symmetrisch auf der Unterkonstruktion zu platzieren. In Abhängigkeit vom Pfettenabstand und unter Einhaltung der zulässigen Auskragungen der Basisprofile muss die Anlage entsprechend auf dem Dach platziert werden. Bei Moduleinzelmontage und Pfettenabständen größer als der Abstand der Aussenkanten der Modulbefestiger müssen die Basisprofile bis auf die C-Schiene verlängert werden. Dadurch ist evtl. eine Komplettbelegung der Dachfläche nicht möglich.

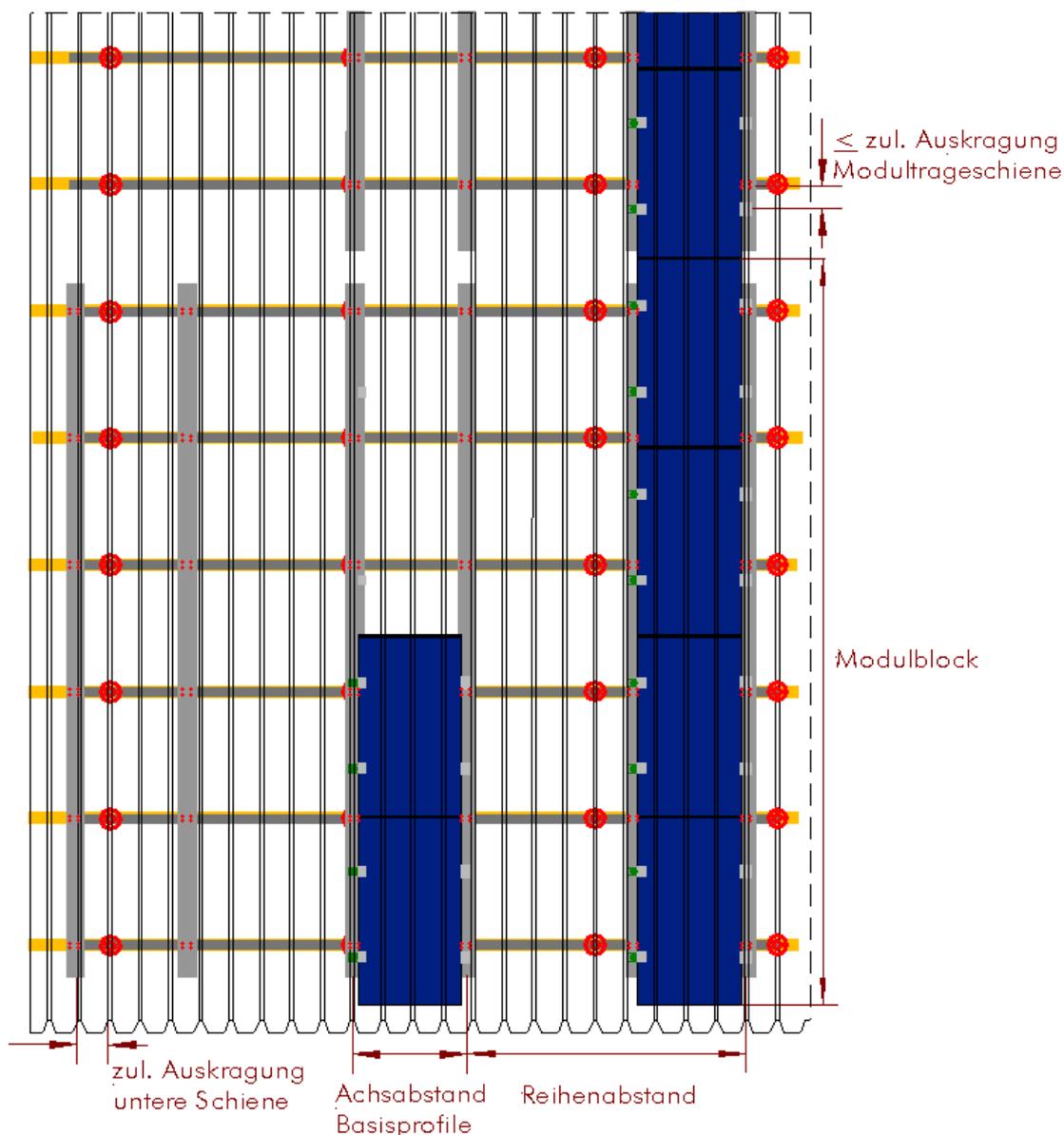


Abbildung 98: Vierer Modulblock

Kreuzschienenverband-Komponenten Modulblock

- Untere Schiene (C-Schienen): Verlegung auf jeder Pfette, die Anzahl ist abhängig vom Pfettenraster. Längen unter Berücksichtigung von Dehnfugen.
- Modultragschiene (Basisprofile): Es werden zwei Basisprofile benötigt. Die Länge beim Viererblock beträgt 6,18 m, bei weniger als vier Modulen ist die Länge abhängig vom Pfettenraster und der zulässigen Auskrugung des Basisprofils. Unter Berücksichtigung dieser Punkte muss das Basisprofil mindestens so lang, wie der Abstand der Aussenkanten der vorderen Modulbefestiger des ersten und des letzten Modul des Blocks sein. Unter Umständen müssen die Basisprofile auf die C-Schienen verlängert werden.

5.8.4 Anordnung der C-Schienen

Bei in Ost- und Westrichtung geneigten Dächern können die unteren Schienen nur direkt über den Pfetten, d. h. in der Pfettenachse verlegt und befestigt werden, dadurch ist man bei der Schienenverlegung an dieses Raster gebunden. Um Lastkonzentrationen zu vermeiden sind die Schienen auf jeder Pfette zu verlegen.

5.8.5 Befestigung der C-Schienen

Die Befestigung der unteren Schiene erfolgt auf Stockschrauben. Die Montage der Stockschrauben ist in Kapitel 5.2 beschrieben.

Schienenmontage auf Stockschrauben für Holzpfetten:

Vor der Montage der unteren Schiene ist die untere Sperrzahnmutter (Verzahnungsseite nach oben) auf die Stockschraube aufzudrehen. Danach werden die Schienen vertikal auf die Stockschrauben gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist die obere Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe.

Schienenmontage auf Stockschrauben für Stahlpfetten:

Vor der Montage der unteren Schiene ist die untere Mutter auf die Stockschraube aufzudrehen und die untere Unterlegscheibe aufzufädeln. Danach werden die Schienen vertikal auf die Stockschrauben gesetzt (Langlöcher unten). Zur Lagesicherung ist erst die obere Unterlegscheibe anzubringen und danach die selbstsichernde Mutter lose aufzudrehen. Die endgültige Fixierung - Anzugsmoment 50 Nm - der C-Schiene erfolgt nach dem Ausrichten der Höhe.

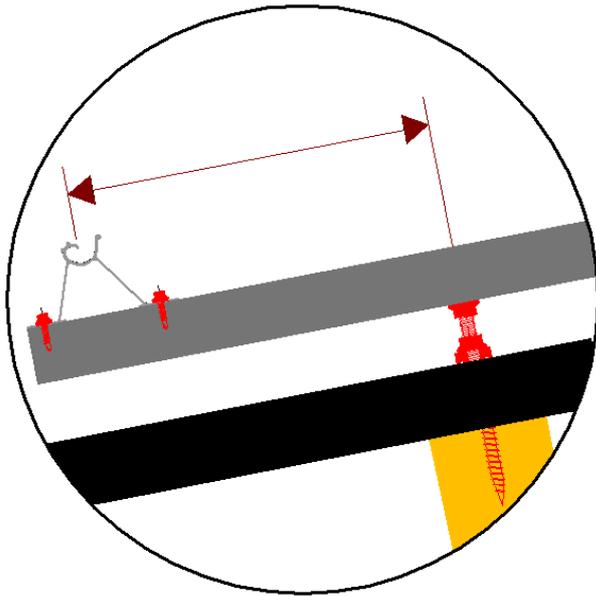


Abbildung 99: zulässige Auskragung untere Schiene

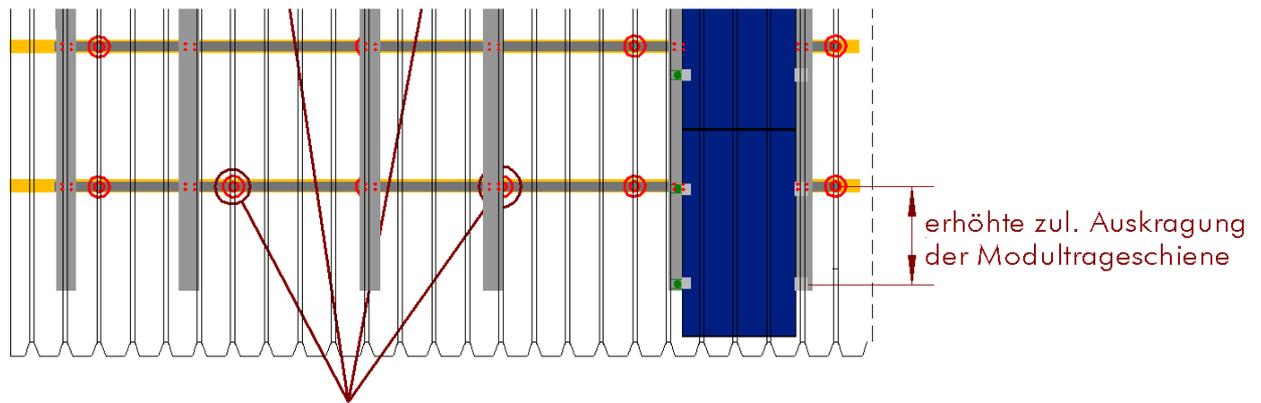
Die erlaubte Auskragung der unteren Schiene ist der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen. Das Maß der Auskragung bezieht sich von der Lasteinleitungsachse des Basisprofils bis zur Achse der Stockschraube. Um die Auskragung optimal ausnutzen zu können muss die untere Schiene deshalb um die halbe Basisprofilbreite (ca. 65 mm) länger sein, als das Maß der Auskragung (Abbildung 99).

Die unteren Schienen des Kreuzschienenverbandes können bis zu einer Länge von 8,50 m ohne Dehnfugen verbaut werden. Zur Vermeidung von zu großen Längenausdehnungen sind die C-Schienen zu unterbrechen, dies kann durch die Anordnung von Modulfeldern (Kapitel 5.5.3) oder den Einbau von Loslagern (Kapitel 5.5.4) erfolgen.

5.8.6 Anordnung der Basisprofile

Die Basisprofile bilden die Modultragschiene. Sie liegen auf den C-Schienen auf und verlaufen rechtwinklig zum First bzw. zur Traufe. Sie sind symmetrisch auf den C-Schienen anzuordnen (Abbildung 98). Die zulässigen Auskragungen der Basisprofile sind der Software MHHnovotegra-Planer zu entnehmen.

Zur besseren Platzierung der Anlage auf dem Dach ist, durch den zusätzlichen Einbau von Stockschrauben unter den C-Schienen eine erhöhte Auskragung der Basisprofile erlaubt (Abbildung 100). Das Maß der zulässigen erhöhten Auskragung ist der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer zu entnehmen.



zusätzliche Stockschrauben

Abbildung 100: Erhöhte zulässige Auskragung

Unter den Modulen 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 101). Der Abstand der Basisprofilachsen wird von der Planungssoftware MHHnovotegra-Planer anhand der eingegebenen Daten ebenso wie der Modulreihenabstand berechnet (Abbildung 98).



Abbildung 101: Steg (links) und Eindreh Schnecke (rechts)

5.8.7 Befestigung der Basisprofile



Abbildung 102: „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt mit dem „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“ (Abbildung 102) auf den darunterliegenden C-Schienen. Die Basisprofile sind bei Modulblöcken mit weniger als vier Modulen bzw. bei Einzelmodulen bauseits abzulängen. Die Basisprofile können nicht verlängert werden.

Die Befestigung der Basisprofile erfolgt ohne Vorbohren der C-Schiene beidseitig durch die Stege der Basisprofile in die Flansche der C-Schienen (Abbildung 103). Das Befestigungs-Set darf nicht überdreht werden, da die Bohrschraube dann keine statische Wirkung mehr hat. Das Basisprofil ist an jedem Kreuzungspunkt mit jeweils vier Bohrschrauben mit der C-Schiene zu verschrauben.



Abbildung 103: Basisprofilbefestigung auf den C-Schienen

5.8.8 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 104).

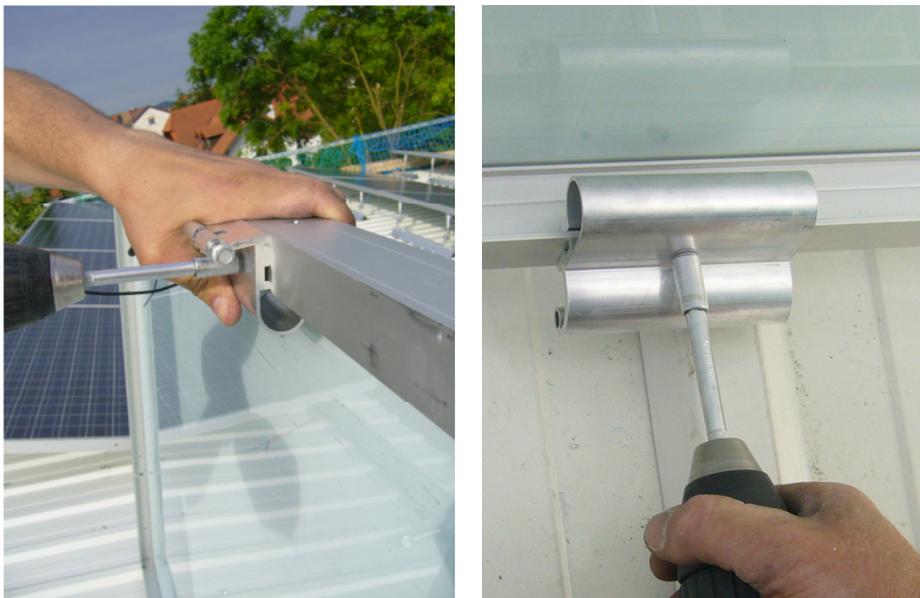


Abbildung 104: Montage „Modulbefestiger-Set“ hinten (links) und vorne (rechts)

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 105). 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 105: Eingelegte Modulstützen-Set (Beispielhaft Süddach mit Stockschraubenmontage)

Über das Gewinde der Modulstützen kann das Modul stufenlos auf den gewünschten Aufständigungswinkel gebracht werden (Abbildung 106). Erst nach dem Ausrichten der Module sind die Modulstützen über die Schraube am „Modulbefestiger-Set hinten“ zu befestigen.

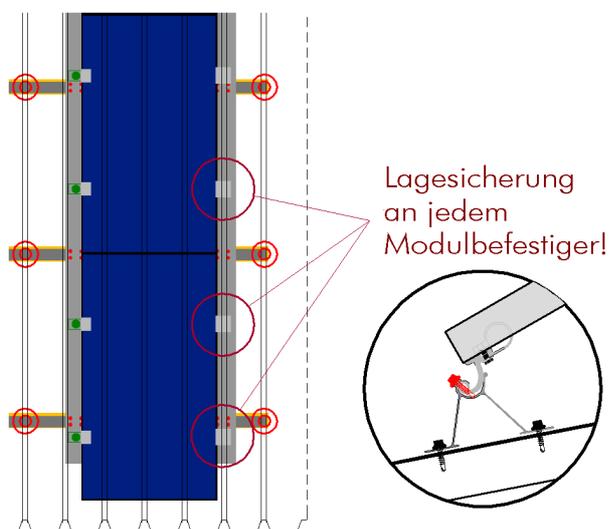


Abbildung 106: Höhenverstellbare Modulstützen

Zur Lagesicherung der Module sind diese in Abhängigkeit von der Dachneigung und der auftretenden Belastung über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ und evtl. am „Modulstützen-Set“ zu sichern (Abbildung 108). Dabei gilt folgende Regelung pro Modul:

Dachausrichtung	Diagonale	Module	Lagesicherung	Schraubenzahl
Ost- und Westdach	nein	alle	Modulbefestiger vorne	2 vorne
Ost- und Westdach	ja	alle	Modulbefestiger vorne und hinten	2 vorne und 1 hinten

Für die Lagesicherung werden die Bohrschrauben des „Befestigungs-Set indirekt für Basisprofil“ benutzt.



Lagesicherung an jedem Modulbefestiger!

Abbildung 107: Lagesicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“

In Abhängigkeit von der Dachneigung und der auftretenden Belastung kann es erforderlich sein, die Module zusätzlich durch diagonale Aussteifungen und eine Abrutschsicherung an der Modulstütze zu sichern. Durch einen entsprechenden Hinweis bei der Planung der Anlage weist die Planungssoftware MHHnovotegra-Planer darauf hin. In solchen Fällen ist der Vertrieb der Firma MHH Solartechnik zu kontaktieren. Bei der vorderen Sicherung der Module ist die Bohrschraube in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und durch das Basisprofil in die Modulbefestiger einzudrehen. Die hintere Abrutschsicherung erfolgt durch das Eindrehen der Bohrschraube unterhalb der Modulstütze in das Basisprofil (Abbildung 109). Die Bohrschraube kann wahlweise durch die Eindrehschnecke oder durch den Steg eingedreht werden (Abbildung 108). 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.

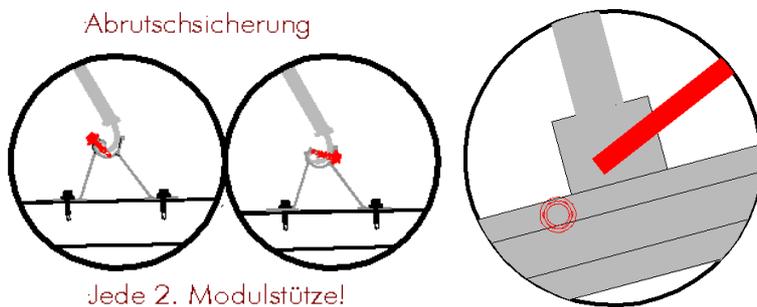


Abbildung 108: Modulsicherung am „Modulbefestiger-Set vorne“ (links) und am „Modulstützen-Set“ (rechts)

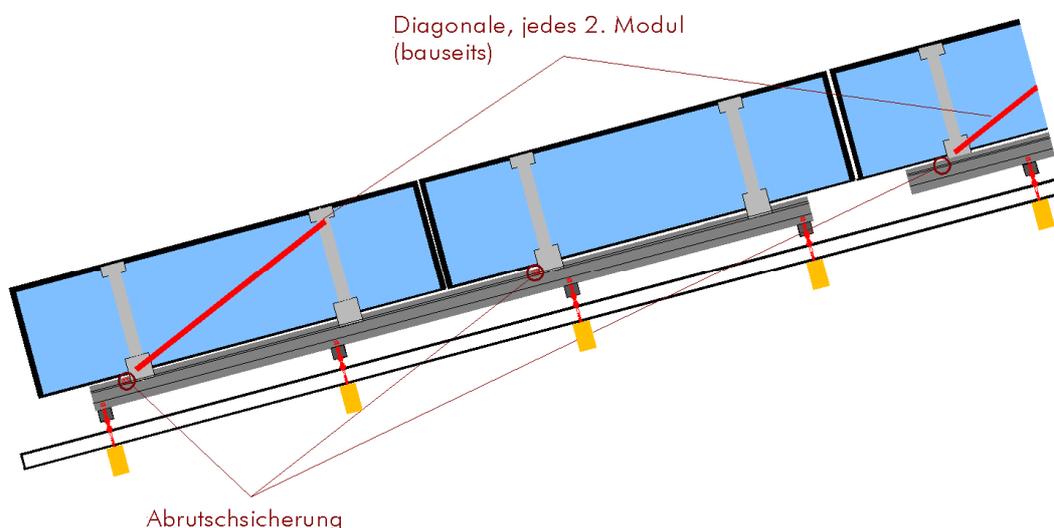
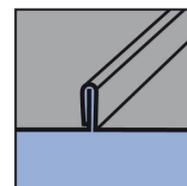


Abbildung 109: Diagonalen zur Lagesicherung bei großer Dachneigung und hoher Abtriebskraft



6 MHHnovotegra für Blechfalzdach

6.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Steh- und Rundfalzeindeckungen beschrieben.

Es wird zwischen der Modulquermontage als Direktbefestigung und der Modulhochkantmontage auf C-Schienen unterschieden. Der statische Nachweis der Software MHHnovotegra-Planer umfasst nur den Anschluss der Klemmen an den Falz. Die Befestigung der Eindeckung mit dem Gebäude sowie die Blechdicke der Eindeckung sind bauseits zu prüfen.

Zur Montage des Montagesystems MHHnovotegra für Steh- und Rundfalzdächer wird folgendes Werkzeug benötigt:

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Innensechskant SW 4,75	Steh- und Rundfalzklemmen
Innensechskant SW 5	Modulklemmen (Modulquermontage)
Spezialnuss SW18 tief	Sperrzahnmuttern (Modulhochkantmontage)
Torx 30	Modulklemmen (Modulhochkantmontage)

6.2 Falzklemmenmontage

6.2.1 Stehfalzklemmen für Modulquermontage

Bestandteile Endwinkel-Set	Stück	Bestandteile Mittelklemmen-Set	Stück
Stehfalzklemme	1	Stehfalzklemme	1
Schraube M6	1	Schraube M6	1
Endwinkel	1	Mittelklemme	1

Bei der Modulquermontage erfolgt die Befestigung der Module direkt auf den Stehfalzklemmen. Diese werden als Endwinkel- bzw. Mittelklemmen-Set vorkonfektioniert ausgeliefert. Die Klemme ist gemäß Abbildung 110 über die Madenschraube je nach Material der Dacheindeckung mit einem Anzugsmoment von 15 - 17 Nm an den Stehfalzen zu montieren. Dabei muss die Klemmung im Bereich der Blechverfaltung erfolgen. Die Madenschraube muss auf der Seite gegenüber der Verfaltung liegen. Die Klemmen sind sukzessive mit der Modulmontage zu montieren. Es sind mindestens 2 Falze pro Modul mit Hilfe Blechfalzklemmen anzuschließen. Die Empfehlung ist jedoch mindestens 3 Falze pro Modul anzubinden, somit ergeben sich 6 Befestigungspunkte pro Modul. Die Stehfalzklemmen sind geeignet für Falzdächer aus verzinktem Stahlblech, Titanzink, Aluminium, Edelstahl etc.

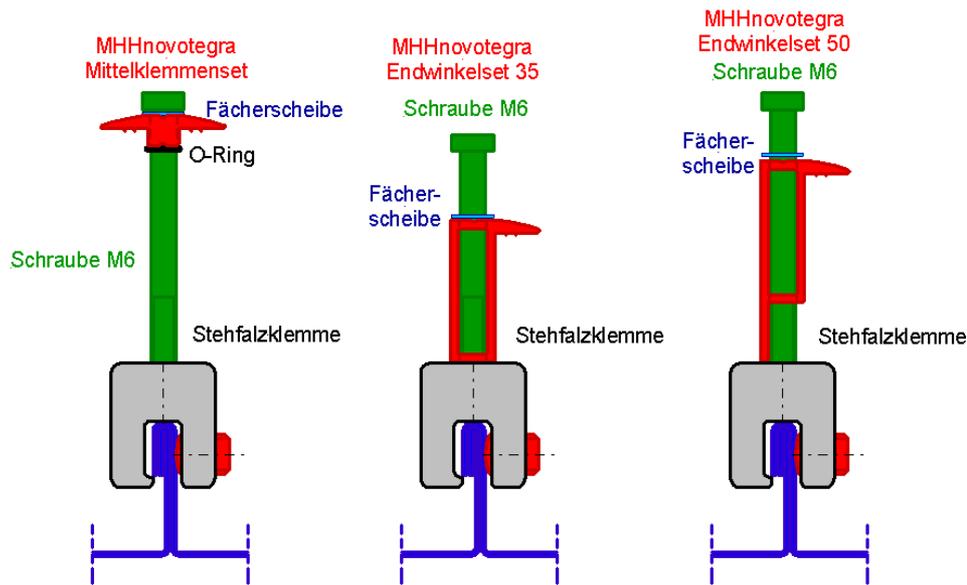


Abbildung 110: Stehfalzklemmenmontage

6.2.2 Stehfalzklemmen für Modulhochkantmontage

Bestandteile	Stück
Stehfalzklemmen-Set	
Stehfalzklemme	1
Sperrzahnmutter M12	1

Bei der Modulhochkantmontage erfolgt die Befestigung der Module auf der C-Schiene. Vor der Schienenmontage ist das Stehfalzklemmen-Set gemäß Abbildung 111 über die Madenschraube je nach Material der Dacheindeckung mit einem Anzugsmoment von 15 - 17 Nm an den Stehfalzen zu montieren. Dabei muss die Klemmung im Bereich der Blechverfaltung erfolgen. Die Madenschraube muss auf der Seite gegenüber der Verfaltung liegen. Der Abstand der Falzklemmen pro Falz untereinander muss so gewählt werden, dass die Module auf der montierten Schiene im Viertelpunkt bzw. nach Modulherstellervorgaben befestigt werden können. Die Stehfalzklemmen können unabhängig von der Modulmontage vormontiert werden. Die Falzklemmen sind an jedem Falz im Bereich des Modulfelds anzubringen. Die Stehfalzklemmen sind geeignet für Falzdächer aus verzinktem Stahlblech, Titanzink, Aluminium, Edelstahl etc.

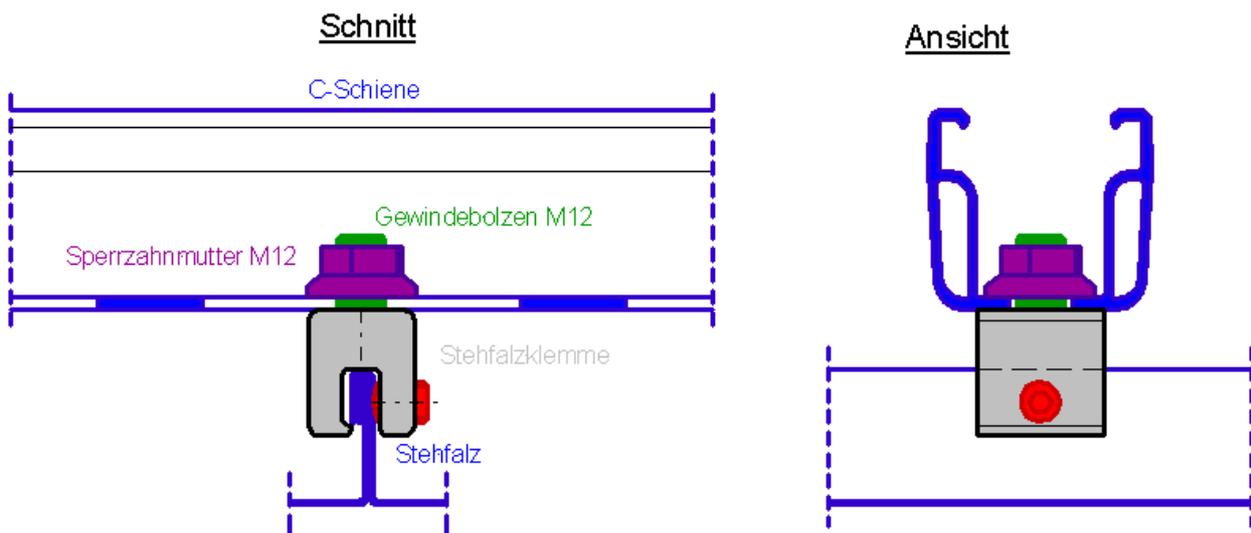


Abbildung 111: Stehfalzklemmen-Set für Hochkantmontage

6.2.3 Rundfalzklemmen für Modulquermontage

Bestandteile Endwinkel-Set	Stück	Bestandteile Mittelklemmen-Set	Stück
Rundfalzklemme	1	Rundfalzklemme	1
Schraube M6	1	Schraube M6	1
Endwinkel	1	Mittelklemme	1

Bei der Modulquermontage erfolgt die Befestigung der Module direkt auf den Rundfalzklemmen. Diese werden als Endwinkel- bzw. Mittelklemmen-Set vorkonfektioniert ausgeliefert. Die Klemme ist gemäß Abbildung 112 über die Madenschraube je nach Material der Dacheindeckung mit einem Anzugsmoment von 15 - 17 Nm an den Rundfalzen zu montieren. Dabei muss die Klemmung unterhalb des Rundfalzes erfolgen. Die Madenschraube muss auf der geschlossenen Seite des Rundfalzes liegen, gegenüber ist der Klemmstein einzuschieben. Die Rundfalzklemmen dürfen nicht auf den Halter (Haften) der Dacheindeckung montiert werden. Die Klemmen sind sukzessive mit der Modulmontage zu montieren. Es sind mindestens 2 Falze pro Modul mit Hilfe der Blechfalzklemmen anzuschließen. Die Empfehlung ist jedoch mindestens 3 Falze pro Modul anzubinden. Somit ergeben sich 6 Befestigungspunkte pro Modul.

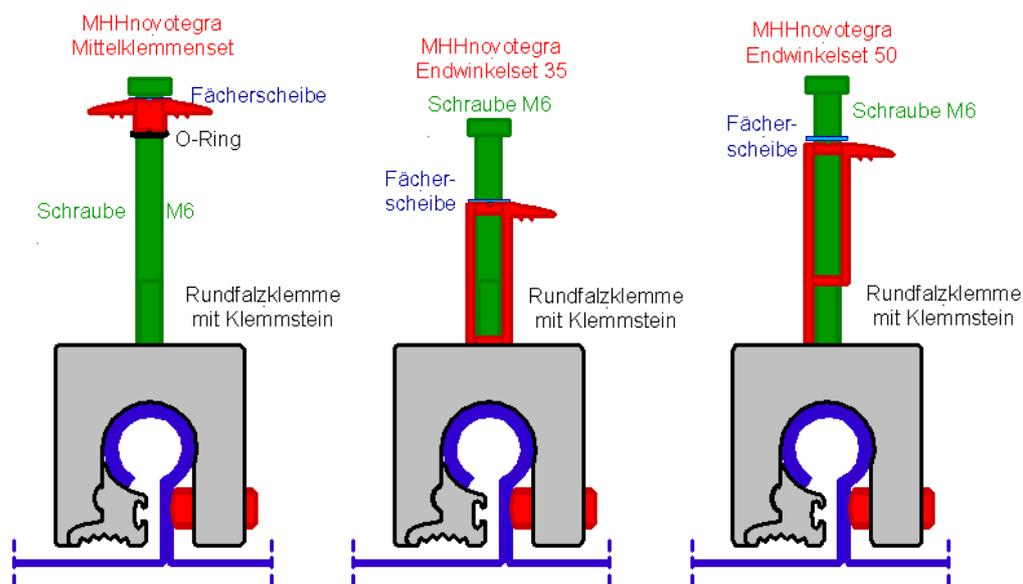


Abbildung 112: Rundfalzklemmenmontage

Die Stehfalzklemmen sind geeignet für Falzdächer aus verzinktem Stahlblech, Titanzink, Aluminium, Edelstahl etc.

6.2.4 Rundfalzklemmen für Modulhochkantmontage

Bestandteile	Stück
Rundfalzklemmen-Set	
Rundfalzklemme	1
Sperrzahnmutter M12	1

Bei der Modulhochkantmontage erfolgt die Befestigung der Module auf der C-Schiene. Vor der Schienenmontage ist das Rundfalzklemmen-Set gemäß Abbildung 113 über die Madenschraube je nach Material der Dacheindeckung mit einem Anzugsmoment von 15 - 17 Nm an den Stehfalzen zu montieren. Dabei muss die Klemmung unterhalb des Rundfalzes erfolgen. Die Madenschraube muss auf der geschlossenen Seite des Rundfalzes liegen, gegenüber ist der Klemmstein einzuschieben. Die Rundfalzklemmen dürfen nicht auf den Halter (Haften) der Dacheindeckung montiert werden. Der Abstand der Falzklemmen pro Falz untereinander muss so gewählt werden, dass die Module auf der montierten Schiene im Viertelpunkt bzw. nach Modulherstellervorgaben befestigt werden können. Die Rundfalzklemmen können unabhängig von der Modulmontage vormontiert werden. Die Falzklemmen sind an jedem Falz im Bereich des Modulfeldes anzubringen. Die Stehfalzklemmen sind geeignet für Falzdächer aus verzinktem Stahlblech, Titanzink, Aluminium, Edelstahl etc.

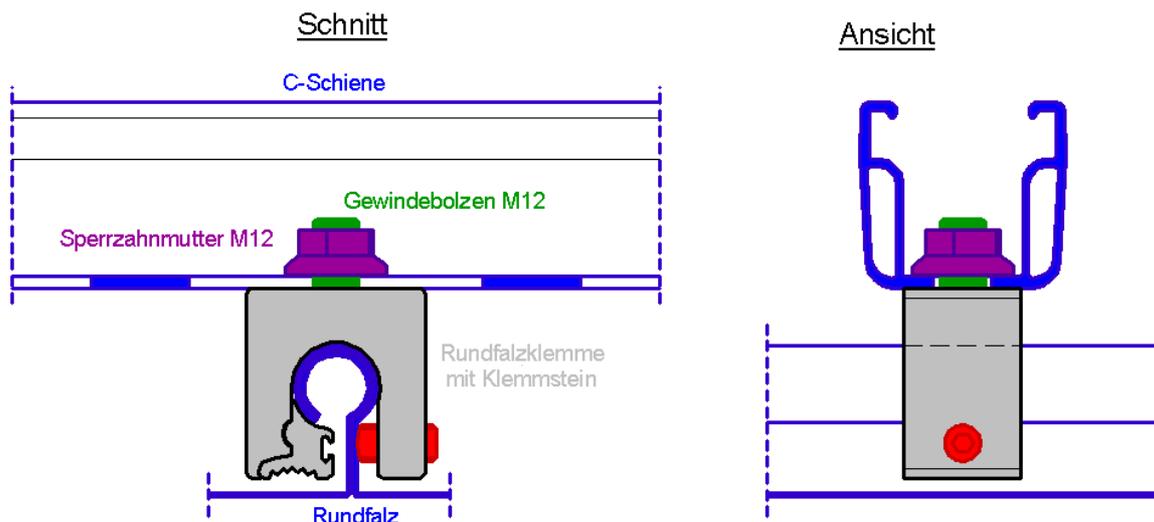


Abbildung 113: Rundfalzklemmen-Set für Hochkantmontage

6.2.5 Stehfalzklemmen für Modulhochkantmontage bei Kupfereindeckung

Bestandteile Rundfalzklemmen-Set	Stück
Stehfalzklemme komplett	1

Bei der Modulhochkantmontage erfolgt die Befestigung der Module auf der C-Schiene. Vor der Schienenmontage sind die Stehfalzklemmen aus Edelstahl gemäß Abbildung 114 über die zwei M 8 Schrauben mit einem Anzugsmoment von 25 Nm an den Stehfalzen zu montieren. Der Abstand der Falzklemmen pro Falz untereinander muss so gewählt werden, dass die Module auf der montierten Schiene im Viertelpunkt bzw. nach Modulherstellervorgaben befestigt werden können. Die Stehfalzklemmen können unabhängig von der Modulmontage vormontiert werden und sind geeignet für Falzdächer aus Kupfer.

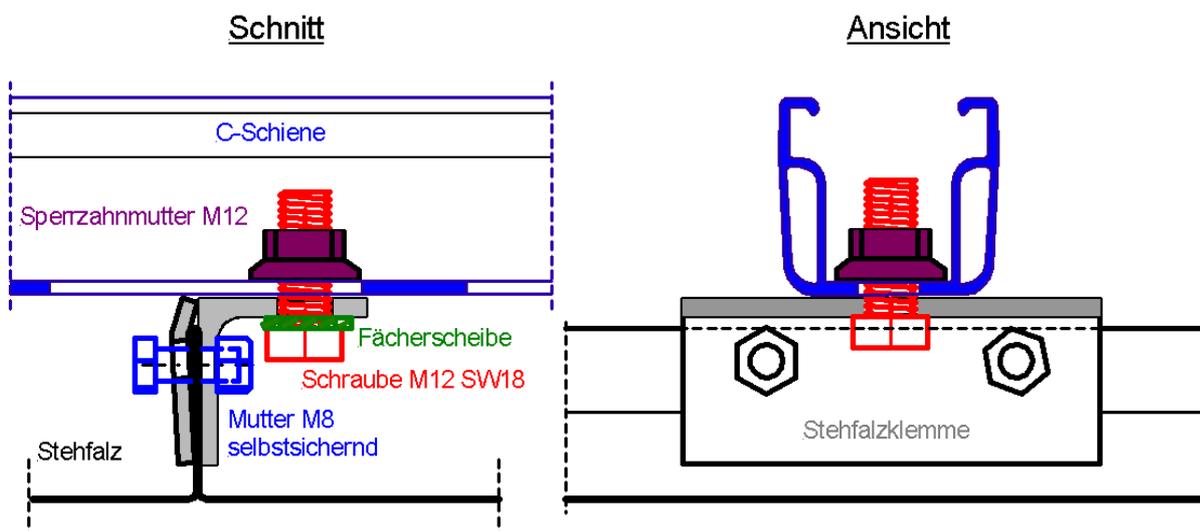


Abbildung 114: Stehfalzklemmen-Set für Hochkantmontage bei Kupfereindeckungen

6.3 Modulhochkantmontage

6.3.1 Einlagiger Schienenverband

Nach der Montage der Falzklemmen wird die C-Schiene horizontal auf das Falzklemmen-Set gesetzt (Langlöcher unten). Zur Fixierung ist die Sperrzahnmutter (Verzahnung nach unten) mit einem Anzugsmoment von 50 Nm anzuziehen. Es ist darauf zu achten, dass die maximale Schienenlänge von 8,5 m nicht überschritten wird. Bei größeren Schienenlängen sind Dehnungsfugen mit mindestens 20 mm Spaltbreite anzuordnen. Die Angaben zur Schienenmontage gelten für alle Dacheindeckungsmaterialien.

Zur Verlängerung der C-Schienen und Ausbildung von Dehnfugen siehe Kapitel 6.5.

6.4 Modulquermontage

6.4.1 Direktmontage ohne C-Schienen

Bei der Modulquermontage werden die Module direkt auf den Falzklemmen montiert (Abbildung 115). Das Anzugsmoment für die Endwinkel beträgt 7 Nm bzw. 10 Nm für die Mittelklemmen. Aufgrund der Empfehlung mindestens 3 Falze anzuschliessen, ergeben sich 6 Klemmpunkte pro Modul.

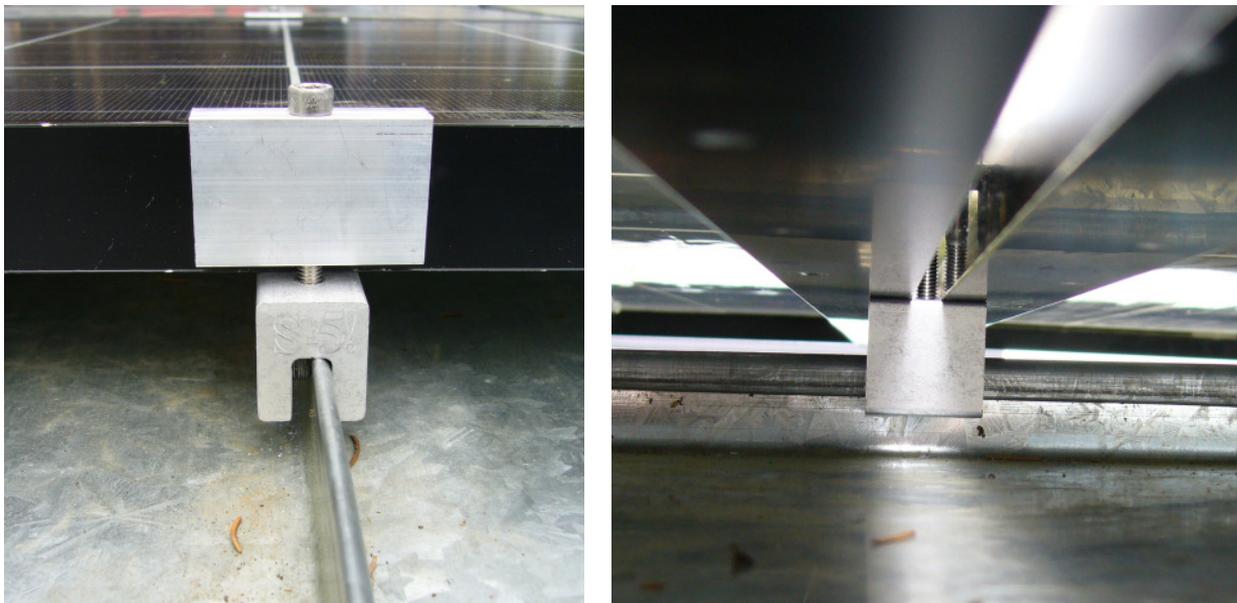


Abbildung 115: MHHnovotegra Stehfalzklemmen für Moduldirektmontage

6.5 Schienenverlängerung und Dehnfugenausbildung

6.5.1 Allgemeines

Aufgrund temperaturbedingter Längenausdehnungen sind bestimmte Grenzen bzgl. der Schienenlängen einzuhalten und Dehnfugen anzuordnen. Die Verlängerung der Schienen erfolgt mit dem Schienenverbinder. Die Ausbildung von Dehnfugen kann mit Hilfe von zwei Varianten erfolgen.

6.5.2 Schienenverlängerung

Bestandteile des Schienenverbinder-Set	Stück
Alu-Profil	1
Flachrundschaube M12	2
Sperrzahnmuttern M12	2

Die Schienenverlängerung erfolgt mit dem Schienenverbinder-Set. Die Verbindung der Schiene mit dem Schienenverbinder wird durch zwei Flachrundschauben mit Sperrzahnmuttern hergestellt. Das Anzugsmoment beträgt 50 Nm (Abbildung 116). Der Schienenstoß ist als Kontaktstoß auszubilden. Durch diese Verbindung wirkt die Schiene im Stoßbereich wie ein Schienenstück.

Schnitt Schienenstoß



Untersicht Schienenstoß



Abbildung 116: Schienenverlängerung

6.5.3 Dehnfugenausbildung durch Modulfelder

Zur Vermeidung von Längenausdehnungsproblemen muss das Montagesystem MHHnovotegra in bestimmten Abständen unterbrochen werden. Durch die Unterbrechung der Unterkonstruktion ergeben sich Modulfelder an deren Beginn und Ende die Module immer mit Endwinkeln zu klemmen sind. Die erlaubte Auskragung der Schienen beträgt 0,4 mal der Grenzspannweite (GSW) und ist zwingend einzuhalten.

6.5.4 Dehnfugenausbildung durch Loslager

Bestandteile des Loslager-Set	Stück
Alu-Profil	1
Flachrundschraube M12	2
Flachrundschraube M12 beschichtet	2
Sperzzahnmuttern M12	4

Alternativ können Dehnfugen auch durch ein Loslager realisiert werden. Für die Umsetzung wird das Loslager-Set benötigt welches aus nebenstehenden Komponenten besteht. Die Schienen sind mit dem Schienenverbinder gemäß Abbildung 117 und 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. Die angegebenen Abstände zwischen den Schienen bzw. zu den Langlochrändern sind einzuhalten, so dass auf der Losseite die Schrauben jeweils mindestens 10 mm Spiel zu den Langlochrändern haben. Die Ausbildung eines Loslagers darf nicht unterhalb eines Moduls erfolgen. Bei der Dehnfugenausbildung durch Loslager ist nach maximal 40 m eine Dehnfuge durch Modulfelder auszubilden.

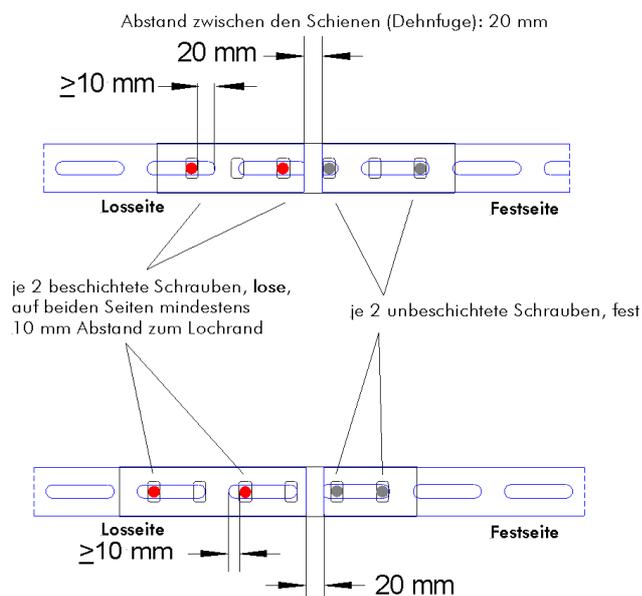


Abbildung 117: Anordnung der Komponenten zur Loslagermontage

6.6 Modulbefestigung

6.6.1 Modulbefestigung bei Modulhochkantmontage

Vor der Modulmontage ist das Anbringen der Abrutschsicherungen notwendig. Die Modulabrutschsicherung M6 bzw. M8 sind in den Montagebohrungen am Modulrahmen zu befestigen (Abbildung 118).

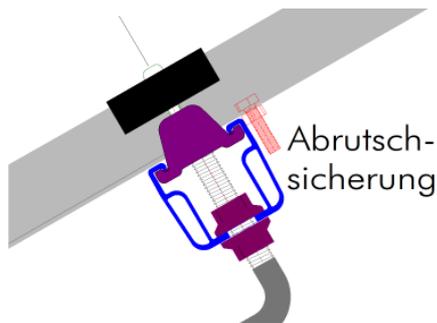


Abbildung 118: Abrutschsicherung bei Modulhochkantmontage

Montagesystem-komponenten	Anzugs-momente
Mittelklemme	12 Nm
Endwinkel	8-10 Nm

Das Solarmodul muss an mindestens 4 Stellen (an jeder Längsseite zwei) geklemmt werden. Dabei sind die Vorgaben der Modulhersteller zu beachten.

Für die Befestigung des ersten Moduls sind die Endwinkel in die Schienen am Modulfeldrand vorab einzudrehen. Danach wird das Modul bündig an die Endwinkel geschoben. Die Endwinkel können dabei bündig mit der C-Schiene abschließen und sind mit dem erforderlichen Anzugsmoment von 8 – 10 Nm anzuziehen. Hierfür ist ein Überstand der C-Schiene über die Modulaußenkante von mindestens 13 mm notwendig (Abbildung 119).

Neben dem bereits befestigtem Modul ist nun die Mittelklemme in die C-Schiene einzudrehen und bündig anzuschließen. Anschließend wird das nächste Modul an die Mittelklemme geschoben und mit dem notwendigen Anzugsmoment befestigt (Abbildung 119). Auf diese Weise werden die folgenden Module mit einem Modulabstand von 12 mm montiert. Das letzte Modul wird wiederum mit einem Endwinkel befestigt. Zwischen den Modulen ist entlang der kurzen Seite ein Spalt von mindestens 10 mm einzuhalten.

Bei der Montage der Endwinkel und Mittelklemmen ist zur sicheren Modulbefestigung darauf zu achten, dass die Schraubenachse senkrecht zur Schienenachse steht bzw. die Breite der Modulklemmen deckungsgleich mit der Schienenbreite ist. Auf eine richtige Montage der Klemmen ist besonders bei steilen Dächern zu achten.

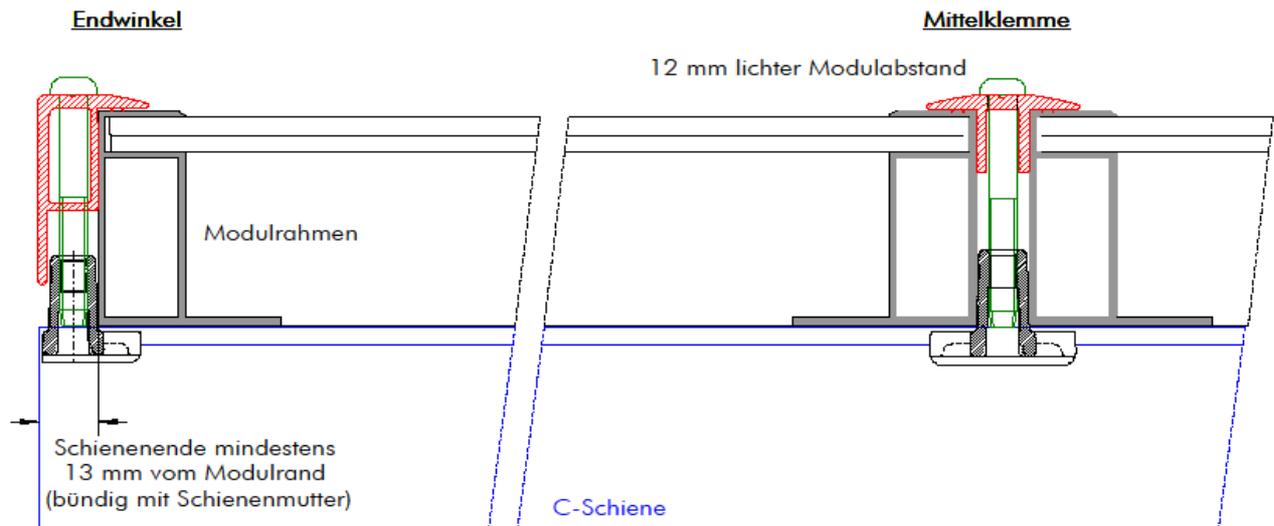


Abbildung 119: Mittelklemme und Endwinkel

6.6.2 Modulbefestigung bei Modulquermontage

Montagesystem-komponenten	Anzugs-momente
Mittelklemme	10 Nm
Endwinkel	7 Nm

Da die Module direkt auf den Klemmen aufgesetzt werden (Abbildung 115), muss die Klemmenmontage zeitgleich mit der Modulbefestigung erfolgen. Das erste Modul wird auf das vorab montierte Endwinkel-Set gelegt und an den Endwinkel geschoben. Danach ist das Modul leicht anzuheben und das Mittelklemmen-Set ist unter dem angehobenen Modul zu platzieren. Nach dem Ablegen des Moduls ist die Falzklemme mit dem vorgegebenen Anzugsmoment am Falz zu befestigen. Nun kann der Endwinkel mit einem Anzugsmoment von 7 Nm angezogen werden. Das Anziehen der Mittelklemmen (Anzugsmoment 10 Nm) erfolgt erst nach dem Einlegen des nachfolgenden Moduls. Nach spätestens 4 m ist eine Dehnfuge von 20 mm einzubauen. Das bedeutet die Modulfeldgröße ist zu begrenzen, dies erfolgt durch den Abschluss des Feldes mit Endwinkeln. Das neue Modulfeld beginnt nach 20 mm Abstand wieder mit Endwinkeln. Zwischen den kurzen Seiten der Module ist ein Abstand von 10 mm einzuhalten.

7 MHHnovotegra für Flachdach

7.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra 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 bauseits hinsichtlich Verträglichkeit und Beständigkeit der Materialien auf die jeweiligen Anforderungen der Flachdachabdichtungsbahnen zu prüfen. Die Prüfung der Dachbeschaffenheit hat bauseits 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 bauseits 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. Die Grundschielen sind 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 bauseits durch den Installateur in Abstimmung mit dem Bauherrn / Statiker zu erfolgen. MHH liefert lediglich den Ballastplan und trifft keine Aussagen zur Dach- bzw. Gebäudestatik.

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

- Mindesthöhe der Attika: 20 cm
- Mindestabstand Attika / Modul: 50 cm
- Dachneigung: max. 5 Grad
- Modulbreite: 1.000 mm +/- 25 mm

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

- Aufständering offen – Modulwinkel 13° bis 25° frei wählbar
- Aufständering geschlossen – Modulwinkel fix bei 13°
- Aufständering Ost-West – Modulwinkel fix bei 13°

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

Werkzeug	Montagesystemkomponente
Akkuschrauber	
Drehmomentenschlüssel	
Spezialnuss SW 8	Modulbefestiger-Set, Modulstützen-Set und Befestigungsschrauben

7.2 Schienenverlängerung und Dehnfugen

7.2.1 Allgemeines

Aufgrund temperaturbedingter Längenausdehnungen sind bestimmte Grenzen bzgl. der Schienenlängen einzuhalten und Dehnfugen anzuordnen. Die Verlängerung der Schienen erfolgt mit dem Verbinder Grundschiene bzw. Verbinder Basisprofil. 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 MHHnovotegra für Flachdach.

7.2.2 Schienenverlängerung

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 120 dargestellt verschraubt.



Abbildung 120: Verbinder Grundschiene und Verbinder Basisprofil in eingebautem Zustand

Da in der Planung versucht wird durch die unterschiedlichen Schienenlängen für die Grundschiene 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 – Grundschiene und Basisprofile – darf maximal 10 cm betragen.

7.2.3 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.

7.2.4 Dehnfugenausbildung durch Loslager

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 7.2.3 beschrieben, unterbrochen werden. Der Schienenstoß als Loslager ist wie in Abbildung 121 dargestellt auszuführen.



Abbildung 121: Dehnfugenausbildung durch Loslager: Grundschiene (links) und Basisprofil (rechts)

Beim Loslager sind die Verbinder Grundschiene und Verbinder Basisprofil mittig unter den beiden angrenzenden Schienen anzuordnen und auf der Festseite mit jeweils vier Schrauben zu fixieren. Der Abstand der Grundschiene bzw. Basisprofile zueinander, also das Dehnfugenspaltmaß beträgt 5,0 cm. 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 Aufständering geschlossen sind die Dehnfugen auch auf die Windleitbleche zu übertragen, d. h. im Bereich von Basisprofil-Loslager dürfen die Windleitbleche im Stoßbereich nicht miteinander verschraubt werden.

7.3 Aufständering offen

7.3.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra 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 MHHnovotegra 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° bis 25° frei wählbar.

Der statische Nachweis der Unterkonstruktion, der für diese Aufständeringvariante erforderliche Ballast und die Detailplanung erfolgt durch die Fa. MHH Solartechnik.

7.3.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 122) wird, bei zusammenhängenden Modulfeldern in vier Bereiche eingeteilt.

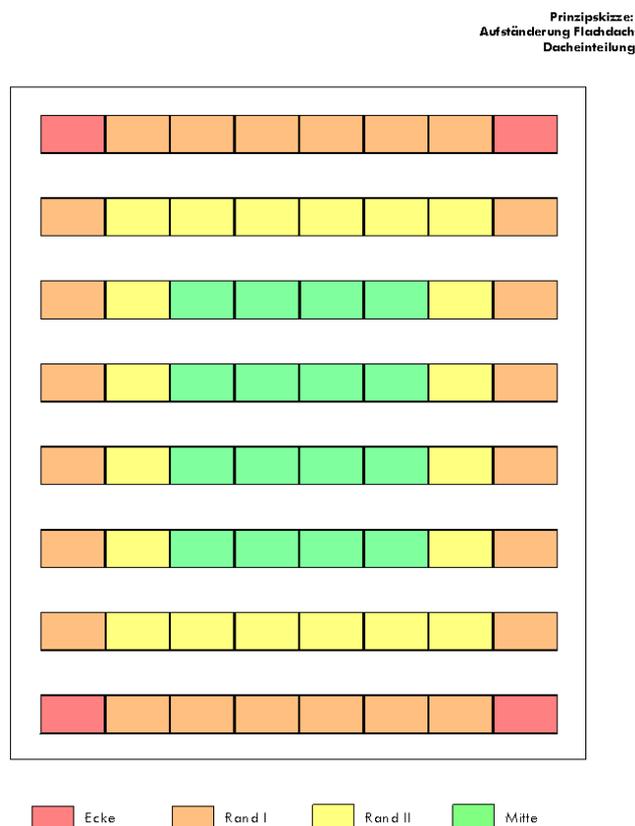


Abbildung 122: Prinzipiskizze Dacheinteilung

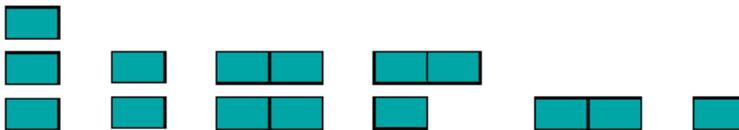
7.3.3 Anordnung der Module

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 123 dargestellt.

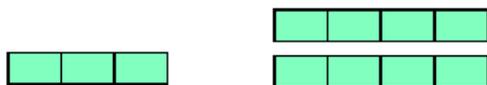
**Prinzipskizze:
Aufständigung Flachdach
Blockbezeichnung**

Beispiele:

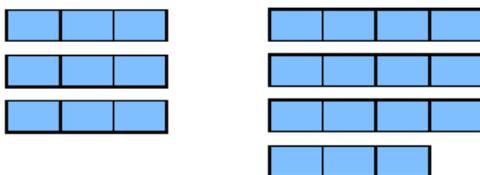
Einzelmodul



Einzelreihe (min. 3 Module nebeneinander)



Block (min. 3x3 Module)



Anlage

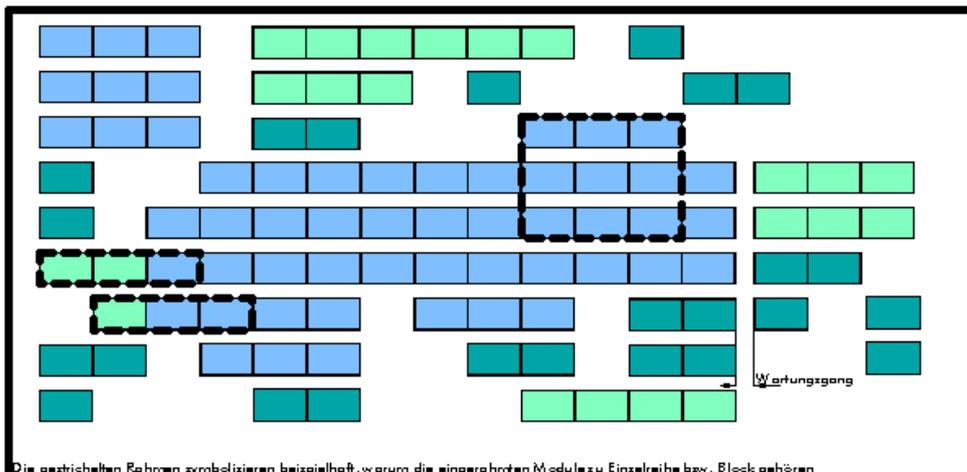


Abbildung 123: Beispiele für Einzelmodule, Modulreihen und Modulblöcke

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 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 124 dargestellt.

N1	N2	N3	N2	N1	
M1	M2	M3	M2	M1	
S1	S2	S3	S2	S1	

Abbildung 124: Blockbezeichnungen

7.3.4 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 Dachöffnungen, Lüftungsrohren und sonstigen Dachaufbauten kann sich der Standardabstand der Grundschielen ändern. Die Abstandsmaße sind ebenfalls dem Montageplan zu entnehmen.

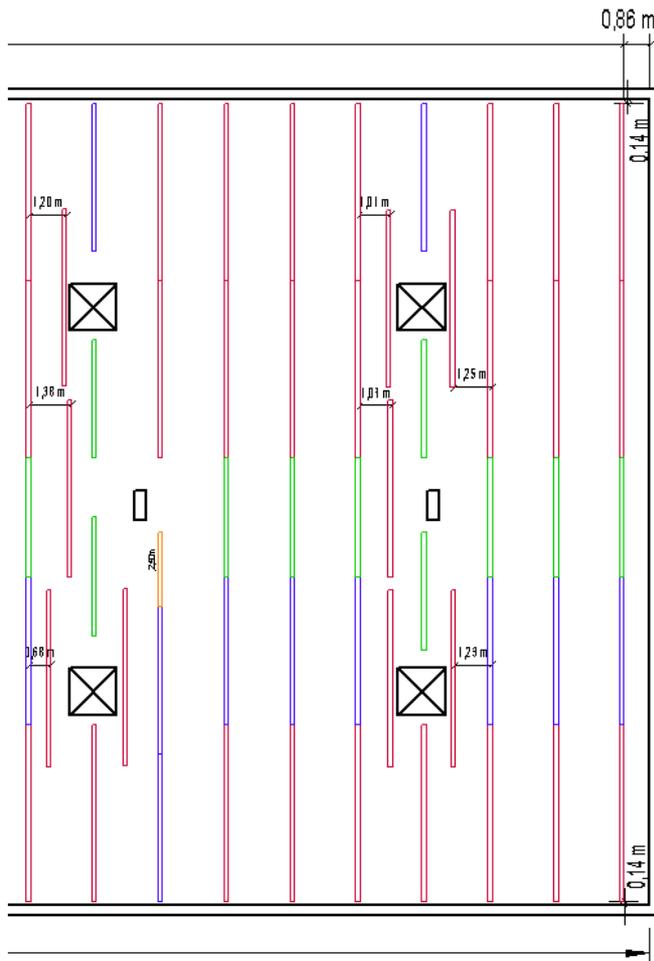


Abbildung 125: Montageplan Grundschiene (Planausschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhaltes des Montageplan Grundschiene wird auf das Kapitel „Planung von Flachdachanlagen mit MHHnovotegra 2.2“ verwiesen.

7.3.5 Anordnung der Basisprofile

Die Basisprofile bilden die Modultragschiene. Sie liegen auf den Grundschienen 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 126).



Abbildung 126: 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 Basisprofil­längen. Die Basisprofile sind im Stossbereich unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder Basisprofil zu verlängern.

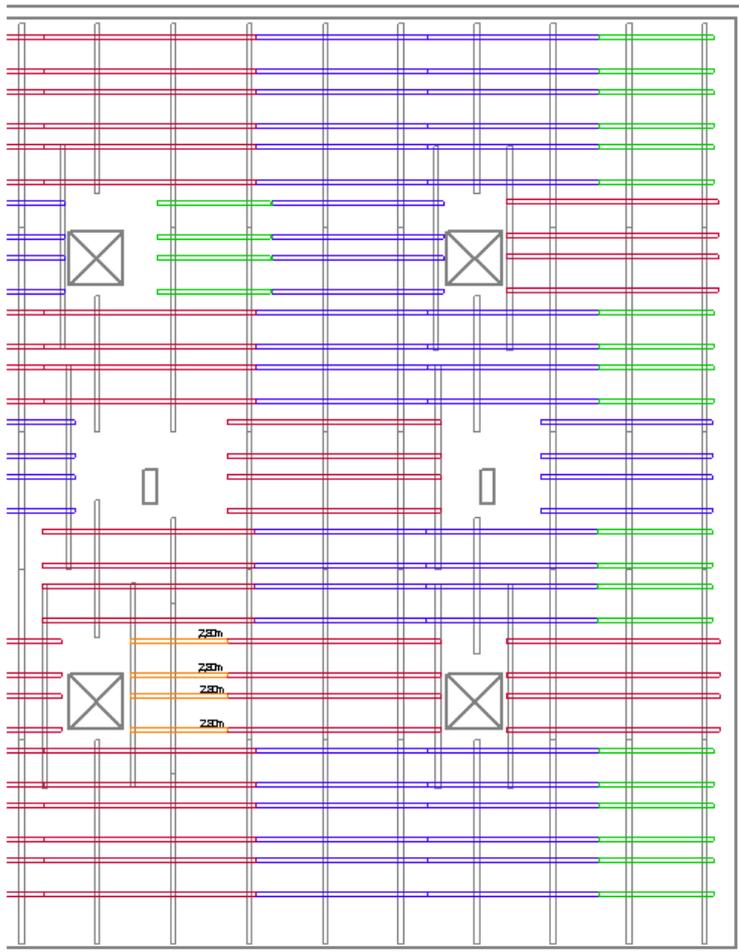


Abbildung 127: Montageplan Basisprofile (Planausschnitt als Beispiel)

7.3.6 Befestigung der Basisprofile



Abbildung 128: Befestigungsschraube Flachdach



Abbildung 129: Befestigungsschraube Flachdach spanlos

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt entweder mit der „Befestigungsschraube Flachdach“ (Abbildung 128) oder der „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ (Abbildung 129) 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 130). 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 130 links) und an den Kreuzungspunkten im Mittenbereich der Modulfelder mit jeweils 2 Bohrschrauben (Abbildung 130 mitte) mit der Grundschiene zu verschrauben.

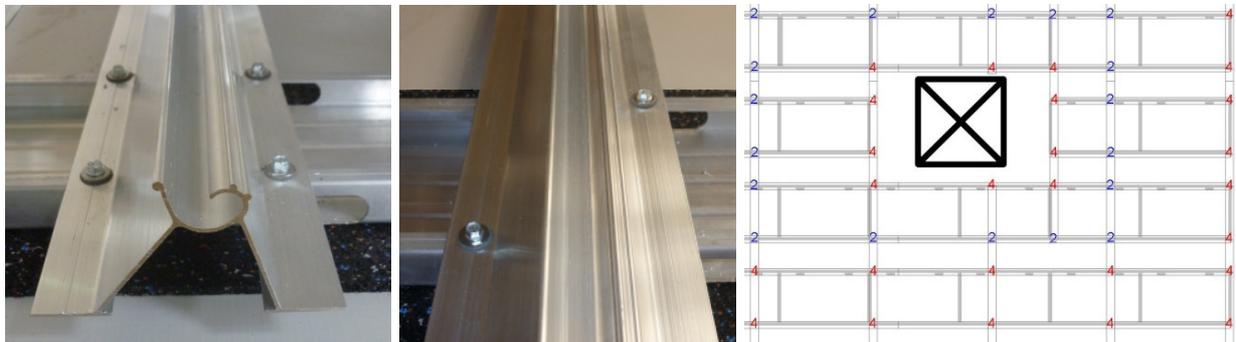


Abbildung 130: Befestigung Basisprofile auf Grundschiene

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.

7.3.7 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.

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.

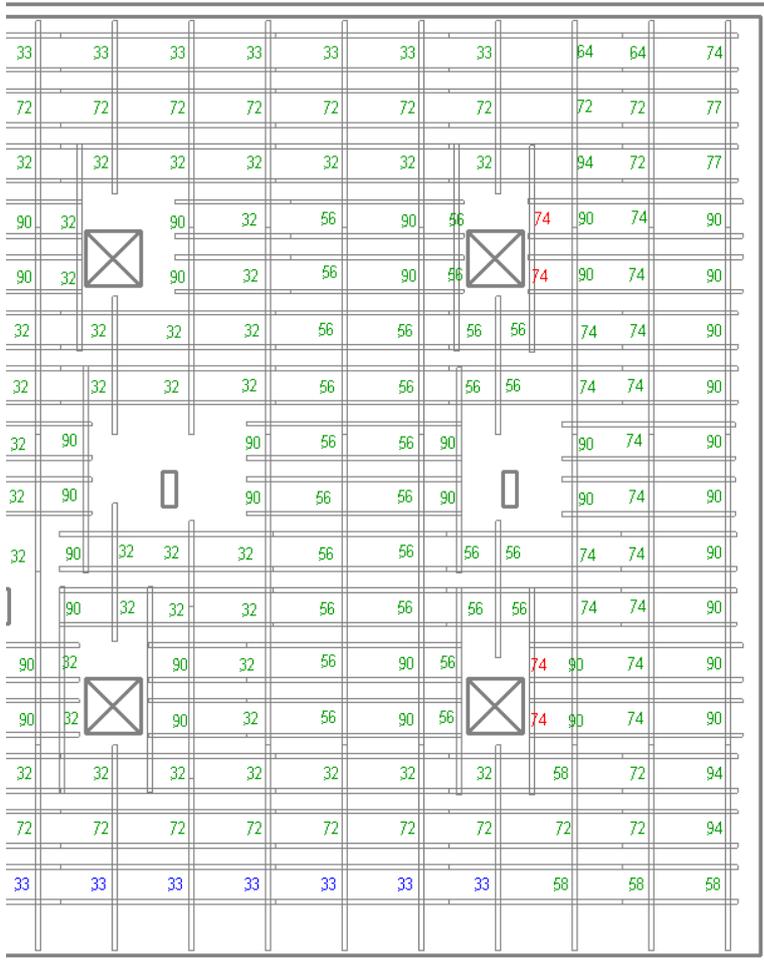


Abbildung 131: Ballastplan (Planausschnitt als Beispiel)

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 132). Alternativ dazu kann, wie nachfolgend beschrieben, auch eine Ballastwanne zum Einlegen des Ballastes verwendet werden.



Abbildung 132: 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 132). Die Ballastwanne wird seitlich in die Grundschiene eingehängt und kann beidseitig verlegt werden. Sie dient so auch der sicheren Auflage für großformatige Steine.

7.3.8 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 133).



Abbildung 133: Montage „Modulbefestiger-Set“ hinten (links) und vorne (rechts)

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 134). 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.

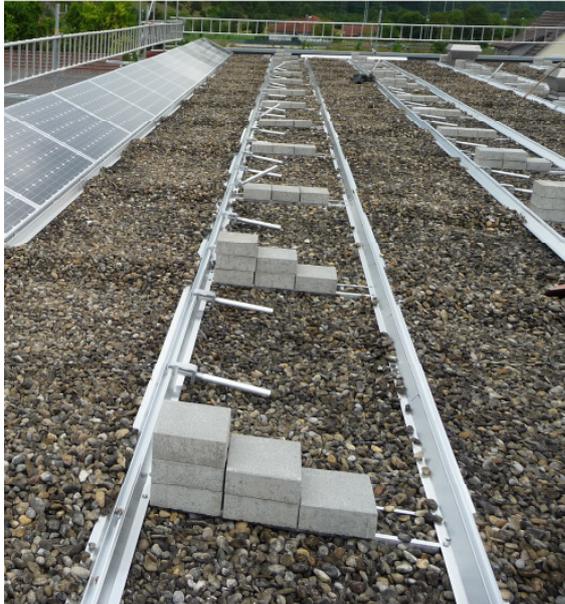


Abbildung 134: Eingelegte Modulstützen-Set

Über das Gewinde der Modulstützen kann das Modul stufenlos auf den gewünschten Aufständigungswinkel eingestellt werden (Abbildung 135). Erst nach dem Ausrichten der Module sind die Modulstützen über die Schraube am „Modulbefestiger-Set hinten“ zu fixieren.



Abbildung 135: Höhenverstellbare Modulstützen

Zur Lagesicherung der Module sind diese über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ zu sichern (Abbildung 136). Dabei gilt, dass an sämtlichen Modulen an den Randspalten (Dachränder, Wartungsgänge, Dehnfugen mit Modulfeldunterbrechung), die äusseren Modulbefestiger vorne zu sichern sind.



Abbildung 136: 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 Bohrschraube in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und auf der äußeren Seite neben dem Modulbefestiger 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.

7.4 Aufständering geschlossen

7.4.1 Allgemein

Im folgenden Kapitel wird die Montage des Montagesystems MHHnovotegra 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 MHHnovotegra 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. MHH Solartechnik.

7.4.2 Dacheinteilung

Die Aufteilung des Daches (Abbildung 137) wird, bei zusammenhängenden Modulfeldern in vier Bereiche eingeteilt.

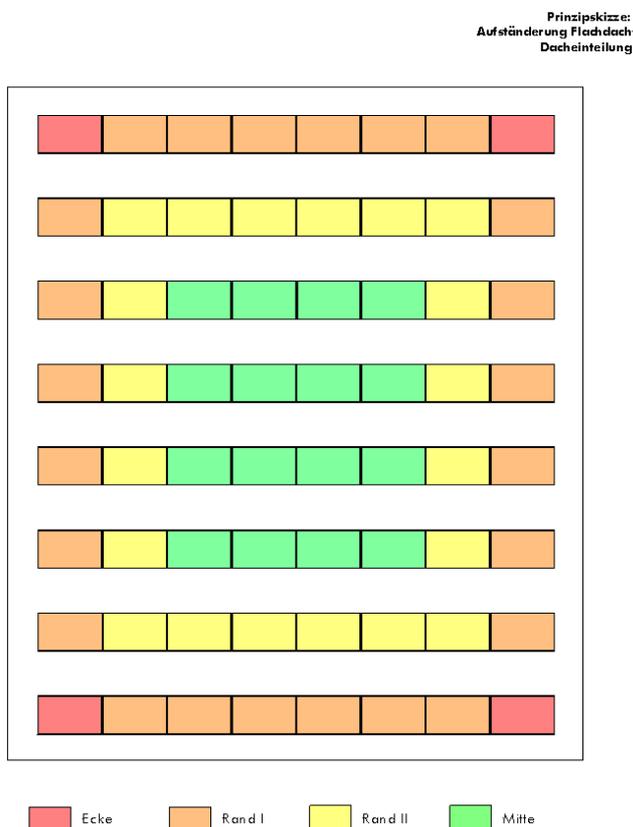


Abbildung 137: Prinzipskizze Dacheinteilung

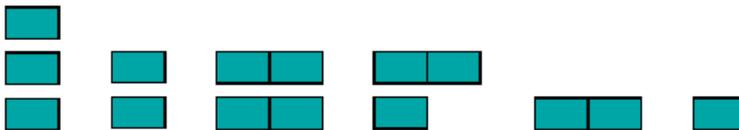
7.4.3 Anordnung der Module

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 138 dargestellt.

**Prinzipskizze:
Aufständigung Flachdach
Blockbezeichnung**

Beispiele:

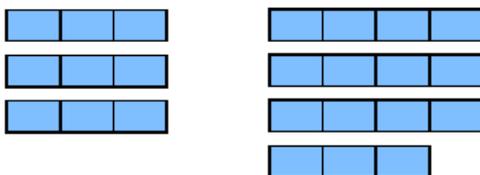
Einzelmodul



Einzelreihe (min. 3 Module nebeneinander)



Block (min. 3x3 Module)



Anlage

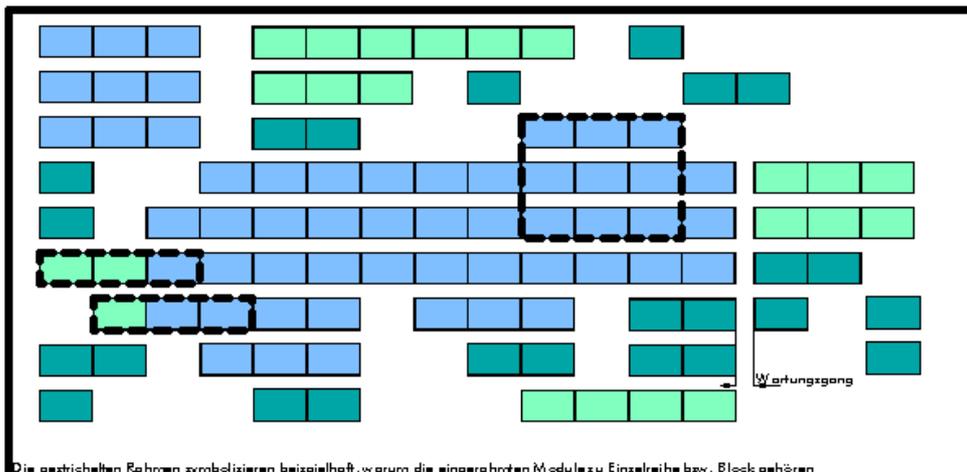


Abbildung 138: Beispiele für Einzelmodule, Modulreihen und Modulblöcke

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 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 139 dargestellt.

N1	N2	N3	N2	N1	
M1	M2	M3	M2	M1	
S1	S2	S3	S2	S1	

Abbildung 139: Blockbezeichnungen

7.4.4 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 kann sich der Standardabstand der Grundschielen ändern. Im Bereich von Dachöffnungen, Lüftungsrohren und sonstigen Dachaufbauten kann sich der Standardabstand der Grundschielen ändern. Die Abstandsmaße sind ebenfalls dem Montageplan zu entnehmen.

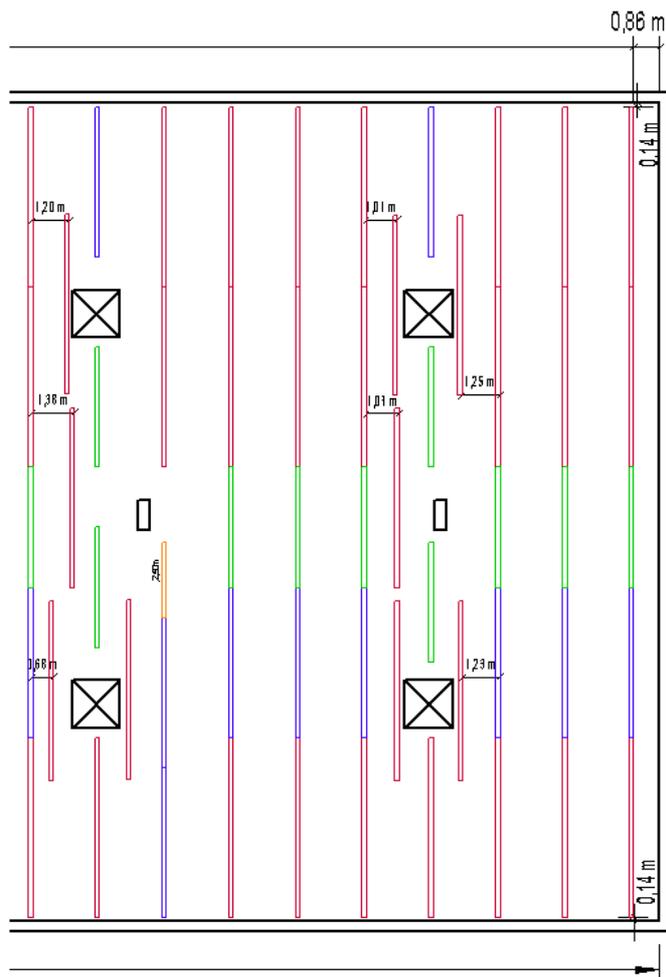


Abbildung 140: Montageplan Grundschiene (Planausschnitt als Beispiel)

Bzgl. des Inhaltes des Montageplan Grundschiene wird auf das Kapitel „Planung von Flachdächanlagen mit MHHnovotegra 2.2“ verwiesen.

7.4.5 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 141).



Abbildung 141: 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 Basisprofil­längen. Die Basisprofile sind im Stossbereich unter Berücksichtigung der Dehnfugenabstände mit dem Verbinder Basisprofil zu verlängern.

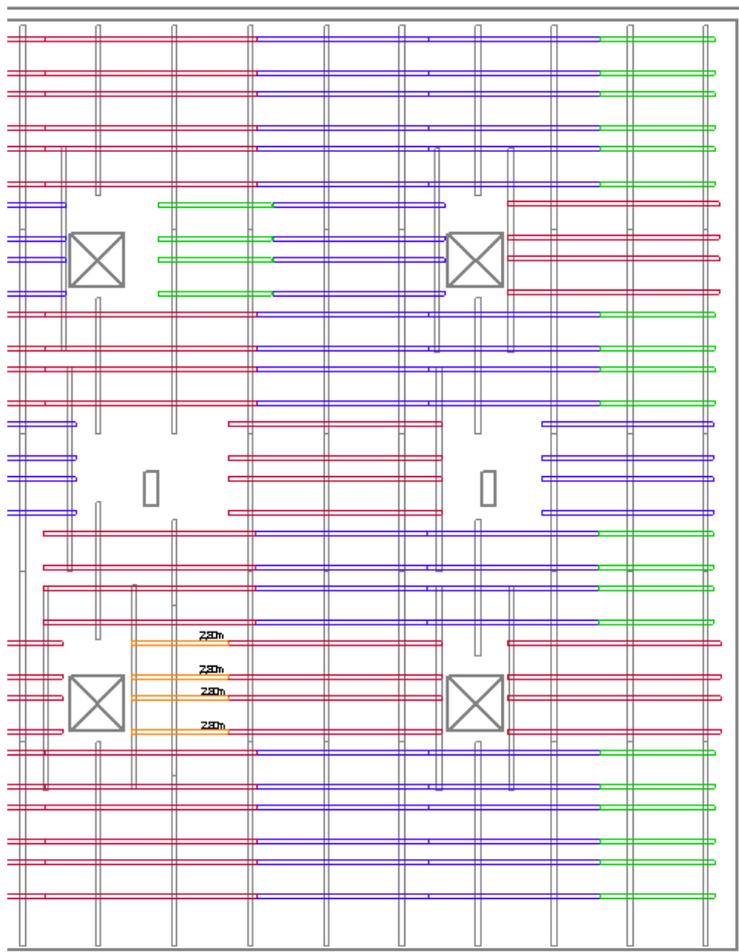


Abbildung 142: Montageplan Basisprofile (Planausschnitt als Beispiel)

7.4.6 Befestigung der Basisprofile



Abbildung 143: Befestigungsschraube Flachdach

Abbildung 144: Befestigungsschraube Flachdach spanlos

Die Befestigung des Basisprofils erfolgt entweder mit der „Befestigungsschraube Flachdach“ (Abbildung 143) oder der „Befestigungsschraube Flachdach spanlos“ (Abbildung 144) 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 145). 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 145 links) und an den Kreuzungspunkten im Mittenbereich der Modulfelder mit jeweils 2 Bohrschrauben (Abbildung 145 mitte) mit der Grundschiene zu verschrauben.

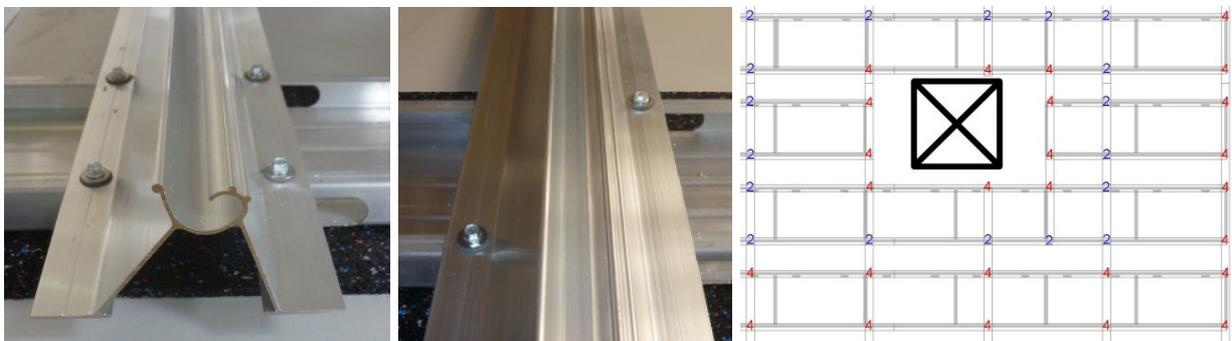


Abbildung 145: Befestigung Basisprofile auf Grundschiene

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.

7.4.7 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.

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.

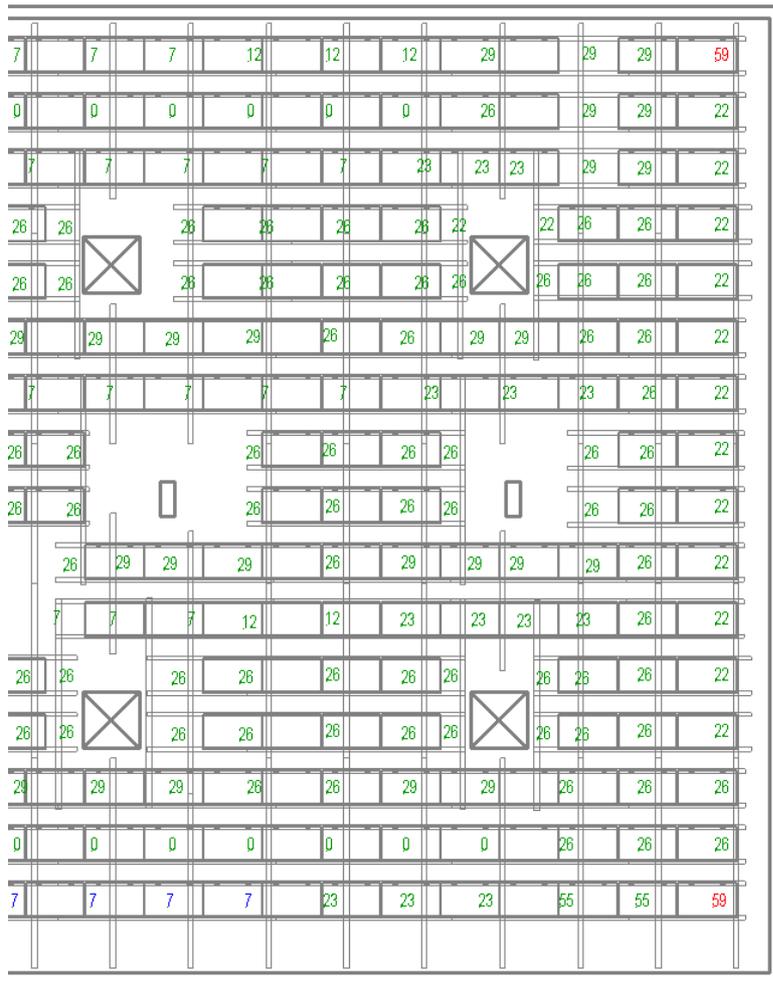


Abbildung 146: Ballastplan (Planausschnitt als Beispiel)

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 geschlossen nur in besonderen Fällen benötigt.

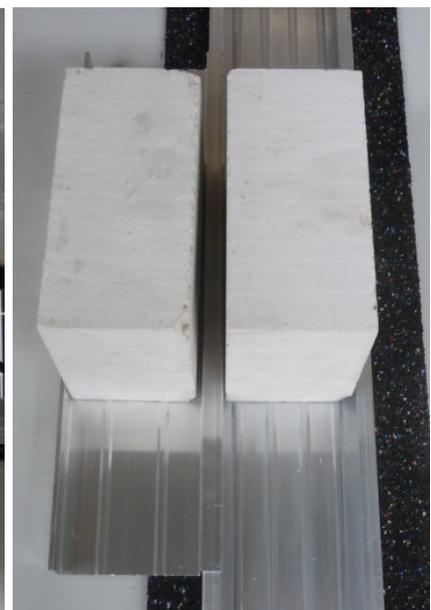
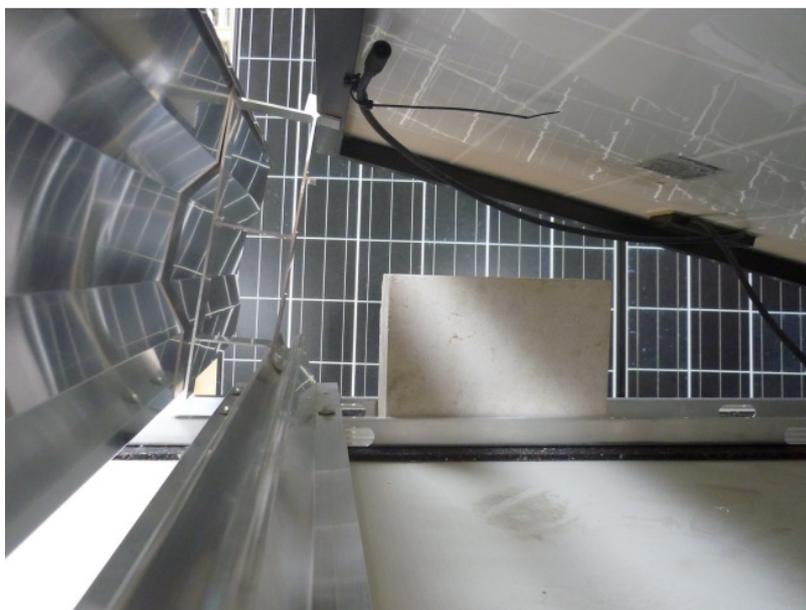


Abbildung 147: Ballastverteilung auf Grundschiene (links) oder über die Ballastwanne (rechts)

Vorzugsweise ist der Ballast unter das Modul zu legen. Reicht der vorhandene Platz nicht aus, kann zusätzlicher Ballast über die Ballastwanne aufgelegt werden (Abbildung 147). Die Ballastwanne wird seitlich in die Grundschiene eingehängt und kann beidseitig verlegt werden. Sie dient so auch der sicheren Auflage für großformatige Steine.

7.4.8 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 148).



Abbildung 148: Montage „Modulbefestiger-Set“ vorne

Zeitgleich können die Modulstützen-Sets in die hinteren Basisprofile eingelegt werden (Abbildung 149). 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 149: Eingelegte 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 150 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 150 rechts). Um temperaturbedingte Längenänderungen aufnehmen zu können dürfen im Bereich von Basisprofil-Loslagern die angrenzenden Windleitbleche nicht miteinander verschraubt werden.

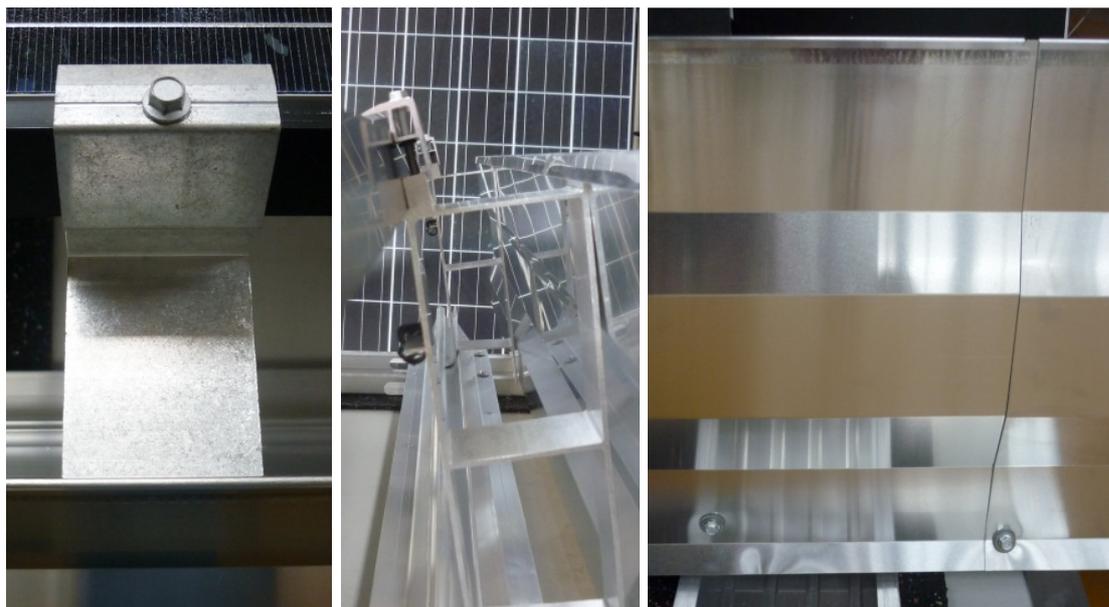


Abbildung 150: Montage Windleitbleche

Zur Lagesicherung der Module sind diese über eine Bohrschraube am „Modulbefestiger-Set vorne“ zu sichern (Abbildung 151). Dabei gilt, dass bei sämtlichen Modulen an den Randspalten (Dachränder, Wartungsgänge, Dehnfugen mit Modulfeldunterbrechung), die äusseren Modulbefestiger vorne zu sichern sind.



Abbildung 151: 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 Bohrschraube in der Führungsnut der Eindrehschnecke anzusetzen und auf der äusseren Seite neben dem Modulbefestiger 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.

8 Montagesystemerdung / Elektrische Installation

8.1 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 (siehe Kapitel 4) 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.

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 152 I). ODER
- Erdungsleitung mit mindestens 16 mm² (blitzstromtragfähig, Kupfer, nicht feindrätig) angeschlossen, Abbildung 152 II). 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 mm² (Empfehlung 16 mm²) 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.

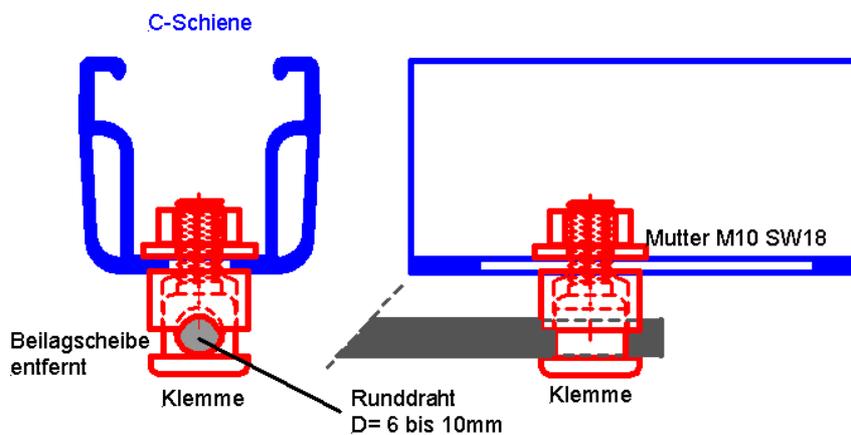
Kann dieser Trennungsabstand "s" zu den Blitzfang- und Ableiteinrichtungen (Maschen) nicht eingehalten werden, so muss der PV-Generator auf kürzestem Weg mittels Erdungsverbindern an den äußeren Blitzschutz angeschlossen werden. Dabei reicht es aus, jeweils eine der beiden

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 bauseits erforderlich). Anbringung des Erdungsverbinders an der C-Schiene wie in Abbildung 152 I) 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 16mm²

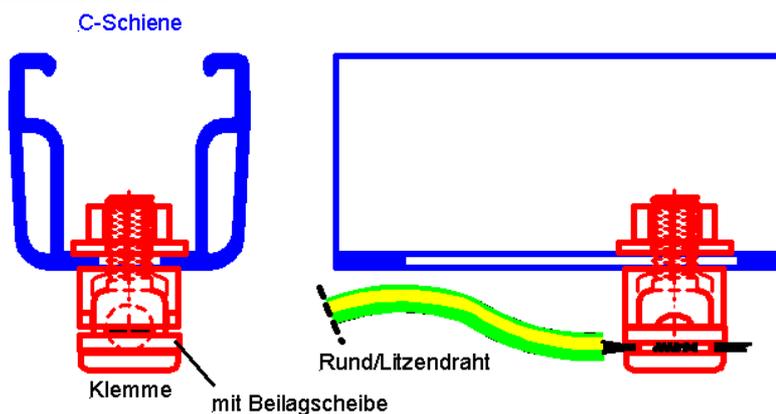


Abbildung 152: Anbindung des Montagesystems an die Erdung mittels MHHnovotegra-Erdungsverbinder

8.2 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. Die Dachdurchführung kann mit Lüfterziegeln oder Aussparungen an den Ziegeln realisiert werden. Es 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.

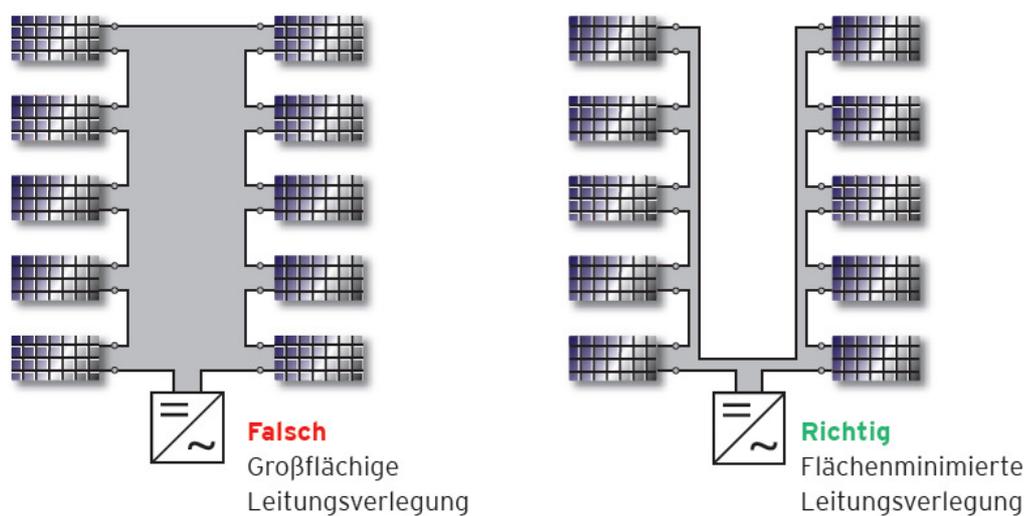


Abbildung 153: Richtige Leitungsverlegung – Vermeidung von Leiterschleifen

9 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 A2	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	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 57185	Sowie VDE 0185 – Errichtung einer Blitzschutzanlage und VDS 2010
TAB 2000	Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz

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
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)
Aluminium	
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
Stahl	
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
Holz	
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 MHHnovotegra

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 bauseits 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. MHH 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 bauseits vom Installateur zu erfolgen. Bauseits ermittelte Reibbeiwerte können berücksichtigt werden und sind MHH für die Berechnung zur Verfügung zu stellen. MHH 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 von MHH - 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 MHHnovotegra Montagesystems Rücksprache mit ihrem MHH-Vertriebsteam oder – bei nicht von MHH gelieferten Komponenten – mit dem betreffenden Hersteller halten.

Bei der Erstellung der Angebote zu MHHnovotegra 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.

MHH Solartechnik GmbH haftet nicht für Schäden infolge unsachgemäßer Handhabung der verbauten Teile.

MHH Solartechnik 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 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 Z-9.1-519 sowie Z-9.1-453.

Örtliche Bau- und Sicherheitsvorschriften sind ebenfalls einzuhalten.

Notizen:



Hauptsitz Tübingen

Eisenbahnstraße 150
D-72072 Tübingen
Fon +49 7071 98987-0
Fax +49 7071 98987-10
info@mhh-solartechnik.de
www.mhh-solartechnik.de
Zertifiziert nach ISO 9001:2000

Vertriebsbüro München

Plinganserstraße 8
D-81369 München
Fon +49 89 386670-0
Fax +49 89 386670-10
mue@mhh-solartechnik.de

Vertriebsbüro Nürnberg

Rilkestrasse 20
D-90419 Nürnberg
Fon +49 911 216646-0
Fax +49 911 216646-10
nue@mhh-solartechnik.de

Vertriebsbüro Duisburg

Philosophenweg 21
D-47051 Duisburg
Fon +49 203 348596-0
Fax +49 203 348596-10
dui@mhh-solartechnik.de

Vertriebsbüro Braunschweig

Packhofpassage 3
38100 Braunschweig
Fon +49 531 6094012-0
Fax +49 531 6094012-10
bsg@mhh-solartechnik.de