



Schletter Solar Montagesysteme *Systemstatik Grundaufführung Flachdach*

INHALT	SEITE
1 Grundlagen	1
2 Querträgerprofile	12
3 Standard-Befestigungselemente und Sonderbefestigungen	14
4 Auflasten für Flachdachstützen	15
5 Fassadenstützen	15
6 Stützelemente für Flachdachmontage	16
7 Aufständersysteme CompactVario und Compact Grid	17
8 Freifächensysteme	18
9 Foliendachsystem IsoTop	19
10 Klemmsysteme und Verbindungsmittel	20

Anlagen zur Systemstatik: Anwendungstabellen zur Dimensionierung der Gestellkomponenten

Diese vorliegende Systemstatik Grundaufführung Flachdach enthält folgende Anlagen:

- Anlage 2 (Solo05/ Profi05/ ProfiPlus05)
- Anlage 7
- Anlage 8
- Anlage 9

Die komplette Systemstatik Art.Nr. I400077DE mit allen Anlagen 1-14 erhalten Sie gegen eine Schutzgebühr unter:
bestellung@schletter.de

Anlage 1	Querträger bei Schrägdachmontage
Anlage 2	Querträger bei aufgeständerter PV Montage (Flachdachmontage)
Anlage 3	Kreuzschienensysteme (GridNorm) und Plandach 5
Anlage 4	Dachhaken mit Aufsitzen/ Dachhaken ohne Aufsitzen (Schrägdachmontage)
Anlage 5	Befestigungen bei Schrägdachmontage
Anlage 6	Fassadenstützen
Anlage 7	Stützrahmen Light07
Anlage 8	Stützrahmen Profi07
Anlage 9	Auflasten für Stützrahmen Light07 und Profi07
Anlage 10	Gründachstütze
Anlage 11	Sonderstütze VarioTop
Anlage 12	Sonderstütze PrimaTop (Alu 3mm)
Anlage 13	CompactVario und Compact Grid
Anlage 14	Freifächensystem PvMax3

1. Grundlagen

1.1 Einleitung

Solaranlagen zur Gewinnung von thermischer und elektrischer Energie werden im Regelfall unter der Prämisse einer maximalen Ausbeute an der Außenhülle von bestehenden und neu errichteten Gebäuden installiert. Die meisten Anwendungsfälle betreffen den Schrägdach- und den Flachdachbereich. Bei günstiger Gebäudeausrichtung gestatten auch Fassadenmontagen einen wirtschaftlichen Einsatz von Solarmodulen. Tendenziell gewinnen aber auch Freilandanlagen zunehmend an Bedeutung. Mit der Montage außerhalb einer schützenden Gebäudehülle sind die hochwertigen und empfindlichen Solarmodule den örtlichen Umweltbedingungen ausgesetzt, von denen für die Planung einer Photovoltaikanlage Lastenwirkungen aus Wind und Schnee von grundlegender Bedeutung sind. Für die Positionierung der Solarmodule in einer solartechnisch günstigen Ausrichtung und Neigung sind Aufstellung und Befestigungssysteme erforderlich, deren Entwicklung, Herstellung und Vertrieb zum Geschäftsbereich der Schletter Solar-Montagesysteme GmbH gehören.

Langjährige Erfahrung und die Einbeziehung von externen Fachleuten und wissenschaftlichen Einrichtungen stehen für die Kompetenz und den qualitativen Anspruch, den die Firma Schletter für sich erhebt. Für die komplexe Aufgabenstellung der Planung und der statischen Dimensionierung der Unterstützkonstruktion ist ein hohes Maß an Fachwissen erforderlich, für das in jedem Einzelfall ein Baustatiker eingeschaltet werden müsste. Da eine individuelle statische Berechnung gerade bei kleineren Anlagen die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprojekts in Frage stellen würde, haben wir in enger Zusammenarbeit mit Fachplanern aus der Baubranche eine Systemstatik erstellt, die unseren Kunden eine Dimensionierung der Tragprofile, Aufständungen und Befestigungen an der Unterkonstruktion gestattet und die den spezifischen statischen Erfordernissen des Aufstellungsortes Rechnung trägt.

1.2 Allgemeine Qualitätsmerkmale

- Bei der Produktion der Bauteile der Schletter Solar Montagesysteme erfolgt eine Qualitätsüberwachung nach den gültigen Normen der DIN ISO 9001:2000. Ergänzend findet neben der produktionsinternen Kontrolle eine Endkontrolle bei der Auslieferung statt. Damit ist gewährleistet, dass alle Befestigungsbauteile von gleich bleibender Qualität sind und auch in der Statik entsprechend ihrer Eigenschaften kalkuliert werden können.
- Nicht alle Produkteigenschaften, Festigkeiten usw. können durch geeignete Modelle statisch behandelt werden. In diesen Fällen lassen wir experimentelle Prüfungen bei anerkannten Prüfinstituten durchführen oder nehmen interne Belastungsprüfungen vor. Die statistisch abgesicherten Tragfähigkeiten integrieren wir in die Systemstatik. Dementsprechend enthalten die Anwendungstabellen an der Realität optimierte Querschnitte und Abmessungen.
- Alle Systemstatiken liegen in Programmform vor. Damit können auch in den Anwendungstabellen nicht enthaltene Werte schnell und preiswert errechnet und dokumentiert werden.
- Die Systemstatik der Befestigungssysteme schließt den Modulrahmen nicht ein. Bei Verwendung der Schletter-PV-Montagesysteme wird jedoch durch die optimale Lage der Querträger eine minimale Belastung des Modulrahmens erreicht. Beachten Sie bitte, dass einige Modulhersteller beispielsweise für eine Unterstützung des Rahmens nur am oberen und unteren Rand (wie in vielen Systemen üblich) keine Garantie übernehmen.

1.3 Individuelle Statik für Einzelanlagen

Für viele Anlagen, insbesondere im öffentlichen Bereich, werden projektspezifische statische Berechnungen für die Einzelanlage gefordert. Durch eine detaillierte Systemstatik erübrigt sich häufig ein individueller Einzelnachweis für die Anlage. In entsprechenden Fällen können die projektbezogenen Auszüge der Systemstatik zusammen mit den Daten der Anlagendimensionierung (Stützenabstände, Anzahl der Dachhaken usw.) eingereicht werden. **Durch die detaillierte Systemstatik kann so in vielen Fällen auf eine aufwändige, projektbezogene statische Berechnung verzichtet, und damit wertvolle Zeit und Kosten eingespart werden. Auf Ihren Wunsch arbeiten wir statische Berechnungen für Sonderanlagen aus.**

1.4 Technische Regelwerke und Normen

Unsere Produkte und die Systemstatik basieren auf den gültigen Normen und technischen Regelwerken und entsprechen damit gleichzeitig den anerkannten Regeln der Technik. Dies gilt sowohl für die Auswahl der Werkstoffe für die Tragprofile und die Verbindungselemente, als auch für die statische Berechnung und die bauliche Durchbildung.

Technische Regelwerke für Werkstoffe:

- DIN 485 Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen; Mechanische Eigenschaften (1994)
- DIN 573 Teil 3: Aluminium und Aluminiumlegierungen; Chemische Zusammensetzung (1994)
- DIN 755 Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen; Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile (1997)
- DIN 10088 Teil 1: Nichtrostende Stähle, Verzeichnis der nichtrostenden Stähle, Ausgabe 11/2001
- DIN 10088 Teil 2: Nichtrostende Stähle, Technische Lieferbedingungen, Ausgabe 12/2001
- DIN 10088 Teil 3: Nichtrostende Stähle, Technische Lieferbedingungen, Ausgabe 12/2001

Technische Regelwerke für die Dimensionierung und die konstruktive Ausführung:

- DIN 1055 Lastannahmen für Bauten, Teil 4: Windlasten, Ausgabe 03/2005
- DIN 1055 Lastannahmen für Bauten, Teil 5: Schnee- und Eislasten, Ausgabe 06/2005
- DIN 1055-100 Einwirkungen auf Tragwerke, Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Ausgabe 03/2001
- Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke, Ausgabe 06/2002
- DIN 4113 Teil 1: Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung, Bauliche Durchbildung und Konstruktion, Ausgabe 05/1980
- DIN 4113 Teil 2: Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung, Berechnung geschweißter Konstruktionen, Ausgabe 09/2002
- DIN 4113 Teil 3: Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung, Ausführung und Herstellerqualifikation, Ausgabe 11/2003
- DIN 18800 Teil 1 (Ausgabe 11/90): Stahlbauten
- Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten

1.5 Lastannahmen

1.5.1 Einführung einer neuen Normengeneration

Die Einwirkungen auf tragende Konstruktionselemente von Photovoltaikanlagen sind nach den einschlägigen technischen Regelwerken des Bauwesens zu ermitteln. Seit dem 01. Januar 2007 sind die Lasteinwirkungen verbindlich nach DIN 1055 Teil 1 1-5 in Verbindung mit dem Sicherheitskonzept nach DIN 1055-100 anzusetzen. Die Regelungen älterer Normen der Reihe DIN 1055 werden damit ohne Übergangsfrist außer Kraft gesetzt. Für Gebäude und Anlagen, die vor diesem Stichtag mit den Lastannahmen der alten Normengeneration geplant und nachgewiesen wurden besteht Bestandschutz, so dass keine neuerliche Bewertung der Tragfähigkeiten mit den Lastannahmen der neuen Normengeneration vorzunehmen ist.

Im Kern enthält die neue Normenreihe in Bezug auf die Aufstellung von Photovoltaikanlagen deutlich präziserte Größen für den Ansatz von Wind- und Schneelasten. Dabei wurde die Einstufung in Schneelastzonen und in Windzonen bedarfsgerecht nach den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen modifiziert. Das bedeutet z.B., dass in den Ansätzen der Schneelasten regionalen Besonderheiten Rechnung getragen wird. In großen Teilen der norddeutschen Tiefebene, aber auch in Flusstälern und tiefer gelegenen Gebieten in Mittel- und Süddeutschland sind statt der bisherigen Mindestschneelast $s = 0,75 \text{ kN/m}^2$ untere Grenzwerte von $s = 0,65 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen. Daraus ergeben sich auch in hoch ausgelasteten Bestandskonstruktionen Reserven, die in vielen Fällen die Aufstellung von Photovoltaikanlagen begünstigen. Anders verhält es sich in höher gelegenen Regionen: Gegenüber der früheren Normung sind in vielen Bereichen höhere Schneelasten anzusetzen. In diesen Bereichen ist die Montage einer Photovoltaikanlage im Regelfall nur im Zusammenhang mit einer Verstärkung der Bestandskonstruktion zu realisieren.

1.5.2 Ständige Lasten (Eigengewicht der Konstruktion)

Das Konstruktionseigengewicht ist mit den Regelungen der DIN 1055 Teil 1 zu erfassen. Speziell für die Fragestellung der PV-Aufstellung sind hier die Materialwichten für die Werkstoffe Stahl und Aluminium angegeben:

$\rho_{\text{Stahl}} = 78,5 \text{ kN/m}^3$ (das entspricht einem Gewicht von 7,85 kg pro Kubikdezimeter)
 $\rho_{\text{Aluminium}} = 27,0 \text{ kN/m}^3$ (das entspricht einem Gewicht von 2,7 kg pro Kubikdezimeter)

Da die exakte Berücksichtigung von Schrauben und Kleinteilen im Regelfall zu einem unzumutbaren Aufwand führen würde, werden diese im Regelfall vernachlässigt. Eine Vernachlässigung lässt sich damit begründen, dass der Eigengewichtsanteil gegenüber den Wind- und Schneelasten von untergeordneter Bedeutung ist.

Die Eigengewichtslasten der Solarelemente sind den Produktblättern der Hersteller zu entnehmen. Je nach Elementtyp und Elementfassung liegen die Eigengewichtslasten in einer Größenordnung zwischen $g = 0,12 - 0,2 \text{ kN/m}^2$.

1.5.3 Schneelasten

Für die Ermittlung der anzusetzenden Schneelasten gilt DIN 1055 Teil 5. In der generellen Vorgehensweise ist für den Standort der geplanten Photovoltaik-Anlage aus der Schneelastzonenkarte für die Bundesrepublik Deutschland die Schneelastzone zu bestimmen. Für die Länder der Europäischen Union stehen ebenfalls entsprechende Kartenwerke zur Verfügung. Mit Informationen zu Angaben über die anzusetzenden Schneelasten stehen wir Ihnen gern zur Verfügung. Die Schneelastzonen für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland sind Bild 1 zu entnehmen.

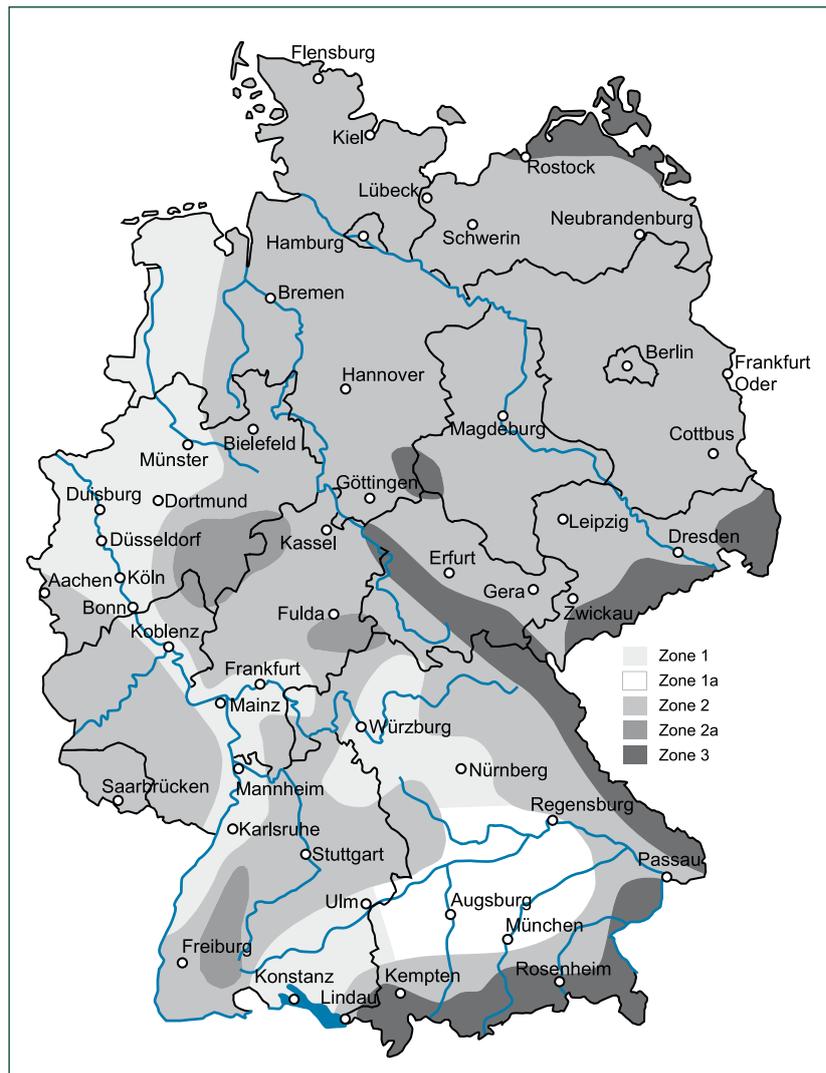


Bild 1: Schneelastzonen und Formbeiwert gemäß DIN 1055 Teil 5; Zone 1a/2a erfordern eine Erhöhung der Schneelast um 25 %

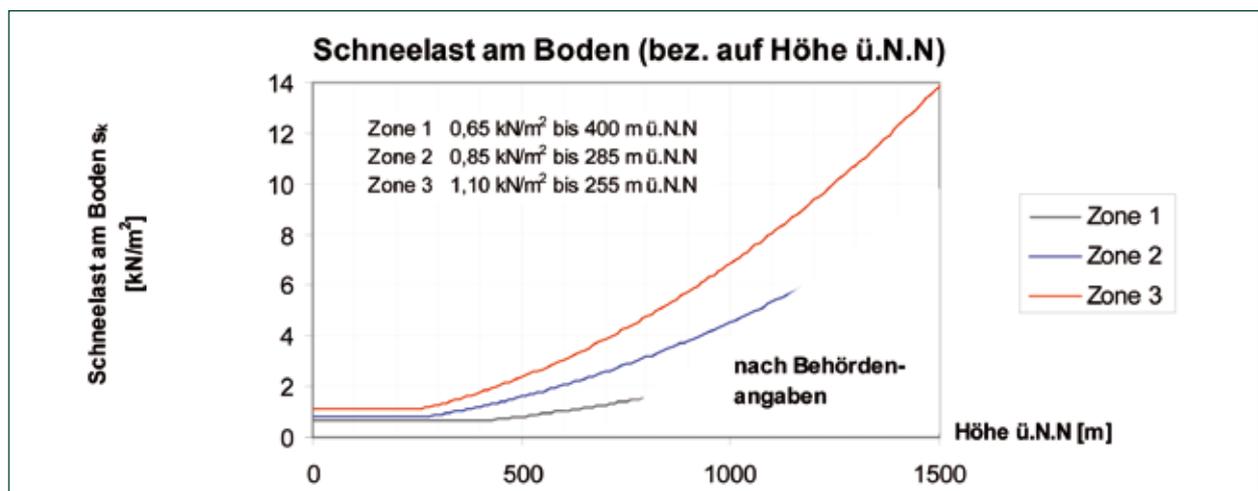


Bild 2: Ermittlung der Schneelasten am Boden gemäß DIN 1055 Teil 5

Die Grundsneelast am Boden kann in Abhängigkeit von der Schneelastzone und der Höhe des Standorts über dem Meeresspiegel aus dem Diagramm in Bild 2 oder aus nebenstehender Tabelle 1 entnommen werden. Der Faktor μ_1 dient der Berücksichtigung der Neigung der Solarmodule gegenüber der Horizontalen. Bei Aufdachmontagen entspricht die Modulneigung der Dachneigung. Die anzusetzende Schneelast ergibt sich zu:

$$s = s_k \cdot \mu_1$$

Zur Verdeutlichung der Vorgehensweise ist in Bild 2 ein Beispiel ausgeführt.

Höhe NN	1	1a	2	2a	3
100	0.65	0.81	0.85	1.06	1.10
200	0.65	0.81	0.85	1.06	1.10
250	0.65	0.81	0.85	1.06	1.10
300	0.65	0.81	0.89	1.11	1.29
350	0.65	0.81	1.04	1.30	1.52
400	0.65	0.81	1.21	1.52	1.78
450	0.74	0.92	1.40	1.75	2.06
500	0.84	1.04	1.60	2.01	2.37
550	0.94	1.18	1.82	2.28	2.71
600	1.05	1.32	2.06	2.58	3.07
650	1.17	1.47	2.31	2.89	3.45
700	1.30	1.63	2.58	3.23	3.86
750	1.44	1.80	2.87	3.59	4.30
800	1.58	1.98	3.17	3.96	4.76
850	1.73	2.17	3.49	4.36	5.25
900			3.83	4.78	5.76
950			4.18	5.22	6.30
1000			4.55	5.68	6.86
1050			4.93	6.17	7.44
1100			5.33	6.67	8.06
1150			5.75	7.19	8.69
1200			6.19	7.73	9.36
1250					10.04
1300					10.76
1350					11.50
1400					12.26
1450					13.05
1500					13.86

Tabelle 1: Schneelasttabelle Deutschland

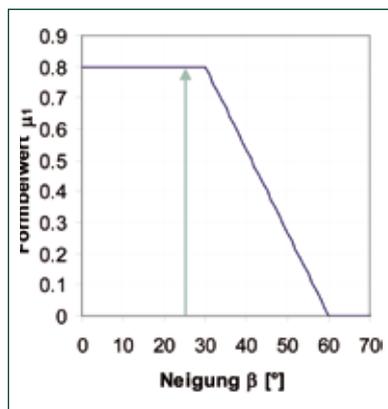


Bild 3: Schneelastbeiwert μ_1

Beispiel:

Bauort: Haag in Oberbayern
 Schneelastzone 2
 Höhe ü.N.N.: 550 m
 Modulneigung $\beta = 25^\circ$

→ $\mu_1 = 0,8$ $s_k = 1,82 \text{ kN/m}^2$ (nach Bild 2)

Schneelast: $s = 1,46 \text{ kN/m}^2$

1.5.1 Windlasten

Die anzusetzenden Windlasten sind in DIN 1055 Teil 4 geregelt. Analog zur Vorgehensweise bei der Ermittlung der Schneelasten ist eine Einstufung des Standorts des PV-Projekts in Windzonen 1-4 vorzunehmen. Mit Ausnahme der küstennahen Gebiete Norddeutschlands ist eine Zuordnung in die Windzone 1 bzw. 2 maßgebend. Neben der Windzone ist auch die Geländesituation in der Umgebung des Projektstandorts zu beachten. Zur Berücksichtigung der Minderung der Windbelastung durch angrenzende Bebauung ist die Einteilung in die Geländekategorien I – IV vorgesehen.

Anhand der Einstufung in die zutreffende Windzone und die lagespezifische Geländekategorie gemäß der Karte (Bild 4) und der Tabelle 2 kann in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe die anzusetzende Windlast unter Verwendung des Diagramms in Bild 5 ermittelt werden. Dazu ist anzumerken, dass für die Gebäudehöhe stets die Firstoberkante, bzw. bei Flachdachmontagen die Oberkante der Solaranlage anzusetzen ist. Zur Verdeutlichung sind die Staudrücke der vereinfachten Lastansätze in Tabelle 3 zusätzlich eingetragen. Bei einer vergleichenden Betrachtung ist festzuhalten, dass der vereinfachte Lastansatz insbesondere bei innerstädtischen Lagen und in Industriegebieten unwirtschaftliche Belastungen liefert. In freien Lagen werden die Windeinwirkungen gegebenenfalls sogar unterschätzt.



Bild 4: Einstufung in Windzonen gemäß DIN 1055 Teil 4

<p>Geländekategorie I: glattes, flaches Land ohne Hindernisse</p>	
<p>Geländekategorie II: Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z.B. landwirtschaftliches Gebiet</p>	
<p>Geländekategorie III: Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete, Wälder</p>	
<p>Geländekategorie IV: Stadtgebiete, bei denen mind. 15% der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet</p>	

Tabelle 2: Einstufung in Geländekategorien gemäß DIN 1055 Teil 4

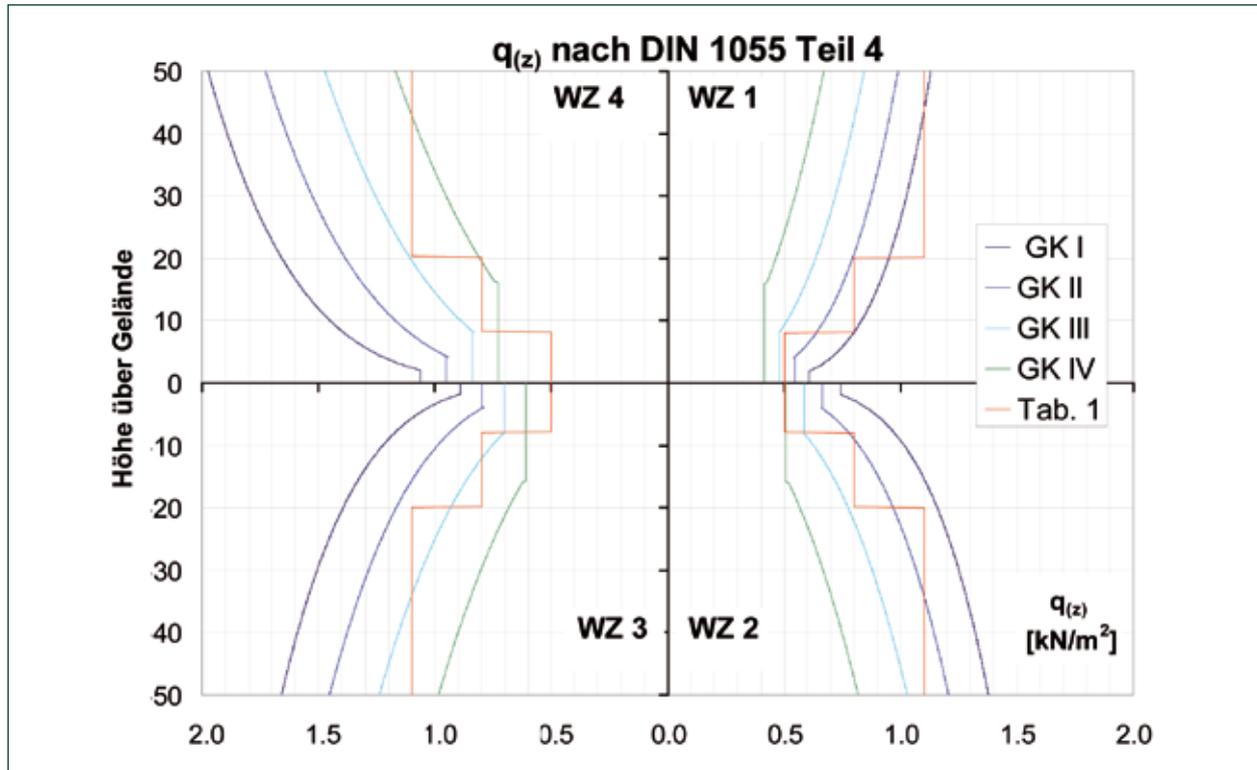


Bild 5: Staudrücke nach genauem und vereinfachtem Verfahren in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe

Für einfache Anwendungen sind in DIN 1055 Teil 5 **vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke** angegeben, die bei Gebäuden mit Bauhöhen $h \leq 25$ m angesetzt werden dürfen. Bei den vereinfachten Geschwindigkeitsdrücken gemäß Tabelle 3 sind drei Abstufungen der Gebäudehöhe zu beachten.

Windzone		Geschwindigkeitsdruck q		
		$h \leq 10$ m	$10 \text{ m} < h \leq 18$ m	$18 \text{ m} < h \leq 25$ m
1	Binnenland	0.50	0.65	0.75
2	Binnenland	0.65	0.80	0.90
	Küste und Inseln der Ostsee	0.85	1.00	1.10
3	Binnenland	0.80	0.95	1.10
	Küste und Inseln der Ostsee	1.05	1.20	1.30
4	Binnenland	0.95	1.15	1.30
	Küste und Inseln der Ostsee	1.25	1.40	1.55
	Inseln der Nordsee	1.40		

Tabelle 3: Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe gemäß DIN 1055 Teil 4

Als Hinweis für den Aufsteller von Photovoltaik-Anlagen ist anzumerken, dass die in DIN 1055 Teil 4 angegebenen Geschwindigkeitsdrücke zur Ermittlung der Windeinwirkungen für eine regelmäßige Oberfläche des anstehenden Geländes gelten. In Sonderfällen mit plötzlichen Geländesprüngen, auf Kuppen und sonstigen exponierten Lagen (Bild 6) können durch eine Verengung des Luftströmungsprofils wesentlich höhere Windeinwirkungen auftreten, die bei der Auslegung der Unterstützungsstruktur von Photovoltaik-Anlagen zu berücksichtigen sind. Sollten bei der Planung einer Anlage entsprechende ungünstige Randbedingungen vorliegen, wird empfohlen einen sachkundigen Fachplaner einzubeziehen. In entsprechenden Fällen helfen wir Ihnen auf Wunsch gerne weiter.

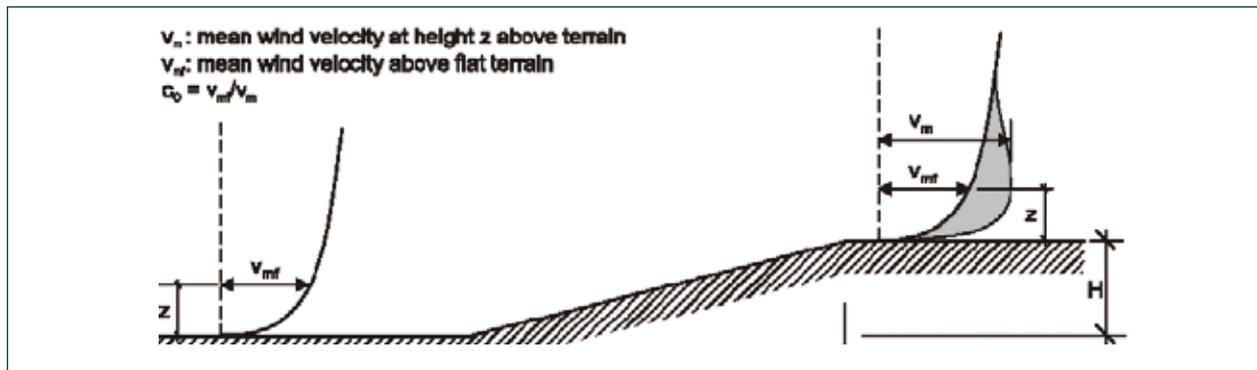


Bild 6: Sonderfall zunehmender Staudrücke durch veränderliche Geländeformationen

Als Voraussetzung für die Anwendung der Systemstatik wurden zuvor die Grundlagen zur Ermittlung der Staudrücke erläutert. Die konkrete Umsetzung in Winddrücke und Windkräfte, die auf die Solarmodule und auf die Unterstützungsstruktur einwirken, ist abhängig von der Gebäudehöhe bzw. der Dachform. In DIN 1055 Teil 5 sind Druck- und Sogbeiwerte c_p für Flachdächer sowie für Pult- und Satteldächer in der Dachmitte und im Rand- und Eckbereich ausgewiesen, die bei der Ermittlung der effektiven Lastgröße zu berücksichtigen sind. Im Eurocode 1 sind zusätzlich Kraftbeiwerte c_f für unterströmte Bauteile in Abhängigkeit vom Neigungswinkel enthalten. Diese Konstellation liegt vor, wenn Dachneigung und Modulneigung nicht übereinstimmen, d.h. wenn eine Aufständigung gegenüber der Dachebene erforderlich ist. Diese Effekte sind in den Anwendungstabellen der Systemstatik bereits eingearbeitet.

Bitte greifen Sie zur Lastermittlung auch auf unseren für Kunden kostenlosen Online-Service zu:

www.schletter.de
 (im Bereich Service)

1.5.5 Lastkombination

Für die Dimensionierung der Profile und den Tragnachweis der Befestigungen zum Anschluss an das Gebäude sind die Einwirkungen aus Eigengewicht, Wind und Schnee nicht jeweils für sich isoliert zu betrachten, sondern entsprechend ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit zu kombinieren. Die Lastannahmen für Wind und Schneelasten sind unabhängig jeweils als dasjenige Ereignis aufzufassen, das in einem 50-jährigen Beobachtungszeitraum nur einmal auftritt oder geringfügig überschritten wird.

Nun ist die Wahrscheinlichkeit, dass aus beiden Lastfällen das ungünstigste Ereignis einer 50-jährigen Periode zeitgleich vorliegt, als äußerst gering zu bewerten. Zur Berücksichtigung dieses Effekts sind in DIN 1055-100 Kombinationsbeiwerte enthalten, die eine Abminderung jeweils 1 Lastfalls gestatten. Unter Berücksichtigung dieser Abminderungen sind insgesamt 3 Lastkombinationen auszuwerten:

Lastkombination 1: $E_d = \gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot s + \Psi_{1,0} \cdot \gamma_q \cdot w = 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot s + 0,6 \cdot 1,5 \cdot w$
 Lastkombination 2: $E_d = \gamma_g \cdot g + \Psi_{1,0} \cdot \gamma_q \cdot s + \gamma_q \cdot w = 1,35 \cdot g + 0,5 \cdot 1,5 \cdot s + 1,5 \cdot w$
 Lastkombination 3: $E_d = \gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot w = 0,9 \cdot g + 1,5 \cdot w$ (abhebende Windeinwirkung)

Bezogen auf den Ansatz der Windeinwirkungen ist zwischen dachparalleler und aufgeständerter Montage zu unterscheiden. Während bei dachparalleler Anordnung flächige Winddruck- und Windsoglasten mit Druckbeiwerten c_p anzusetzen sind, muss bei aufgeständerter Bauweise die Unterströmung des geeigneten Moduls berücksichtigt werden. In diesen Fällen ist die Windlast als Streckenlast als Druckbeanspruchung W_1 und Sogbeanspruchung W_2 alternativ im oberen oder im unteren Viertelpunkt des Moduls aufzubringen. Die entsprechenden Lastbilder sind schematisch in Bild 7 dargestellt.

β	[°]	Neigungswinkel
g	[kN/m ²]	nach DIN 1055 T1
s	[kN/m ²]	nach DIN 1055 T5
w	[kN/m ²]	mit C_{pi} nach DIN 1055 T4
w_{ij}	kN/m]	mit C_f nach Eurocode 1 (für aufgeständerte Konstruktionen)

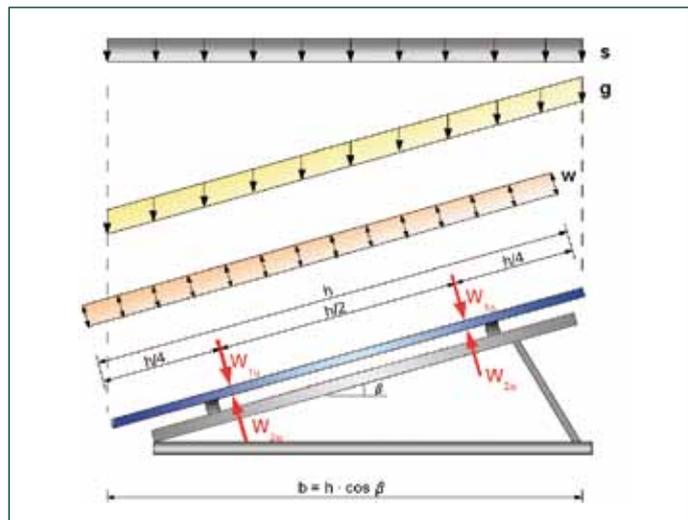


Bild 7: Lastbilder für aufgeständerte Solarkonstruktion

Neben den unterschiedlichen Lastansätzen für dachparallele bzw. aufgeständerte Aufstellung ist bei einer Montage auf Pult-, Sattel- und Flachdächern auch die Position der Konstruktionselemente auf der Dachfläche zu beachten. Im Randzonen- und im Eckbereich treten Sogspitzen auf, die je nach Dachneigung und Anströmungsrichtung eine signifikante Erhöhung der Einwirkungsanteile aus Windsog bewirken. Demnach gelten diese Definitionen vordergründig für die Lastkombination 3. Die Ausdehnung der Randbereiche und der Eckbereiche ist gemäß Bild 9 in Abhängigkeit der Dachabmessungen zu ermitteln. Bei Gebäuden mit großer Dachfläche und geringer Gebäudehöhe ist bei der Berechnung anstelle der Dachabmessung jeweils der zweifache Wert der Gebäudehöhe anzusetzen. Bei Pult- und Satteldächern ist dies der Abstand von der Geländeoberkante zum höchsten Punkt des Dachs.

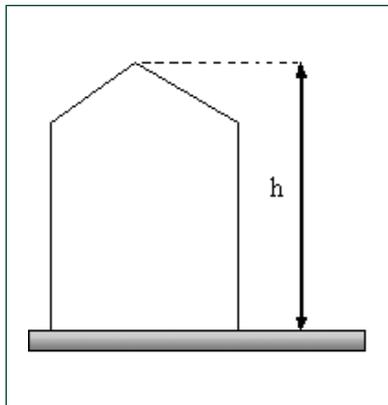


Bild 8: $e = \min(x \text{ bzw. } y \text{ oder } 2 \cdot h)$

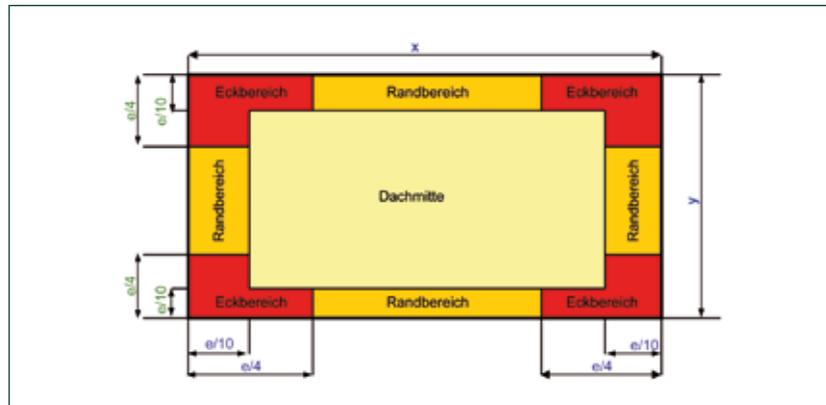


Bild 9: Definition der Dachmitten/Rand- und Eckbereiche

Bei den aufgeständerten Unterstützungskonstruktionen werden nach gängiger Praxis abweichende Abstände von den Gebäuderändern empfohlen. Zu dieser Fragestellung sind in den technischen Regelwerken keine expliziten Grenzwerte enthalten. Gemäß Bild 10 sollte in Anströmungsrichtung ein Abstand $x_1 = 1,2 \text{ m}$ und seitlich ein Abstand $x_2 = 1,5 \text{ m}$ eingehalten werden. Bei einer geplanten Unterschreitung der Grenzwerte wird empfohlen, einen sachkundigen Tragwerksplaner einzubeziehen.

Bei Flachdächern mit einer umlaufenden Attika ist eine Reduktion der Lastansätze für die Windeinwirkung zulässig. Weiterführende Informationen können wir Ihnen auf Anfrage geben.

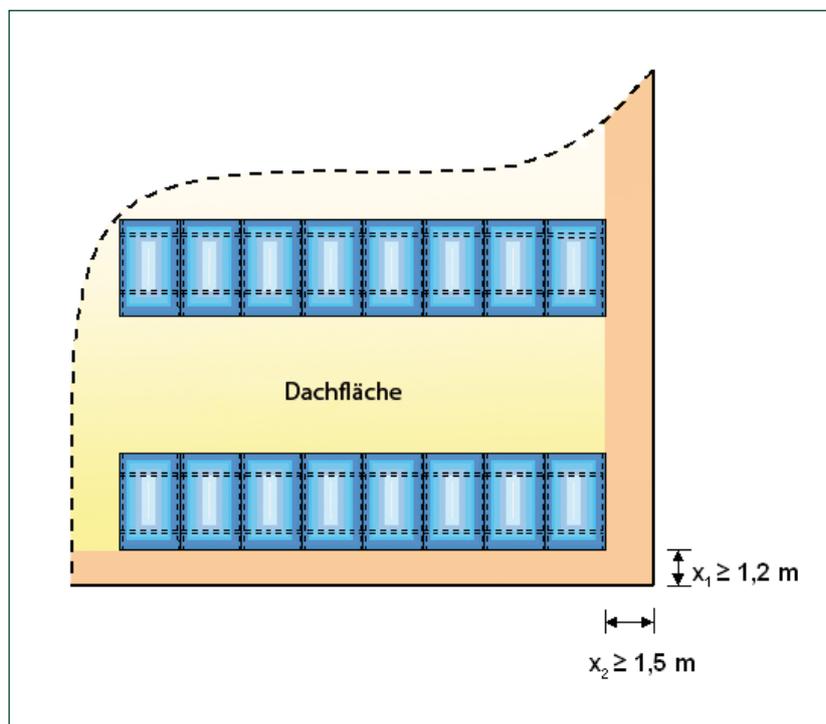


Bild 10: empfohlene Randabstände der PV-Anlage von den Gebäuderändern bei aufgeständerter Aufstellung

1.6 Anwendungstabellen

Als Unterstützung für die Projektierung von Solarbefestigungen für einfache Standardfälle sind im Anhang der vorliegenden Systemstatik Anwendertabellen aufgeführt, die eine Bemessung der einzelnen Tragkomponenten gestatten. Aufgrund der vielfältigen möglichen Einwirkungskombinationen aus Wind- und Schneelasten, insbesondere vor dem Hintergrund einer Einstufung in Geländekategorien, wurden die Anwendungstabellen für bestimmte Einwirkungskonstellationen aufgestellt, mit denen 80 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschland erfasst werden können.

Für die einzelnen Tragkomponenten sind folgende Kenngrößen tabellarisch erfasst:

Querträger/Grundträger:	zulässige Stützweite
Stützen/Fassadenstützen:	zulässige Stützweite
Dachhaken:	erforderliche Anzahl an Dachhaken pro Quadratmeter Modulfläche
Sonderbefestigungen:	erforderliche Anzahl an Befestigungen pro Quadratmeter Modulfläche
Ballastierung:	erforderliche Auflast pro Meter Reihenlänge

Die Anwendungstabellen gelten grundsätzlich für die vereinfachten Staudrücke laut Einstufung für Gebäudehöhen bis maximal 25 m. Es sind Spalten für die Höhenstufen:

$h \leq 10 \text{ m}$
$10 < h \leq 18 \text{ m}$
$18 < h \leq 25 \text{ m}$

mit Zuordnung zur entsprechenden Windzone angegeben. Die weiteren Parameter in den Anwendungstabellen ergeben sich jeweils für die vorhandenen Randbedingungen. Bei den Profilen sind die Anwendungstabellen jeweils profilweise für die Lastgrößen Wind- und Schneelasten in Abhängigkeit von der Elementneigung und der Größe der verwendeten Solarmodule ausgeführt.

Bei den Dachhaken, Befestigungen und Sondebefestigungen ist der Aufbau der Anwendungstabellen abhängig von der Dachneigung. Im Spektrum zwischen 10° und 60° sind Anwendungstabellen angegeben, denen für jeden Dachhaken- oder Befestigungstyp die Anzahl der erforderlichen Anschlusselemente pro Quadratmeter Modulfläche entnommen werden kann.

Um dem Anwender den Umgang mit den Tabellenwerken zu erleichtern beziehen sich die Schneelasten auf den Grundwert der Schneelasten am Boden. Bei der Auswertung wurde die Neigung der Module gegen die Horizontale bereits berücksichtigt, so dass die Schneelasten für die maßgebende Schneelastzone und die Höhe des Aufstellungsorts über dem Meeresspiegel unmittelbar aus dem Diagramm in Bild 2 bzw. aus Tabelle 1 entnommen werden können.

Die vereinfachende Reduzierung der anzusetzenden Windlasten auf die vereinfachten Geschwindigkeitsdrücke liefert im Regelfall sichere Ergebnisse. Lediglich bei einer Aufstellung in Küstennähe sind größere Windeinwirkungen zu beachten. Genauere Informationen stellen wir auf Anfrage zur Verfügung.

Eine Berücksichtigung der Bebauung in der unmittelbaren Umgebung des Projekts im innerstädtischen Bereich und in Industriegebieten gestattet durch regelkonforme Einordnung in die Geländekategorien den Ansatz geringerer Windlasten. Bei größeren Photovoltaik-Anlagen kann eine individuelle Berechnung zu wirtschaftlicheren Lösungen führen.

Als Grundlage für die Ausarbeitung der Systemstatik wurden EDV-Programme für die Dimensionierung und die Erstellung prüffähiger statischer Berechnungen für sämtliche Tragkomponenten und Befestigungssysteme des Lieferprogramms entwickelt. Damit stehen Werkzeuge für eine zeitnahe und kostengünstige Erstellung der Tragfähigkeitsnachweise zur Verfügung.

Für PV-Anlagen auf bzw. an Sonderbauten wird für die bautechnische Prüfung häufig eine statische Berechnung von einem bauvorlageberechtigten Tragwerksplaner oder einem Beratenden Ingenieur gefordert. Die entsprechenden Unterlagen können wir Ihnen mit einem entsprechenden Planungsauftrag kostengünstig zur Verfügung stellen.

2. Querträgerprofile

2.1 Grundlagen für die Ermittlung der zulässigen Stützweiten

Die Ermittlung der zulässigen Stützweiten der Trägerprofile erfolgt auf Grundlage des allgemeinen Spannungsnachweises. Die zulässige Stützweite wird durch das Erreichen der 0,2%- Dehngrenze infolge Lasteinwirkung um die starke und die schwache Achse begrenzt. Plastische Reserven werden nicht ausgenutzt. Die Durchbiegungen sind im Regelfall kleiner als 1/200 der Stützweite.

2.2 Zulässige Stützweiten bei dachparalleler Montage

Bei einer dachparallelen Montage sind bei den Windlasten die Druck- und Sogverhältnisse der bestehenden Dachkonstruktion maßgebend. In diesen Fällen ist die Umströmung der Module untergeordnet.

Verwendung

- Schrägdachsystem Schletter Standard, LaQ07
- Schrägdachsystem Schletter GridNorm

Annahmen, Vereinfachungen

- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen

➔ Anlage 1: Maximal zulässige Stützweiten der Querträger auf Schrägdächern



Bild 11: Module auf Querträgern

2.3 Zulässige Stützweiten bei aufgeständerter Montage

Verwendung

- Flachdachsystem Schletter Standard, CompactDirect, Fassadenmontage

Annahmen, Vereinfachungen

- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen

Bemerkungen

- Bei Flachdachanwendungen verringert sich die max. Spannweite, da der Winddruck wegen der freien Aufstellung an der Unterseite der Module und der Windsog an der Oberseite zu addieren sind.

➔ Anlage 2: Maximal zulässige Stützweiten der Querträger bei aufgeständerter Montage



Bild 12: Module auf Stützen

2.4 Kreuzschienensystem GridNorm

Verwendung

- Schrägdachsystem Schletter GridNorm in Kreuzschienenbauweise

Annahmen, Vereinfachungen

- Die Querträgerlage mit den Modulen wird als Flächentragwerk betrachtet
- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen

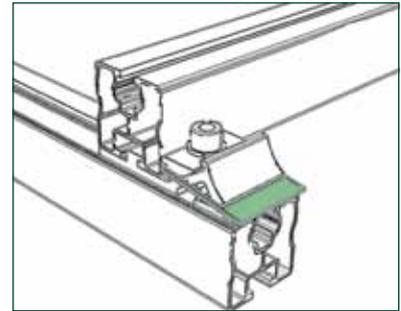


Bild 13: GridNorm

2.5 Indachmontagesystem Plandach5

Verwendung

- Indachsystem mit definierter Hinterlüftung

Bemerkungen

- Optimale Dichtigkeit durch Trennung von Dichtebene und Modulbefestigungstechnik
- Flächige Abdichtung der Durchdringungspunkte
- Profil mit Innenentwässerung
- Sichere Befestigung durch Schraubverbindungen
- Montage und Projektierungshinweise sind zu beachten

➔ **Anlage 3: Maximal mögliche Spannweiten für Profile Plandach5**
Maximal zulässige Schraubenabstände System Plandach5

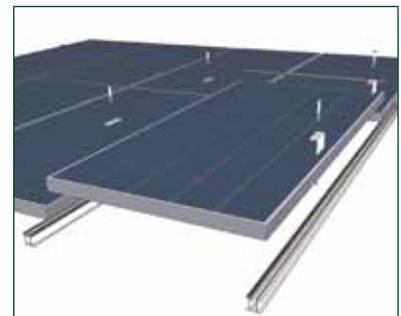


Bild 14: Plandach5

3. Standard-Befestigungselemente und Sonderbefestigungen

Verwendung

- Befestigungen an Unterkonstruktionen unter Querträgern
- Befestigungen an Unterkonstruktionen unter Kreuzschienensystemen
- Befestigung von Aufständern an Unterkonstruktionen

Annahmen, Vereinfachungen

- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen
- Der Nachweis gilt stets für die Befestigungselemente selbst, nicht aber für die Unterkonstruktion. D. h. die Festigkeit von Blechdächern, Blechfalzen usw. muss bauseits gewährleistet werden.
- Die Modulfläche wird als Trägerrost betrachtet; die erforderliche Anzahl der Befestigungselemente wird pauschaliert in Stück pro Quadratmeter angegeben.

Bemerkungen

- Bei der Befestigung auf den verschiedenen Elementen ist der sog. Reißverschluss effekt insbesondere auch in der Unterkonstruktion zu beachten. Eine Anlage ist stets nur so gut befestigt wie z.B. der erste Blechfalz am Rande des Daches. Aus diesem Grund sollten Anlagen immer ausreichen den **Sicherheitsabstand zu den Dachrandzonen** haben. Weiterhin sollten in der Randzone immer mehr Befestigungselemente als im Mittel vorgeschrieben, verwendet werden (z.B. am Rand auf jedem Sparren ein Dachhaken).
- Jedes Befestigungselement ist bestimmungsgemäß mit der Unterkonstruktion zu verbinden. (Dachhaken mit mindestens zwei Schlüsselschrauben, 8 mm ausreichender Einschraubtiefe im Sparren, Welldachsets nur in ausreichend dimensionierten Holzquerschnitten usw.).
- Die Verbindung vom Querträger zu den Verbindungselementen (Schraube M10 im Alu-Kanal) wurde für alle in der Tabelle vorkommenden Werte experimentell nachgewiesen.
- Für die Sonderbefestigungen wurden die Tragfähigkeiten experimentell durch anerkannte Prüfinstitute ermittelt.
- Die im System GridNorm verwendete Verbindung wurde für alle in der Tabelle vorkommenden Werte nachgewiesen.
- Das Schletter-System erlaubt durch sein modulares Konzept viele Kombinationen, z.B. auch die Befestigung von Stützen an Unterkonstruktionen mit Befestigungselementen.

Hier ist zu beachten, dass am Flachdach größere Kräfte auftreten als beim Schrägdach. Für die Befestigung von Flachdachstützen auf Befestigungselementen (Dachhaken, Welldachsets, Blechfalzklemmen usw.) ist im Einzelfall eine gesonderte Betrachtung (individuelle Statik) erforderlich.

➔ Anlage 4: Erforderliche Anzahl von Dachhaken pro Quadratmeter Modulfläche

➔ Anlage 5: Erforderliche Anzahl von Befestigungselementen pro Quadratmeter Modulfläche bei dachparalleler Montage (verschiedene Blechfalzklemmen, Fix2000, Sonderbefestigungen FixT / FixE / FixPlan, Stockschraubenbefestigungen)

4. Auflasten für Flachdachstützen

Verwendung

- Die Auflasttabellen gelten für alle Schwerkraftbefestigungen von Stützenkonstruktionen auf Flachdächern, wie z.B.:
 - Befestigung von Stützen auf Betonschwellen
 - Stützen mit SolRack-Platten
 - Stützen mit Beton-Beschwerungsset
 - usw.
- Die Tabellen können auch als Auslegungswert für die auftretende Ankerkraft bei mit der Dachkonstruktion verschraubten Stützen genutzt werden; hier ist ein Sicherheitszuschlag wegen der unsymmetrischen Kräfteaufteilung notwendig.

Annahmen, Vereinfachungen

- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen
- **Die statische Belastbarkeit des Daches, der Aussteifung sowie Stützen und Gründung ist wegen der großen zusätzlichen Lasten unbedingt getrennt nachzuweisen.**
- Die in den Tabellen angegebenen Auflasten sind getrennt für die Lastfälle Abheben und Kippen/Gleiten ausgewiesen.
- Der Nachweis der Gleitsicherheit setzt normale Reibwerte zwischen Stützen und Dachhaut voraus.

Bemerkungen

- In der Praxis werden bzw. wurden oft geringere Auflasten als angegeben verwendet.
- Eine Verbindung von hintereinander liegenden Reihen wirkt sich begünstigend auf die Kippsicherheit aus. Damit ist gelegentlich eine niedrigere Dimensionierung der Auflasten möglich, gleichzeitig ist aber ein statischer Nachweis des Verbindungsprofils erforderlich, das das Kippmoment im Grundträger über Biegung abgetragen wird.
- Das Vorhandensein einer Attika wirkt sich lastmindernd auf die Windeinwirkungen aus. Damit können wirtschaftlichere Auflasten ermittelt werden. Der Einfluss einer Attika ist in den Tabellenwerken nicht berücksichtigt.

➔ Anlage 9: Auflasten für Flachdachstützen mit für Stützenserie 07 (Light07 + Profi07)

5. Fassadenstützen

Verwendung

- Montage an Gebäudefassaden

Annahmen, Vereinfachungen

- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen

Bemerkungen

- Die Befestigungsnachweise der Stützen an der Wand sind in jedem Falle anhand der Lastangaben gesondert nachzuweisen.
- In den Anlagen sind drei Baugrößen für unterschiedliche Modulhöhen berücksichtigt

➔ Anlage 6: Fassadenstützen-zulässige Achsabstände der Fassadenstützen

6. Stützelemente für Flachdachmontagen

Verwendung

- zur ballastierten Montage
- zur direkten Verschraubung

Annahmen, Vereinfachungen

- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen
- Bei Schwerkraftsystemen ist die statische Belastbarkeit des Daches wegen der großen zusätzlichen Lasten unbedingt getrennt nachzuweisen.
- Die seitlichen Belastungen der Gestelle bzw. die Seitenwindstabilität sind wegen der unterschiedlichen Möglichkeiten der Unterkonstruktion nicht berücksichtigt. Die Montagefirma hat gegebenenfalls zusätzliche Diagonalverstreibungen oder ähnliches vorzusehen.

Bemerkungen

- Anlagen sollten immer ausreichenden Sicherheitsabstand zu den Dachrandzonen haben. Weiterhin sollten in der Randzone immer mehr Befestigungselemente als im Mittel vorgeschrieben, verwendet werden.
- Sonderstützen mit größeren Abmaßen (z.B. für mehrere Modulreihen auf einer Stütze) auf Anfrage.
- Alle Stützen werden nun in der neuen Bauform mit den neu entwickelten, optimierten Profilgeometrien ausgeliefert. Hierdurch werden größere Spannweiten und effizientere Materialausnutzung gewährleistet.



Bild 15: Flachdachmontage

- ➔ Anlage 7: **Maximal mögliche Stützenabstände Stützrahmen Light07**
- ➔ Anlage 8: **Maximal mögliche Stützenabstände Stützrahmen Profi07**
- ➔ Anlage 10: **Maximal mögliche Stützenabstände und erforderliche Ballastierungen Gründachstütze**
- ➔ Anlage 11: **Maximal mögliche Stützenabstände und erforderliche Ballastierungen Sonderstütze VarioTop**
- ➔ Anlage 12: **Maximal mögliche Stützenabstände und erforderliche Ballastierungen Sonderstütze PrimaTop**

Sonderstützentypen:



Bild 16: Gründachstütze



Bild 17: VarioTop

7. Aufständersysteme CompactVario und CompactGrid

Verwendung

Die Systemlösungen CompactVario und CompactGrid sind für Montagefälle konzipiert, in denen eine Direktbefestigung ohne Lastverteilende Elemente nicht mehr möglich ist. Bei ballastierten Anlagen bietet das System CompactVario zudem den Vorteil, daß i.d.R. nur noch die Ballastierungen gegen Abheben aufgebracht werden müssen und die wesentlich höheren Auflasten gegen Kippen und Gleiten durch den Gesamtverbund des Modulfeldes meist nicht mehr gesondert zu beachten sind.

Annahmen, Vereinfachungen

- Keine spezielle Betrachtung der Randzonen
- Aufgrund der Komplexität der verschiedenen Eingabegrößen Begrenzung der Eingabeparameter auf ein notwendiges Minimum durch auf der sicheren Seite stehende Vereinfachungen – die Auslegung nach Tabellenwerken führt daher zu eher konservativen Ergebnissen.

Bemerkungen

- siehe Produktblätter CompactVario und CompactGrid;
 siehe Hinweise zu Flachdachmontagen

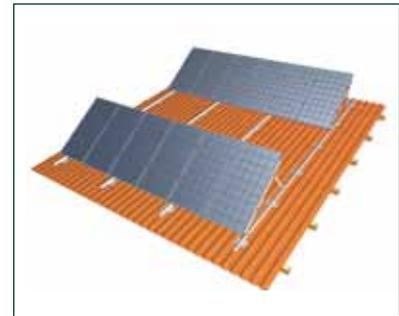


Bild 18: CompactVario



Bild 19: CompactGrid

⇒ Anlage 13: **Mögliche Kombination aus Querträger, Stützrahmen und Montageträger; Ermittlung der maximal zulässigen Abstände bei vorgegebenen Randparametern für die Systeme CompactVario und CompactGrid**

8. Freiflächensysteme

8.1 Schletter PvMax3

Verwendung

Das Freiflächensystem Schletter PvMax3 ist zur Montage auf Betonfundamenten vorgesehen.

Annahmen, Vereinfachungen

- Die allgemeinen Verbindungsnachweise (Modulklemmen usw.) sind dem Standardsystem entnommen

Bemerkungen

- siehe Aufbauhinweise Freiflächensystem PvMax3
- hohe Montagefreundlichkeit durch teilvormontierte Stützensätze und Einsatz von 100% Aluminium

➔ **Anlage 14: Ermittlung der kleinstmöglichen Querträger, Ermittlung der erforderlichen Fundamentgrößen, Ermittlung der möglichen Tischgrößen**

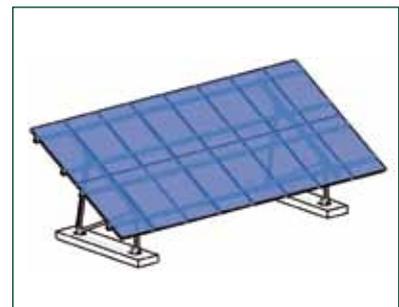


Bild 20: PvMax3

8.2 Freiflächensystem FSV / FSH

Verwendung

Das neu entwickelte System Schletter FSV / FSH ist zur Montage auf ebenen Freiflächen und im Hangbereich (z.B. Deponien) konzipiert. Die Solarmodule werden alternativ hochkant oder quer mit beliebiger Modulneigung auf einer Aluminium-Unterkonstruktion montiert, die durch Stützenreihen getragen wird, die in definierten Abständen ins Erdreich gerammt werden.

Für die Dimensionierung der Konstruktion ist neben den ortsspezifischen Wind- und Schneeeinwirkungen insbesondere die Tragfähigkeit des anstehenden Bodens von besonderer Bedeutung.

Bemerkungen

Bedingt durch den signifikanten Einfluss der Trageigenschaften des Bodens ist eine allgemeingültige Systemstatik nicht zielführend. Vielmehr ist erst nach versuchstechnischer Ermittlung der Bodenkenngrößen eine individuelle Auslegung der Stützenabstände möglich. Darauf aufbauend kann die Tragkonstruktion zur Aufnahme der Module ausgelegt und im Hinblick auf den Materialeinsatz optimiert werden.

Für die Anschlüsse und Verbindungsmittel kommen bewährte Produkte aus dem Schletter-Sortiment zum Einsatz. Weitere Informationen über das Freiflächensystem erhalten Sie auf Anfrage.

- in zahlreichen ausgeführten Projekten bewährt
- hohe Wirtschaftlichkeit durch montagefreundliche Konstruktion



Bild 21: 2-reihige Anordnung hochkant



Bild 22: 3-reihige Anordnung quer

9. Foliendachsystem IsoTop

Verwendung

Das System IsoTop ist speziell für Industriefoliendächer mit großen Binderspannweiten konzipiert.

Annahmen, Vereinfachungen

- Die allgemeinen Verbindungsnachweise (Modulklemmen usw.) sind dem Standardsystem entnommen

Bemerkungen

- aufgrund der Komplexität der statischen Einflußfaktoren ist eine allgemeine Systemstatik nicht zielführend – vielmehr kann durch Einzelbetrachtung im Rahmen der Objektplanung die wirtschaftlichste und eine statisch optimierte Variante ausgearbeitet werden.
- in zahlreichen ausgeführten Projekten bewährt
- hohe Montagefreundlichkeit durch 100%igen Einsatz von Aluminium ab Oberkante Stützendurchdringung und perfekt aufeinander abgestimmte Systemanschlüsse.

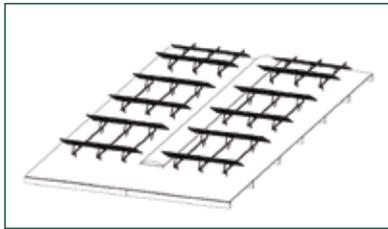


Bild 23: Rückansicht

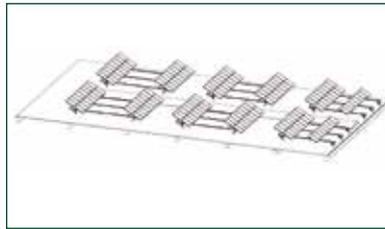


Bild 24: Seitenansicht



Bild 25: Stütze im Detail

10. Klemmsysteme und Verbindungsmittel

Die bei Solarmontagesystemen verwendeten Anschlussysteme und Verbindungen wurden, soweit ein rechnerischer Nachweis nach den gültigen Fachnormen nicht möglich ist, durch anerkannte Prüfinstitute auf das vorhandene Tragvermögen getestet. Die Tragfähigkeit wird dabei im Regelfall nicht allein durch die Bruchlast der Schrauben, sondern durch die gesamte Anschlusskonfiguration bestimmt. Nachfolgend sind exemplarisch experimentelle Untersuchungen an Modulklemmen, die repräsentativ am Schienenprofil Solo05 befestigt wurden, dargestellt. Die experimentellen Untersuchungen wurden im Laboratorium eines anerkannten Prüfinstituts durchgeführt. Die Prüflasten wurden im Versuch bis zum Bruch gesteigert. Die charakteristischen Werte des Tragvermögens resultieren aus einer statistischen Evaluation einer Grundgesamtheit von 5 Versuchen.

Das Tragvermögen der Modulklemme zur Fixierung der Module an Sparren/Pfetten wird vordergründig durch die Beanspruchbarkeit des Grundmaterials im lokalen Bereich der Aufstandsfläche der Schraubenmutter bestimmt. Das Versagenskriterium stellt sich als ein Herauskröpfen der Schrauben aus der Führungsnut dar. Die ausgewiesene Tragfähigkeit liegt signifikant oberhalb des anwendungsspezifischen Lastbereichs infolge abhebender Windlasten.

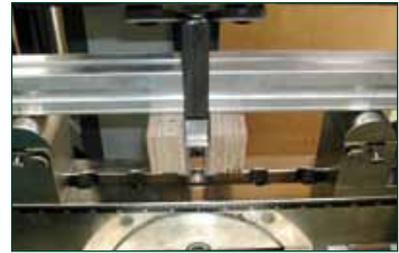


Bild 25: Probekörper im Versuchsstand

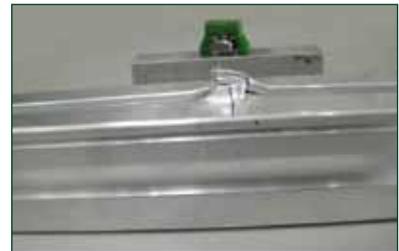


Bild 26: Versagen durch Auskröpfen der Schraube

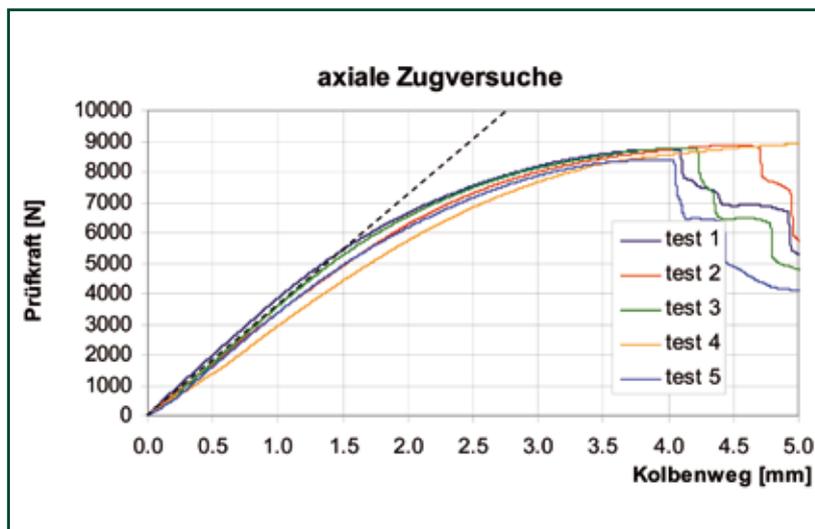


Bild 27: Messkurven der axialen Zugversuche mit Modulklemmen befestigt an Strangpressprofilen

Bruchlastniveau:

$$P_{uk} = 8071 \text{ N} \approx 8,0 \text{ kN}$$

$$P_{Rd1} = 8,0/1,25 = 6,4 \text{ kN}$$

Proportionalitätsgrenze:

$$P_{Rk} = 4059 \text{ N} \approx 4,0 \text{ kN}$$

$$P_{Rd2} = 4,0/1,10 = 3,6 \text{ kN}$$

(im Regelfall maßgebend)

In gleicher Weise wurden auch weitere Verbindungen, z.B. mit Belastungen quer zum Schraubkanal, experimentell bewertet, so dass zuverlässige Informationen über die Belastbarkeit Verbindungen vorliegen. Dies gestattet die Feststellung, dass die im Produktsortiment der Fa. Schletter-Solarmontagesysteme GmbH verwendeten Verbindungen und Verbindungsmittel zwischen den Unterstützungselementen im zulässigen Anwendungsbereich über das statisch erforderliche Tragvermögen verfügen.

Kalkulationsblatt Anlage 1:		Profi 05 (430010)			
Stand	28.08.2009				
Version	1,5				
Vorbemerkungen					
Die nachstehenden Berechnungen gelten für reguläre Bedingungen. Bei Standorten mit speziellen Geländeformationen sind ergänzende Untersuchungen bezüglich der anzusetzenden Windlasten erforderlich.					
Kunde	Kunde				
Auftrag	Muster	<input type="checkbox"/> imperial			
Postleitzahl Bauort	83527	Haag in Oberbayern			
48,1762 °	nördlicher Breite				
12,1729 °	westlicher Länge				
Element-Neigung	α	25,0	°		
Elementhöhe	h	1,66	m		
seitliche Auskrägung	a_{kr}	0,01	m		
Höhe ü.N.N.	H	550	m		
Firsthöhe über GOK	z	8,00	m		
Küstenabstand					
Statisches System		Profil			
aufgeständert		Profi 05			
<input type="checkbox"/> Module randgelagert					
Lastannahmen nach DIN 1055		imperial			
Elementgewicht	g	0,15	kN/m ²	0,15	KN/m ²
Schneelast	s	1,46	kN/m ²	1,46	KN/m ²
Geländekategorie	III				
Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete, Wälder					
Böengeschw.-druck	q	0,47	kN/m ²	0,4746	KN/m ²
zulässige Stützweiten in den verschiedenen Dachzonenbereichen					
System		Mittbereich H	Randbereich G	Eckbereich F	
		1,443 m	1,443 m	1,443 m	
		1,443 m	1,443 m	1,443 m	
		1,501 m	1,501 m	1,501 m	
		1,474 m	1,474 m	1,474 m	
		0,722 m	0,722 m	0,722 m	
		$x_1 \geq 1,2 \text{ m}$ $x_2 \geq 1,5 \text{ m}$			

Nachweis der zulässigen Stützweiten für das Profi 05 (430010)												Kunde	Kunde			
Verwendung für Dachmontage Mittenbereich H												Auftrag	Muster			
Element-Neigung	α	25	°	sin =	0,422	cos =	0,906									
Schneelast	s	1,46	kN/m ²	C _{f1} =	1,00	C _{f2} =	-1,60									
Höhe über Gelände	z	8,00	m	Grundw.d.Windlast: 0,47 kN/m ²												
Modulhöhe	h	1,66	m													
Modul-Gewicht	g	0,15	kN/m ²													
Belastungsaufstellung																
<u>Eigenlast</u>	g _v	=	0,15	·	1,00	·	1,00	=	0,15	kN/m ²						
<u>Module</u>	g _z	=	0,15	·	0,906	=	0,14	kN/m ²								
	g _y	=	0,15	·	0,422	=	0,06	kN/m ²								
<u>Schneelast</u>	S _v	=	1,46	·	1,00	·	0,906	=	1,32	kN/m ²						
	S _z	=	1,32	·	0,906	=	1,20	kN/m ²								
	S _y	=	1,32	·	0,422	=	0,56	kN/m ²								
<u>Winddruck:</u>	W _{dz}	=	0,47	·	1,00	=	0,47	kN/m ²	W _{dz}	=	0,47	·	1,66 / 2	=	0,394	kN/m
	W _{sz}	=	0,47	·	-1,60	=	-0,76	kN/m ²	W _{sz}	=	-0,76	·	1,66 / 2	=	-0,63	kN/m
Profilkenngrößen																
Gesamtfläche	A	=	4,47	cm ²												
Widerstandsmoment	W _y	=	3,91	cm ³												
Widerstandsmoment	W _z	=	4,10	cm ³												
Schnittgrößenfaktoren für Ein- und Mehrfeldträger																
n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}				
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500				
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625				
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617				
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621				
Schnittkräfte vertikal																
n	Lastkombination 1 1				Lastkombination 1 2				Lastkombination 1 3							
	M _{z-span}	M _{z-support}	M _{z-cantilever}	A	M _{z-span}	M _{z-support}	M _{z-cantilever}	A	M _{z-span}	M _{z-support}	M _{z-cantilever}	A				
1	0,250	0,00	0,00	1,02	0,186	0,00	0,00	0,76	-0,11	0,00	0,00	-0,43				
2	0,188	-0,25	0,00	2,50	0,139	-0,19	0,00	1,86	-0,08	0,11	0,00	-1,05				
3	0,199	-0,23	0,00	2,38	0,147	-0,17	0,00	1,77	-0,09	0,10	0,00	-1,02				
4	0,196	-0,24	0,00	2,43	0,145	-0,18	0,00	1,81	-0,09	0,10	0,00	-1,04				
Schnittkräfte horizontal																
n	Lastkombination 1 1				Lastkombination 1 2				Lastkombination 1 3							
	M _{y-span}	M _{y-support}	M _{y-cantilever}	A	M _{y-span}	M _{y-support}	M _{y-cantilever}	A	M _{y-span}	M _{y-support}	M _{y-cantilever}	A				
1	0,096	0,000	0,00	0,39	0,05	0,00	0,00	0,21	0,01	0,000	0,00	0,02				
2	0,072	-0,096	0,00	0,96	0,04	-0,05	0,00	0,52	0,00	-0,01	0,00	0,06				
3	0,076	-0,088	0,00	0,91	0,04	-0,05	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,05				
4	0,075	-0,092	0,00	0,93	0,04	-0,05	0,00	0,51	0,00	-0,01	0,00	0,05				
Zusammenfassung																
n	Spannungen Feldmomente				Spannungen Stützmomente				zulässige Stützweiten [m]							
	LK1	LK2	LK3	max	LK1	LK2	LK3	max								
1	8,73	6,04	-2,55	8,73	0,00	0,00	0,00	0,00	Einfeldträger	a = 1,44 m						
2	6,56	4,49	-2,06	6,56	-8,73	-6,04	2,55	8,73	Zweifeldträger	a = 1,44 m						
3	6,93	4,76	-2,14	6,93	-8,07	-5,55	2,45	8,07	Dreifeldträger	a = 1,50 m						
4	6,85	4,70	-2,13	6,85	-8,37	-5,76	2,52	8,37	Mehrfeldträger	a = 1,47 m						
Spannungen Kragmomente					0,00	0,00	0,00	0,00	Auskragung	a _{kr} = 0,72 m						



Anlage 2: Tafel zur Ermittlung der maximalen Stützweite des Profils Solo 05 (aufgeständert)
 (430070)

Modulningung	Modulhohe	Windzone 1: h<=25 m (0,75 kN/m ²) Windzone 2: 10<h<=18 m (0,80 kN/m ²) Windzone 3: h<=10 m (0,80 kN/m ²)					Modulningung	Modulhohe	Windzone 1: 18<h<=25 m (0,75 kN/m ²) Windzone 2: 10<h<=18 m (0,80 kN/m ²) Windzone 3: h<=10 m (0,80 kN/m ²)					Modulningung	Modulhohe	Windzone 1: 10<h<=18 m (0,65 kN/m ²) Windzone 2: h<=10 m (0,65 kN/m ²)					Modulningung	Modulhohe	Windzone 1: h<=25 m (1,10 kN/m ²) Windzone 3: 10<h<=25 m (1,10 kN/m ²)										
		1,75	2,00	2,25	2,50	2,75			3,00	1,75	2,00	2,25	2,50			2,75	3,00	1,75	2,00	2,25			2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00		
10	1,00	1,79	1,70	1,62	1,55	1,48	1,43	1,20	1,63	1,55	1,47	1,41	1,36	1,31	1,26	1,21	1,14	1,40	1,51	1,43	1,37	1,31	1,26	1,21	1,14	1,00	1,48	1,48	1,48	1,45	1,40	1,36	
20	1,40	1,41	1,34	1,28	1,23	1,19	1,14	1,00	1,48	1,41	1,35	1,30	1,25	1,21	1,17	1,14	1,10	1,40	1,48	1,44	1,39	1,34	1,30	1,26	1,22	1,19	1,20	1,35	1,31	1,26	1,22	1,18	
30	1,40	1,35	1,29	1,24	1,19	1,15	1,11	1,00	1,44	1,38	1,32	1,27	1,23	1,19	1,15	1,11	1,08	1,40	1,44	1,38	1,32	1,27	1,23	1,19	1,15	1,11	1,20	1,48	1,44	1,39	1,34	1,30	
40	1,20	1,66	1,60	1,55	1,50	1,46	1,42	1,20	1,52	1,50	1,48	1,44	1,40	1,36	1,32	1,28	1,24	1,40	1,41	1,39	1,37	1,33	1,29	1,26	1,22	1,19	1,20	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	
50	1,40	1,63	1,62	1,60	1,59	1,58	1,56	1,40	1,45	1,45	1,45	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
60	1,40	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,40	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
1,80	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,40	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,36	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
0,80	1,78	1,70	1,64	1,57	1,52	1,47	1,43	1,20	1,67	1,64	1,62	1,57	1,53	1,49	1,47	1,44	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	
1,00	1,59	1,52	1,46	1,41	1,36	1,31	1,28	1,20	1,46	1,44	1,42	1,39	1,37	1,35	1,33	1,31	1,29	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
1,20	1,46	1,39	1,34	1,29	1,24	1,20	1,17	1,10	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
1,40	1,35	1,29	1,24	1,19	1,15	1,11	1,08	1,00	1,35	1,30	1,25	1,20	1,16	1,12	1,08	1,05	1,01	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
1,60	1,26	1,20	1,16	1,11	1,07	1,04	1,01	1,00	1,21	1,16	1,12	1,08	1,04	1,01	0,98	0,95	0,91	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
1,80	1,19	1,14	1,09	1,05	1,01	0,98	0,95	0,91	1,14	1,09	1,05	1,02	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
0,80	2,04	1,96	1,90	1,84	1,79	1,74	1,71	1,67	1,86	1,84	1,81	1,76	1,71	1,67	1,64	1,61	1,58	1,80	1,86	1,84	1,81	1,76	1,71	1,67	1,64	1,61	1,58	1,55	1,50	1,46	1,42	1,38	
1,00	1,82	1,76	1,70	1,65	1,60	1,55	1,51	1,47	1,72	1,71	1,69	1,67	1,65	1,63	1,61	1,59	1,57	1,80	1,82	1,81	1,79	1,77	1,75	1,73	1,71	1,69	1,67	1,65	1,63	1,61	1,59	1,57	1,55
1,20	1,66	1,60	1,55	1,50	1,46	1,42	1,38	1,34	1,60	1,58	1,56	1,54	1,52	1,50	1,48	1,46	1,44	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
1,40	1,54	1,48	1,44	1,39	1,35	1,31	1,27	1,23	1,50	1,48	1,46	1,44	1,42	1,40	1,38	1,36	1,34	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
1,60	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,36	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
1,80	1,36	1,31	1,27	1,23	1,19	1,16	1,13	1,10	1,36	1,34	1,32	1,30	1,28	1,26	1,24	1,22	1,20	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
0,80	2,16	2,14	2,12	2,10	2,09	2,07	2,05	2,03	2,10	2,09	2,08	2,07	2,06	2,05	2,04	2,03	2,02	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
1,00	1,93	1,92	1,90	1,88	1,87	1,85	1,84	1,83	1,90	1,89	1,88	1,87	1,86	1,85	1,84	1,83	1,82	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
1,20	1,76	1,75	1,73	1,72	1,70	1,69	1,68	1,67	1,74	1,73	1,72	1,71	1,70	1,69	1,68	1,67	1,66	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
1,40	1,63	1,62	1,60	1,59	1,58	1,56	1,55	1,54	1,61	1,60	1,59	1,58	1,57	1,56	1,55	1,54	1,53	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
1,60	1,53	1,51	1,50	1,49	1,48	1,46	1,45	1,44	1,51	1,50	1,49	1,48	1,47	1,46	1,45	1,44	1,43	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
1,80	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,44	1,43	1,42	1,41	1,40	1,39	1,38	1,37	1,36	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
0,80	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	
1,00	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	
1,20	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
1,40	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
1,60	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
1,80	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20

Die ausgewiesenen Werte gelten fur als Dreifeldtrager ausgefuhrte Montagesysteme. Die Windlasten gelten fur Aufstellung im Birnenland unter regularigen Bedingungen. Einordnung nach Windzone und Aufstellhohe. Bei Standorten in Kusternahe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind groere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfallen außerhalb der Profiltafeln wird empfohlen, einen fachkundigen Planer hinzu zu ziehen.

erstellt: Dr. Zapfe GmbH (Stand 2009)



Anlage 2: Tafel zur Ermittlung der maximalen Stützweite des Profils Profi 05 (aufgeständert)

Modulneigung	Modulhöhe	Windzone 1: h<10 m (0,5 kN/m ²)		Windzone 2: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²)		Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²)		Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²)		Windzone 3: 10<h<25 m (1,10 kN/m ²)							
		Bodenschneelasten s ₀ [kN/m ²]															
10	0,80	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50				
		0,80	2,78	2,75	2,66	2,54	2,38	2,17	0,80	2,17	2,17	2,17	2,17	1,84	1,84	1,84	1,84
	1,00	2,49	2,49	2,46	2,38	2,28	2,13	1,00	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
	1,20	2,27	2,27	2,25	2,17	2,08	1,94	1,20	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
	1,40	2,10	2,10	2,08	2,01	1,92	1,80	1,40	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
	1,60	1,97	1,97	1,94	1,88	1,80	1,68	1,60	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
	1,80	1,85	1,85	1,83	1,77	1,70	1,59	1,80	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
	0,80	2,79	2,66	2,53	2,46	2,36	2,22	0,80	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
	1,00	2,49	2,38	2,27	2,20	2,11	1,99	1,00	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
	1,20	2,28	2,17	2,07	2,01	1,93	1,81	1,20	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
1,40	2,11	2,01	1,92	1,86	1,79	1,68	1,40	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	
1,60	1,97	1,88	1,79	1,74	1,67	1,57	1,60	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	
1,80	1,86	1,77	1,69	1,64	1,57	1,48	1,80	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	
20	0,80	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50				
		0,80	2,44	2,41	2,36	2,31	2,23	2,11	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
	1,00	2,19	2,15	2,11	2,07	1,99	1,89	1,00	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	
	1,20	1,99	1,96	1,93	1,89	1,82	1,72	1,20	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	
	1,40	1,85	1,82	1,78	1,75	1,69	1,60	1,40	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	
	1,60	1,73	1,70	1,67	1,63	1,58	1,49	1,60	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	
	1,80	1,63	1,60	1,57	1,54	1,49	1,41	1,80	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	
	0,80	2,45	2,45	2,42	2,40	2,38	2,33	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	
	1,00	2,19	2,19	2,17	2,15	2,13	2,08	1,00	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	
	1,20	2,00	2,00	1,98	1,96	1,94	1,90	1,20	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	
1,40	1,85	1,85	1,83	1,82	1,80	1,76	1,40	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
1,60	1,73	1,73	1,71	1,70	1,68	1,65	1,60	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35		
1,80	1,63	1,63	1,62	1,60	1,58	1,55	1,80	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27		
30	0,80	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50				
		0,80	2,19	2,15	2,11	2,07	1,99	1,89	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	
	1,00	1,99	1,96	1,93	1,89	1,82	1,72	1,00	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,20	1,85	1,82	1,78	1,75	1,69	1,60	1,20	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
	1,40	1,73	1,70	1,67	1,63	1,58	1,49	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35		
	1,60	1,63	1,60	1,57	1,54	1,49	1,41	1,60	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27		
	0,80	2,45	2,45	2,42	2,40	2,38	2,33	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91		
	1,00	2,19	2,19	2,17	2,15	2,13	2,08	1,00	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71		
	1,20	2,00	2,00	1,98	1,96	1,94	1,90	1,20	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,40	1,85	1,85	1,83	1,82	1,80	1,76	1,40	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
1,60	1,73	1,73	1,71	1,70	1,68	1,65	1,60	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35			
1,80	1,63	1,63	1,62	1,60	1,58	1,55	1,80	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27			
40	0,80	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50				
		0,80	2,19	2,15	2,11	2,07	1,99	1,89	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	
	1,00	1,99	1,96	1,93	1,89	1,82	1,72	1,00	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,20	1,85	1,82	1,78	1,75	1,69	1,60	1,20	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
	1,40	1,73	1,70	1,67	1,63	1,58	1,49	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35		
	1,60	1,63	1,60	1,57	1,54	1,49	1,41	1,60	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27		
	0,80	2,45	2,45	2,42	2,40	2,38	2,33	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91		
	1,00	2,19	2,19	2,17	2,15	2,13	2,08	1,00	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71		
	1,20	2,00	2,00	1,98	1,96	1,94	1,90	1,20	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,40	1,85	1,85	1,83	1,82	1,80	1,76	1,40	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
1,60	1,73	1,73	1,71	1,70	1,68	1,65	1,60	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35			
1,80	1,63	1,63	1,62	1,60	1,58	1,55	1,80	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27			
50	0,80	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50				
		0,80	2,19	2,15	2,11	2,07	1,99	1,89	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	
	1,00	1,99	1,96	1,93	1,89	1,82	1,72	1,00	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,20	1,85	1,82	1,78	1,75	1,69	1,60	1,20	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
	1,40	1,73	1,70	1,67	1,63	1,58	1,49	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35		
	1,60	1,63	1,60	1,57	1,54	1,49	1,41	1,60	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27		
	0,80	2,45	2,45	2,42	2,40	2,38	2,33	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91		
	1,00	2,19	2,19	2,17	2,15	2,13	2,08	1,00	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71		
	1,20	2,00	2,00	1,98	1,96	1,94	1,90	1,20	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,40	1,85	1,85	1,83	1,82	1,80	1,76	1,40	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
1,60	1,73	1,73	1,71	1,70	1,68	1,65	1,60	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35			
1,80	1,63	1,63	1,62	1,60	1,58	1,55	1,80	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27			
60	0,80	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50				
		0,80	2,19	2,15	2,11	2,07	1,99	1,89	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	
	1,00	1,99	1,96	1,93	1,89	1,82	1,72	1,00	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,20	1,85	1,82	1,78	1,75	1,69	1,60	1,20	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
	1,40	1,73	1,70	1,67	1,63	1,58	1,49	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35		
	1,60	1,63	1,60	1,57	1,54	1,49	1,41	1,60	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27		
	0,80	2,45	2,45	2,42	2,40	2,38	2,33	0,80	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91		
	1,00	2,19	2,19	2,17	2,15	2,13	2,08	1,00	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71		
	1,20	2,00	2,00	1,98	1,96	1,94	1,90	1,20	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56		
	1,40	1,85	1,85	1,83	1,82	1,80	1,76	1,40	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44		
1,60	1,73	1,73	1,71	1,70	1,68	1,65	1,60	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35			
1,80	1,63	1,63	1,62	1,60	1,58	1,55	1,80	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27			

Die ausgewiesenen Werte gelten für als Dreifeldträger ausgeführte Montagesysteme. Die Windlasten gelten für Aufstellung im Binnenland unter regelmäßigen Bedingungen. Einordnung nach Windzone und Aufstellhöhe. Bei Standorten in Küstennähe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profiltafeln wird empfohlen, einen fachkundigen Planer hinzu zu ziehen.

erstellt: Dr. Zapfe GmbH (Stand 2009)



Anlage 2: Tafel zur Ermittlung der maximalen Stützweite des Profils Profiplus (aufgeständert)

Modulningung	Modulhohle	Windzone 1: h<10 m (0,5 kN/m ²)		Windzone 2: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²)		Windzone 3: h<10 m (0,80 kN/m ²)		Windzone 4: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²)		Windzone 5: 10<h<25 m (1,10 kN/m ²)					
		Bodenschneelasten s ₀ [kN/m ²]	Modulningung	Bodenschneelasten s ₀ [kN/m ²]	Modulhohle	Bodenschneelasten s ₀ [kN/m ²]	Modulningung	Bodenschneelasten s ₀ [kN/m ²]	Modulhohle	Bodenschneelasten s ₀ [kN/m ²]	Modulningung	Bodenschneelasten s ₀ [kN/m ²]			
10	0,80	1,00	4,05	3,91	3,78	3,61	3,37	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	
		1,20	3,62	3,49	3,38	3,23	3,01			0,80	2,68	2,68	2,68	2,68	
	1,40	3,06	3,31	3,19	3,08	2,95	2,75			1,00	2,40	2,40	2,40	2,40	
		2,86	2,95	2,86	2,73	2,55			1,20	2,19	2,19	2,19	2,19		
	1,60	2,66	2,86	2,76	2,67	2,55	2,38			1,40	2,03	2,03	2,03	2,03	
		2,70	2,60	2,52	2,41	2,25			1,60	1,89	1,89	1,89	1,89		
	1,80	4,01	3,73	3,55	3,44	3,30	3,10			1,80	1,79	1,79	1,79	1,79	
		3,59	3,33	3,17	3,08	2,95	2,77			0,80	2,69	2,69	2,69	2,69	
	20	1,00	3,28	3,04	2,90	2,81	2,69	2,53			1,00	2,40	2,40	2,40	2,40
			2,82	2,68	2,60	2,49	2,34			1,20	2,19	2,19	2,19	2,19	
1,40		2,63	2,51	2,43	2,33	2,19			1,40	2,03	2,03	2,03	2,03		
		2,67	2,48	2,37	2,29	2,20	2,07			1,60	1,90	1,90	1,90	1,90	
1,60		3,52	3,42	3,29	3,21	3,09	2,92			1,80	1,79	1,79	1,79	1,79	
		3,15	3,06	2,95	2,87	2,76	2,61			0,80	2,36	2,36	2,36	2,36	
1,20		2,87	2,79	2,69	2,62	2,52	2,38			1,00	2,11	2,11	2,11	2,11	
		2,66	2,58	2,49	2,42	2,34	2,21			1,20	1,93	1,93	1,93	1,93	
1,40		2,66	2,58	2,49	2,42	2,34	2,21			1,40	1,79	1,79	1,79	1,79	
		2,49	2,42	2,33	2,27	2,18	2,06			1,60	1,67	1,67	1,67	1,67	
1,60	3,35	3,28	3,20	3,14	3,06	2,95			1,80	1,57	1,57	1,57	1,57		
	3,36	3,49	3,44	3,41	3,36	3,29			0,80	2,36	2,36	2,36	2,36		
30	1,00	3,18	3,12	3,08	3,05	3,01	2,94			1,00	2,11	2,11	2,11	2,11	
		2,90	2,85	2,81	2,78	2,75	2,69			1,20	1,93	1,93	1,93	1,93	
	1,40	2,69	2,64	2,60	2,58	2,54	2,49			1,40	1,79	1,79	1,79	1,79	
		2,52	2,47	2,43	2,41	2,38	2,33			1,60	1,67	1,67	1,67	1,67	
	1,60	3,37	3,33	3,29	3,27	3,24	3,19			1,80	1,58	1,58	1,58	1,58	
		3,58	3,56	3,54	3,53	3,51	3,47			0,80	2,37	2,37	2,37	2,37	
	1,00	3,20	3,19	3,17	3,15	3,13	3,10			1,00	2,12	2,12	2,12	2,12	
		2,93	2,91	2,89	2,88	2,86	2,83			1,20	1,93	1,93	1,93	1,93	
	1,40	2,71	2,69	2,68	2,67	2,65	2,62			1,40	1,79	1,79	1,79	1,79	
		2,53	2,52	2,50	2,49	2,48	2,45			1,60	1,67	1,67	1,67	1,67	
1,60	3,39	3,38	3,36	3,35	3,34	3,31			1,80	1,58	1,58	1,58	1,58		
	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58			0,80	2,37	2,37	2,37	2,37		
60	1,00	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20			1,00	2,12	2,12	2,12	2,12	
		2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92			1,20	1,93	1,93	1,93	1,93	
	1,40	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71			1,40	1,79	1,79	1,79	1,79	
		2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53			1,60	1,67	1,67	1,67	1,67	
	1,60	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39			1,80	1,58	1,58	1,58	1,58	
		2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53			0,80	2,37	2,37	2,37	2,37	

Die ausgewiesenen Werte gelten fur als Dreifeldtrager ausgefuhrte Montagesysteme. Die Windlasten gelten fur Aufstellung im Binnenland unter regelmaigen Bedingungen. Einordnung nach Windzone und Aufstellhohle. Bei Standorten in Kustennahe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind groere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungen fallen außerhalb der Profiltafeln wird empfohlen, einen fachkundigen Planer hinzu zu ziehen.

erstellt: Dr. Zapfe GmbH (Stand 2009)



Anlage 2: Tafel zur Ermittlung der maximalen Stützweite des Profils Profiplus (aufgeständert)

Modulntingung	Modulthe	Windzone 1: h<=10 m (0,5 kN/m ²)				Windzone 2: h<=18 m (0,65 kN/m ²)				Windzone 3: h<=25 m (0,80 kN/m ²)				Windzone 4: h<=35 m (1,10 kN/m ²)														
		1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00									
10	0,80	3,17	3,01	2,87	2,74	2,63	2,54	0,80	3,11	2,95	2,82	2,70	2,59	2,50	0,80	3,05	2,90	2,77	2,66	2,56	2,47	0,80	2,68	2,68	2,58	2,49	2,41	
	1,00	2,84	2,69	2,56	2,45	2,35	2,27	1,00	2,78	2,64	2,52	2,41	2,32	2,24	1,00	2,73	2,59	2,48	2,38	2,29	2,21	1,00	2,40	2,40	2,31	2,23	2,15	
	1,20	2,99	2,46	2,34	2,24	2,15	2,07	1,20	2,94	2,41	2,30	2,20	2,12	2,04	1,20	2,49	2,37	2,26	2,17	2,09	2,02	1,20	2,19	2,19	2,11	2,03	1,97	
	1,40	2,40	2,27	2,17	2,07	1,99	1,92	1,40	2,35	2,23	2,13	2,04	1,96	1,89	1,40	2,30	2,19	2,09	2,01	1,93	1,87	1,40	2,03	2,03	2,03	1,95	1,88	1,82
20	0,80	2,12	2,00	1,91	1,83	1,75	1,69	0,80	2,07	1,97	1,88	1,81	1,73	1,67	0,80	2,03	1,93	1,85	1,77	1,71	1,65	0,80	1,79	1,79	1,79	1,72	1,66	1,61
	1,00	2,93	2,79	2,66	2,55	2,45	2,37	1,00	2,85	2,72	2,60	2,50	2,41	2,32	1,00	2,77	2,65	2,54	2,45	2,36	2,28	1,00	2,64	2,64	2,53	2,44	2,35	2,28
	1,20	2,39	2,27	2,17	2,08	2,00	1,93	1,20	2,33	2,22	2,12	2,04	1,96	1,90	1,20	2,26	2,16	2,08	2,00	1,93	1,86	1,20	2,16	2,16	2,07	1,99	1,92	1,86
	1,40	2,21	2,11	2,01	1,93	1,86	1,79	1,40	2,15	2,05	1,96	1,89	1,82	1,76	1,40	2,10	2,00	1,92	1,85	1,78	1,73	1,40	2,00	2,00	1,92	1,84	1,78	1,72
30	0,80	2,07	1,97	1,88	1,80	1,74	1,67	0,80	2,01	1,92	1,84	1,77	1,70	1,64	0,80	1,96	1,87	1,80	1,73	1,67	1,61	0,80	1,87	1,87	1,79	1,72	1,66	1,61
	1,00	2,48	2,37	2,27	2,19	2,11	2,04	1,00	2,39	2,29	2,20	2,12	2,05	1,99	1,00	2,31	2,22	2,14	2,06	2,00	1,94	1,00	2,11	2,11	2,02	1,96	1,91	1,85
	1,20	2,27	2,16	2,07	1,99	1,92	1,86	1,20	2,18	2,09	2,01	1,94	1,87	1,81	1,20	2,11	2,02	1,95	1,88	1,82	1,77	1,20	1,93	1,93	1,91	1,85	1,79	1,74
	1,40	2,10	2,00	1,92	1,85	1,78	1,72	1,40	2,02	1,94	1,86	1,79	1,73	1,68	1,40	1,95	1,87	1,81	1,74	1,69	1,64	1,40	1,79	1,79	1,77	1,71	1,66	1,61
40	0,80	1,96	1,87	1,80	1,73	1,67	1,61	0,80	1,89	1,81	1,74	1,68	1,62	1,57	0,80	1,83	1,75	1,69	1,63	1,58	1,53	0,80	1,67	1,67	1,65	1,60	1,55	1,51
	1,00	2,07	1,97	1,88	1,80	1,74	1,67	1,00	1,98	1,88	1,80	1,74	1,68	1,62	1,00	1,92	1,84	1,78	1,72	1,67	1,61	1,00	1,79	1,79	1,79	1,79	1,78	1,74
	1,20	2,29	2,17	2,07	1,99	1,92	1,86	1,20	2,24	2,13	2,06	2,01	1,95	1,89	1,20	2,16	2,05	2,02	1,98	1,93	1,89	1,20	1,93	1,93	1,93	1,92	1,90	1,88
	1,40	2,11	2,03	1,96	1,90	1,84	1,79	1,40	2,04	1,94	1,88	1,82	1,77	1,72	1,40	1,94	1,92	1,89	1,86	1,81	1,76	1,40	1,79	1,79	1,79	1,79	1,78	1,74
50	0,80	3,16	3,05	2,94	2,85	2,76	2,68	0,80	3,10	3,08	3,05	3,03	3,01	2,98	0,80	2,75	2,71	2,67	2,63	2,56	2,49	0,80	2,36	2,36	2,36	2,36	2,33	2,31
	1,00	3,07	3,04	3,01	2,98	2,96	2,93	1,00	2,77	2,75	2,73	2,71	2,69	2,67	1,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,48	2,47	1,00	2,11	2,11	2,11	2,11	2,09	2,06
	1,20	2,80	2,78	2,75	2,72	2,70	2,67	1,20	2,65	2,60	2,52	2,44	2,37	2,31	1,20	2,46	2,42	2,39	2,35	2,29	2,23	1,20	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93
	1,40	2,60	2,57	2,55	2,52	2,50	2,48	1,40	2,42	2,37	2,30	2,23	2,17	2,11	1,40	2,25	2,21	2,18	2,14	2,09	2,04	1,40	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
60	0,80	2,43	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32	0,80	2,09	2,05	1,99	1,93	1,88	1,83	0,80	1,94	1,92	1,89	1,86	1,81	1,76	0,80	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
	1,00	2,29	2,27	2,24	2,22	2,20	2,18	1,00	2,07	2,05	2,04	2,02	2,00	1,99	1,00	1,86	1,86	1,86	1,86	1,85	1,84	1,00	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
	1,20	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	1,20	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	1,20	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	1,20	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	
	1,40	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	1,40	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	1,40	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	1,40	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	
1,60	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	1,60	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	1,60	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,60	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
	1,80	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39	1,80	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,80	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,80	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	

Die ausgewiesenen Werte gelten fur als Dreifeldtrager ausgefuhrte Montagesysteme. Die Windlasten gelten fur Aufstellung im Binnerdnung nach Windzone und Aufstellhohe. Bei Standorten in Kusternahe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind groere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfallen außerhalb der Profiltafeln wird empfohlen, einen fachkundigen Planer hinzu zu ziehen.

erstellt: Dr. Zapfe GmbH (Stand 2009)

Kalkulationsblatt Anlage 7 + 8: Stützrahmen

Stand 28.08.2009
 Version 1,5

Profi U07 - 15 (Bohrung oben)

Vorbemerkungen

Die nachstehenden Berechnungen gelten für reguläre Bedingungen. Bei Standorten mit speziellen Geländeformationen sind ergänzende Untersuchungen bezüglich der anzusetzenden Windlasten erforderlich.

Kunde
 Auftrag
 Postleitzahl Bauort Haag in Oberbayern
 48,17623 °nördl. Breite
 12,1729 °westl. Länge
 Dachneigung α °
 Elementhöhe h m
 seitliche Auskragung a_{kr} m
 Höhe ü.N.N. H m
 Höhe über GOK z m
 Verschattungsabstand S m typisch: 3,49 m

Querträger



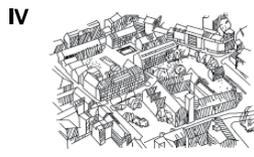
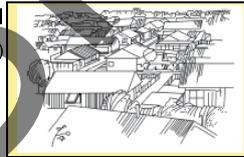
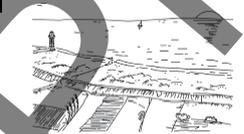
Modulträger



Bodenträger



Geländekategorien



Querträger

Dreifeldträger

Profilplus

Windsafe

Stützrahmen

#

Anstellwinkel 25 °

Bodenträger mit Nut

Lastannahmen nach DIN 1055

Elementgewicht g kN/m²

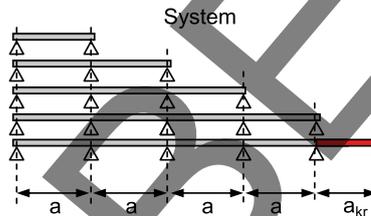
Schneelast s kN/m²

Geländekategorie (neben stehende Bilder)

Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete, Wälder

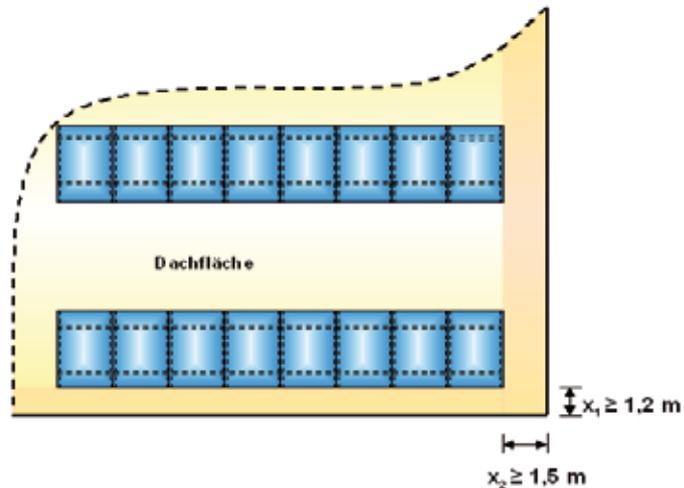
Böengeschw.-druck q kN/m² nach vereinfachtem Verfahren

zulässige Stützweiten in den verschiedenen Dachzonenbereichen



	Dachmitte	Randbereich	Eckbereich
a	1,903 m	1,903 m	1,588 m
a	1,903 m	1,814 m	1,198 m
a	1,978 m	1,885 m	1,246 m
a	1,943 m	1,851 m	1,223 m

a_{kr} m äquivalente Ersatzlasten: $q_k = 0,82$ kN/m²
 $q_d = 1,25$ kN/m²





Nachweis der zulässigen Abstände für Flachdachstütze

Verwendung für **Dachmontage**

Element-Neigng	α	25	Grad	$\sin = 0,422$	$\cos = 0,906$
Schneelast	s	1,46	kN/m ²	$C_{f1} = 1,00$	$C_{f2} = -1,60$
Höhe über Gelände	z	10,00	m	Grundw.d.Windlast: 0,50 kN/m ²	
Modulhöhe	h	1,60	m		
Modul-Gewicht	g	0,15	kN/m ²		

Kunde	Kunde
Auftrag	Muster

Belastungsaufstellung pro m² Dachfläche

Eigenlast Module

$g_v = 0,15 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,15 \text{ kN/m}^2$
 $g_z = 0,15 \cdot 0,906 = 0,14 \text{ kN/m}^2$
 $g_y = 0,15 \cdot 0,422 = 0,06 \text{ kN/m}^2$

Schneelast

$S_v = 1,46 \cdot 1,00 \cdot 0,906 = 1,32 \text{ kN/m}^2$
 $S_z = 1,32 \cdot 0,906 = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $S_y = 1,32 \cdot 0,422 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Winddruck:

$w_{dz} = 0,50 \cdot 1,00 = 0,50 \text{ kN/m}^2$
 $w_{sz} = 0,50 \cdot -1,60 = -0,80 \text{ kN/m}^2$
 $W_{dz} = 0,50 \cdot 1,60 = 0,80 \text{ kN/m}$
 $W_{sz} = -0,80 \cdot 1,60 = -1,28 \text{ kN/m}$

Profilkenngrößen

	Querträgerprofil	Modul-/Bodenträger	Stützen	
Gesamtfläche	A = 5,8 cm ²	A = 5,3 cm ²	A = 3,1 cm ²	$I_z = 3,7 \text{ cm}^4$
Widerstandsmoment	$W_y = 8,3 \text{ cm}^3$	$W_y = 9,7 \text{ cm}^3$	$W_n = 2,5 \text{ cm}^3$	$e_y = 0,0 \text{ cm}$
Widerstandsmoment	$W_z = 6,0 \text{ cm}^3$	$W_z = 7,4 \text{ cm}^3$	$W_z = 2,5 \text{ cm}^3$	$i_{min} = 1,1 \text{ cm}$
			Anzahl = 1 -	

Schnittgrößenfaktoren für Ein- und Mehrfeldträger

n	M _{1,Vollast}	M _{1,Teillast}	M _{2,Vollast}	M _{2,Teillast}	M _{B,Vollast}	M _{B,Teillast}	A _{Vollast}	A _{Teillast}	B _{Vollast}	B _{Teillast}	Q _{Vollast}	Q _{Teillast}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Querträger

Schnittkräfte vertikal

n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3			
	M _{y,Feld}	M _{y,Stütze}	M _{y,Krag}	A	M _{y,Feld}	M _{y,Stütze}	M _{y,Krag}	A	M _{y,Feld}	M _{y,Stütze}	M _{y,Krag}	A
1	0,288	0,00	-0,05	1,66	0,258	0,00	-0,04	1,49	-0,23	0,00	0,02	-1,31
2	0,218	-0,29	-0,05	2,88	0,195	-0,26	-0,04	2,58	-0,18	0,23	0,02	-2,28
3	0,230	-0,27	-0,05	2,75	0,206	-0,24	-0,04	2,46	-0,19	0,21	0,02	-2,20
4	0,227	-0,28	-0,05	2,81	0,203	-0,25	-0,04	2,52	-0,18	0,22	0,02	-2,24

Schnittkräfte horizontal

n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3			
	M _{z,Feld}	M _{z,Stütze}	M _{z,Krag}	A	M _{z,Feld}	M _{z,Stütze}	M _{z,Krag}	A	M _{z,Feld}	M _{z,Stütze}	M _{z,Krag}	A
1	0,092	0,000	-0,01	0,53	0,05	0,00	-0,01	0,29	0,01	0,000	0,00	0,03
2	0,069	-0,092	-0,01	0,92	0,04	-0,05	-0,01	0,50	0,00	-0,01	0,00	0,06
3	0,073	-0,085	-0,01	0,88	0,04	-0,05	-0,01	0,48	0,00	0,00	0,00	0,05
4	0,072	-0,088	-0,01	0,90	0,04	-0,05	-0,01	0,49	0,00	0,00	0,00	0,05

Zusammenfassung

n	Spannungen Feldmomente (kN/cm ²)				Spannungen Stützmomente (kN/cm ²)			
	LK1	LK2	LK3	maßg	LK1	LK2	LK3	maßg
1	5,019	3,961	-2,658	5,02	0,000	0,000	0,000	0,00
2	3,779	2,966	-2,092	3,78	-5,019	-3,961	2,658	5,02
3	3,994	3,139	-2,189	3,99	-4,648	-3,658	2,521	4,65
4	3,948	3,102	-2,171	3,95	-4,818	-3,793	2,600	4,82
Spannungen Kragmomente					0,803	0,634	0,224	0,80

zulässige Stützweiten [m]

Einfeldträger	a = 1,90 m
Zweifeldträger	a = 1,90 m
Dreifeldträger	a = 1,98 m
Mehrfeldträger	a = 1,94 m
Auskragung	a _{kr} = 0,95 m



Modulträger (Belastung durch Auflagerkräfte A der Querträger, siehe oben)

Längen

Lagerabstand AB l = 1360 mm
 Lager A - Last 1 l1 = 445 mm
 Last 1 - Lager B l2 = 730 mm
 Lager B - Last 2 l3 = 240 mm

zulässige Stützweiten [m]

Einfeldträger a = 4,40 m
 Zweifeldträger a = 2,54 m
 Dreifeldträger a = 2,66 m
 Mehrfeldträger a = 2,60 m

Belastung vertikal (Momente)

LK1				
n	A _{y,d}	B _{y,d}	M _{Feld,d}	M _{Stütze,d}
1	0,69	2,63	30,81	-39,84
2	1,20	4,56	53,49	-69,17
3	1,15	4,36	51,07	-66,05
4	1,17	4,45	52,11	-67,40

LK2			
A _{y,d}	B _{y,d}	M _{Feld,d}	M _{Stütze,d}
0,62	2,36	27,61	-35,71
1,08	4,09	47,93	-61,99
1,03	3,90	45,74	-59,16
1,05	3,98	46,68	-60,37

LK3			
A _{y,d}	B _{y,d}	M _{Feld,d}	M _{Stütze,d}
-0,55	-2,08	-24,35	31,49
-0,95	-3,61	-42,27	54,66
-0,92	-3,48	-40,76	52,71
-0,93	-3,54	-41,50	53,67

Belastung horizontal (Normalkräfte), Ausnutzungsgrad u. zulässiger Stützrahmenabstand a

LK1				
n	A _{z,d}	B _{z,d}	u	zul. a
1	1,33	0,26	0,23	4,40
2	2,30	0,46	0,39	2,54
3	2,20	0,44	0,38	2,66
4	2,24	0,45	0,38	2,60

LK2			
A _{z,d}	B _{z,d}	u	zul. a
0,82	0,24	0,20	4,91
1,42	0,41	0,35	2,83
1,35	0,39	0,34	2,97
1,38	0,40	0,34	2,91

LK3			
A _{z,d}	B _{z,d}	u	zul. a
-0,14	-0,21	0,18	5,57
-0,25	-0,36	0,31	3,21
-0,25	-0,35	0,30	3,33
-0,25	-0,35	0,31	3,27

Stütze (Belastung durch Auflagerkräfte B_y der Modulträger, siehe oben)

Geometrie

x y
 Punkt 1 1065 497 mm
 Punkt 2 1360 0 mm
 Δ 295 497 mm
 l 578 mm
 γ 59,3 °
 ε 95,7 °

Abstand der Befestigungspunkte

Bodenträger 1360 mm
 Modulträger 1175 mm

Schlankheit und Knickbeiwert

λ = 52,9 -
 ω = 1,44 -

zulässige Stützweiten [m]

Einfeldträger a = 14,98 m
 Zweifeldträger a = 8,63 m
 Dreifeldträger a = 9,03 m
 Mehrfeldträger a = 8,85 m

Schnittgrößen, Ausnutzung u und zulässiger Stützrahmenabstand a

RQ 30x3

n	Lastkombination 1					Lastkombination 2					Lastkombination 3				
	N _d	σ _{N,d}	σ _{M,d}	u	zul. a	N _d	σ _{N,d}	σ _{M,d}	u	zul. a	N _d	σ _{N,d}	σ _{M,d}	u	zul. a
1	-2,64	-0,84	0,00	0,067	14,98	-2,37	-0,75	0,00	0,060	16,71	2,09	0,66	0,00	0,037	27,35
2	-4,59	-1,46	0,00	0,116	8,63	-4,11	-1,31	0,00	0,104	9,63	3,62	1,15	0,00	0,063	15,76
3	-4,38	-1,39	0,00	0,111	9,03	-3,92	-1,25	0,00	0,099	10,09	3,49	1,11	0,00	0,061	16,34
4	-4,47	-1,42	0,00	0,113	8,85	-4,00	-1,27	0,00	0,101	9,89	3,56	1,13	0,00	0,062	16,05

Schraubenschlüsse (Sechskantschrauben M10 x 25 8.8)

Aufnehmbare Kräfte

t₁ = 3 mm V_{a,R,d} = 30,2 kN (Modulträger / Bodenträger)
 t₂ = 3 mm V_{a,R,d} = 30,2 kN (Modul-/Bodenträger / Stütze)
 V_{I,R,d} = 11,5 kN (Modulträger / Bodenträger)
 V_{I,R,d} = 11,5 kN (Modul-/Bodenträger / Stütze)

zulässige Stützweiten [m]

Einfeldträger a = 4,36 m
 Zweifeldträger a = 2,51 m
 Dreifeldträger a = 2,63 m
 Mehrfeldträger a = 2,58 m

Scherkräfte, Ausnutzung und zulässiger Abstand der Querrahmen

(1 = Modulträger / Bodenträger, 2 = Modulträger / Stütze bzw. Bodenträger / Stütze)

n	Lastkombination 1					Lastkombination 2					Lastkombination 3				
	V _{d,1}	u ₁	V _{d,2}	u ₂	zul. a	N _{d,1}	u ₁	N _{d,2}	u ₂	zul. a	N _{d,1}	u ₁	N _{d,2}	u ₂	zul. a
1	1,50	0,13	2,64	0,23	4,36	1,03	0,09	2,37	0,21	4,87	0,57	0,05	2,09	0,18	5,52
2	2,60	0,23	4,59	0,40	2,51	1,78	0,15	4,11	0,36	2,80	0,98	0,09	3,62	0,31	3,18
3	2,48	0,22	4,38	0,38	2,63	1,69	0,15	3,92	0,34	2,94	0,95	0,08	3,49	0,30	3,30
4	2,53	0,22	4,47	0,39	2,58	1,73	0,15	4,00	0,35	2,88	0,97	0,08	3,56	0,31	3,24

Verschattungsabstand: S = 4,00 m S₀ = 3,49 m

äquivalente Ersatzflächenlast: charakteristisch: q_k = 0,82 kN/m²
 Bemessungswert: q_d = 1,25 kN/m²



Anlage 7: Tafel zur Ermittlung des maximalen Stützenabstandes Light 2007 - 10 (430911, 430921)

Anstellwinkel	Modulhöhe	Windzone 1: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²) Windzone 2: h<10 m (0,65 kN/m ²)				Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²) Windzone 2: 10<h<18 m (0,80 kN/m ²) Windzone 3: h<10 m (0,80 kN/m ²)				Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²) Windzone 3: 10<h<25 m (1,10 kN/m ²)									
		0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50
20	0,80	4,57	4,57	4,57	4,40	4,08	3,65	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47
	0,90	4,06	4,06	4,06	3,91	3,63	3,24	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08
	1,00	3,65	3,65	3,65	3,52	3,27	2,92	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77
25	0,80	3,96	3,96	3,96	3,96	3,94	3,56	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
	0,90	3,52	3,52	3,52	3,52	3,50	3,16	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68
	1,00	3,17	3,17	3,17	3,17	3,15	2,84	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41
30	0,80	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49	3,44	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
	0,90	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,05	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37
	1,00	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,75	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
35	0,80	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
	0,90	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36
	1,00	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
40	0,80	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
	0,90	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36
	1,00	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
45	0,80	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
	0,90	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
	1,00	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12

Anlage 7: Tafel zur Ermittlung des maximalen Stützenabstandes Light 2007 - 10 (430911, 430921)

Anstellwinkel	Modulhöhe	Windzone 1: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²) Windzone 2: h<10 m (0,65 kN/m ²)				Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²) Windzone 2: 10<h<18 m (0,80 kN/m ²) Windzone 3: h<10 m (0,80 kN/m ²)				Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²) Windzone 3: 10<h<25 m (1,10 kN/m ²)									
		1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
20	0,80	3,29	3,01	2,76	2,56	2,38	2,22	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
	0,90	2,93	2,67	2,46	2,27	2,11	1,98	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
	1,00	2,64	2,40	2,21	2,04	1,90	1,78	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
25	0,80	3,24	2,98	2,76	2,56	2,40	2,25	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
	0,90	2,88	2,65	2,45	2,28	2,13	2,00	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
	1,00	2,59	2,38	2,20	2,05	1,92	1,80	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
30	0,80	3,22	2,98	2,77	2,59	2,44	2,30	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
	0,90	2,86	2,65	2,46	2,31	2,17	2,04	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
	1,00	2,57	2,38	2,22	2,08	1,95	1,84	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
35	0,80	3,48	3,37	3,26	3,07	2,91	2,76	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63
	0,90	3,09	3,00	2,90	2,73	2,58	2,45	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
	1,00	2,78	2,70	2,61	2,46	2,33	2,21	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
40	0,80	3,48	3,48	3,48	3,41	3,34	3,27	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
	0,90	3,09	3,09	3,09	3,03	2,97	2,90	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36	2,36
	1,00	2,78	2,78	2,78	2,73	2,67	2,61	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
45	0,80	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65
	0,90	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
	1,00	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12

Tabellenwerte sind für Flachdächer gültig. Verminderte Maximalabstände der Stützträger unter Berücksichtigung der Dachneigung sind ggf. zu beachten. Die Maximalstützweiten der Querträger sind gesondert zu berücksichtigen. Die ausgewiesenen Werte gelten für als Dreifeldträger ausgeführte Montagesysteme. Die Windlasten gelten für Aufstellung im Binnenland unter regelmäßigen Bedingungen. Einordnung nach Windzone und Aufstellhöhe. Bei Standorten in Küstennähe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profiltafeln wird empfohlen, einen fachkundigen Planer hinzu zu ziehen.

erstellt: Dr. Zapfe GmbH (Stand 2009)



Anlage 7: Tafel zur Ermittlung des maximalen Stützenabstandes Light 2007 - 13
 (430912, 430922)

Anstellwinkel	Modulhöhe	Windzone 1: h<10 m (0,50 kN/m ²)						Windzone 2: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²)						Windzone 3: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²)					
		0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50
20	1,20	2,15	2,15	2,15	2,07	1,92	1,71	1,20	1,63	1,63	1,63	1,63	1,58	1,20	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
1,40	1,84	1,84	1,84	1,74	1,64	1,47	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,35	1,40	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	
1,60	1,76	1,76	1,74	1,65	1,53	1,36	1,60	1,34	1,34	1,34	1,34	1,26	1,60	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
25	1,20	1,86	1,86	1,86	1,85	1,67	1,20	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,20	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	
1,40	1,60	1,60	1,60	1,59	1,49	1,34	1,40	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,40	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	
1,60	1,54	1,54	1,54	1,48	1,34	1,60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,60	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95		
30	1,20	1,64	1,64	1,64	1,64	1,62	1,20	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
1,40	1,41	1,41	1,41	1,41	1,38	1,40	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,40	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87		
1,60	1,37	1,37	1,37	1,37	1,32	1,60	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,60	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84		
35	1,20	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,20	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,40	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	
1,60	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,60	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,60	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	
40	1,20	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,20	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,40	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	
1,60	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,60	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,60	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	
45	1,20	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,20	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,40	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	
1,60	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,60	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,60	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	

Anlage 7: Tafel zur Ermittlung des maximalen Stützenabstandes Light 2007 - 13
 (430912, 430922)

Anstellwinkel	Modulhöhe	Windzone 1: h<10 m (0,50 kN/m ²)						Windzone 2: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²)						Windzone 3: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²)							
		0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50		
20	1,20	1,55	1,41	1,30	1,20	1,12	1,05	1,20	1,44	1,32	1,22	1,13	1,06	0,99	1,20	1,31	1,24	1,15	1,07	1,00	0,95
1,40	1,33	1,21	1,11	1,03	0,96	0,90	0,83	1,40	1,23	1,13	1,04	0,97	0,91	0,85	1,40	1,13	1,06	0,98	0,92	0,86	0,81
1,60	1,23	1,12	1,03	0,95	0,89	0,83	1,60	1,14	1,05	0,97	0,90	0,84	0,79	1,60	1,07	0,98	0,91	0,85	0,80	0,75	
25	1,20	1,52	1,40	1,30	1,21	1,13	1,06	1,20	1,39	1,29	1,20	1,12	1,05	0,99	1,20	1,14	1,14	1,11	1,05	0,99	0,93
1,40	1,31	1,20	1,11	1,03	0,97	0,91	0,84	1,40	1,19	1,10	1,03	0,96	0,90	0,85	1,40	0,98	0,98	0,95	0,90	0,85	0,80
1,60	1,22	1,12	1,03	0,96	0,89	0,84	1,60	1,11	1,03	0,96	0,89	0,84	0,79	1,60	0,95	0,95	0,89	0,84	0,79	0,74	
30	1,20	1,51	1,40	1,30	1,22	1,15	1,08	1,20	1,25	1,25	1,19	1,12	1,05	1,00	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	0,98	0,93
1,40	1,30	1,20	1,12	1,04	0,98	0,93	1,40	1,07	1,07	1,02	0,96	0,90	0,86	1,40	0,87	0,87	0,87	0,87	0,84	0,80	
1,60	1,21	1,12	1,04	0,97	0,91	0,86	1,60	1,04	1,01	0,95	0,89	0,84	0,80	1,60	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83	0,74	
35	1,20	1,64	1,59	1,53	1,44	1,37	1,30	1,20	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,18	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
1,40	1,40	1,36	1,31	1,24	1,17	1,11	1,40	1,07	1,07	1,07	1,07	1,04	1,01	1,40	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	
1,60	1,34	1,30	1,23	1,15	1,09	1,03	1,60	1,04	1,04	1,02	1,02	0,99	0,94	1,60	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	
40	1,20	1,63	1,63	1,63	1,60	1,57	1,54	1,20	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
1,40	1,40	1,40	1,40	1,38	1,35	1,32	1,40	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,40	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	
1,60	1,35	1,35	1,35	1,32	1,29	1,26	1,60	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,60	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	
45	1,20	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,20	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,20	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,40	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	
1,60	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,60	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,60	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	

Tabellenwerte sind für Flachdächer gültig. Verminderte Maximalabstände der Stützrahmen unter Berücksichtigung der Dachneigung sind ggf. zu beachten. Die Maximalstützweiten der Querträger sind gesondert zu berücksichtigen. Die ausgewiesenen Werte gelten für als Dreifeldträger ausgeführte Montagesysteme. Die Windlasten gelten für Aufstellung im **Binnenland unter regelmäßigen Bedingungen**. Einordnung nach Windzone und Aufstellhöhe. Bei Standort in Küstennähe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profillaisten sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profillaisten sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profillaisten sind größere Windlasten zu erwarten.



Anlage 8: Tafel zur Ermittlung des maximalen Stützenabstandes Profi 2007 - 15
 (430931, 430941)

Anstellwinkel	Modulhöhe	Windzone 1: h<10 m (0,50 kN/m ²)					Windzone 1: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²)					Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²)					Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²)									
		0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	
20	1,40	4,26	4,26	4,26	4,11	3,81	3,41	1,40	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,13	1,40	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61
25	1,60	3,73	3,73	3,73	3,59	3,34	2,98	1,60	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,74	1,60	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
30	1,80	3,32	3,32	3,32	3,19	2,96	2,65	1,80	2,52	2,52	2,52	2,52	2,44	1,80	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
35	1,40	3,77	3,77	3,77	3,77	3,75	3,38	1,40	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	1,40	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
40	1,60	3,30	3,30	3,30	3,30	3,28	2,96	1,60	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	1,60	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
45	1,80	2,93	2,93	2,93	2,93	2,91	2,63	1,80	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
	1,40	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,29	1,40	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	1,40	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
	1,60	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,88	1,60	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	1,60	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
	1,80	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,56	1,80	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,80	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
	1,40	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32	1,40	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	1,40	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	1,60	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	1,60	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	1,60	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
	1,80	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	1,80	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,80	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
	1,40	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	1,40	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	1,40	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
	1,60	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	1,60	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,60	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
	1,80	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	1,80	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,80	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
	1,40	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	1,40	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	1,40	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1,60	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	1,60	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	1,60	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	1,80	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	1,80	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,80	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55

Anlage 8: Tafel zur Ermittlung des maximalen Stützenabstandes Profi 2007 - 15
 (430931, 430941)

Anstellwinkel	Modulhöhe	Windzone 1: h<10 m (0,50 kN/m ²)					Windzone 1: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²)					Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²)					Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²)									
		1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	
20	1,40	3,08	2,81	2,58	2,39	2,22	2,08	1,40	2,85	2,62	2,42	2,25	2,10	1,97	1,60	2,50	2,29	2,12	1,97	1,84	1,73	1,63	1,53	1,43	1,33	1,23
25	1,60	2,70	2,48	2,26	2,14	2,00	1,87	1,60	2,46	2,28	2,12	1,98	1,86	1,76	1,40	2,31	2,31	2,25	2,12	2,00	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89
30	1,80	2,39	2,18	2,01	1,86	1,73	1,61	1,80	2,22	2,04	1,88	1,75	1,63	1,53	1,40	2,02	2,02	1,97	1,85	1,75	1,65	1,55	1,47	1,40	1,40	1,40
35	1,40	3,08	2,85	2,65	2,48	2,33	2,20	1,40	2,55	2,55	2,41	2,27	2,14	2,03	1,60	2,06	2,06	2,06	2,06	1,98	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89
40	1,60	2,69	2,49	2,32	2,17	2,04	1,92	1,60	2,32	2,23	2,11	1,99	1,88	1,78	1,40	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
45	1,80	2,39	2,22	2,06	1,93	1,81	1,71	1,80	1,98	1,98	1,88	1,77	1,67	1,58	1,40	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
	1,40	3,32	3,22	3,11	2,93	2,77	2,63	1,40	2,53	2,53	2,53	2,53	2,51	2,51	1,40	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	1,60	2,90	2,81	2,72	2,56	2,43	2,30	1,60	2,22	2,22	2,22	2,21	2,16	2,09	1,60	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
	1,80	2,58	2,50	2,42	2,28	2,16	2,05	1,80	1,97	1,97	1,97	1,97	1,92	1,86	1,80	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
	1,40	3,29	3,29	3,29	3,23	3,16	3,09	1,40	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	1,40	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
	1,60	2,88	2,88	2,82	2,76	2,70	2,60	1,60	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,60	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
	1,80	2,56	2,56	2,51	2,46	2,40	2,30	1,80	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,80	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
	1,40	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	1,40	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	1,40	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	1,60	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	1,60	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	1,60	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
	1,80	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	1,80	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,80	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55

Tabellenwerte sind für Flachdächer gültig. Verminderte Maximalabstände der Stützrahmen unter Berücksichtigung der Dachneigung sind ggf. zu beachten. Die Maximalstützweiten der Querträger sind gesondert zu berücksichtigen. Die ausgewiesenen Werte gelten für als Dreifeldträger ausgeführte Montagesysteme. Die Windlasten gelten für Aufstellung im **Binnenland unter regelmäßigen Bedingungen**. Einordnung nach Windzone und Aufstellhöhe. Bei Standort in Küstennähe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profiltafeln sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profiltafeln sind größere Windlasten zu erwarten.

Kalkulationsblatt Anlage 9: Auflastberechnung
Light U07 - 15 (Bohrung oben)



Stand 21.09.2007
 Version 3

Vorbemerkungen

Die nachstehenden Berechnungen gelten für reguläre Bedingungen. Bei Standorten mit speziellen Geländeformationen sind ergänzende Untersuchungen bezüglich der anzusetzenden Windlasten erforderlich.

Kunde: Kunde
 Auftrag: Muster
 Postleitzahl Bauort: **83527** Haag in Oberbayern

48,1762 ° nördl. Breite
 12,1729 ° westl. Länge
 Elementneigung α **30** °
 Elementhöhe h **1,60** m
 Höhe ü.N.N. H **550** m
 Firsthöhe über GOK z **7,00** m
 Abstand Stützrahmen a **1,60** m
 Überstand Querträger a_{kr} **0,40** m < 0,67
 Basisbreite B **1,36** m
 Schwerpunktabstand x_A **0,80** m
 Attikahöhe h_p **0,30** m
 Verschattungsabstand S **3,80** m typisch: 3,8 m

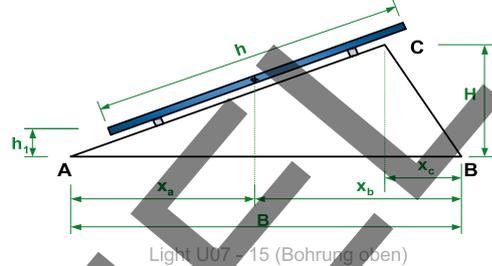
Ballastierungstyp Streckenlasten

Lastannahmen nach DIN 1055

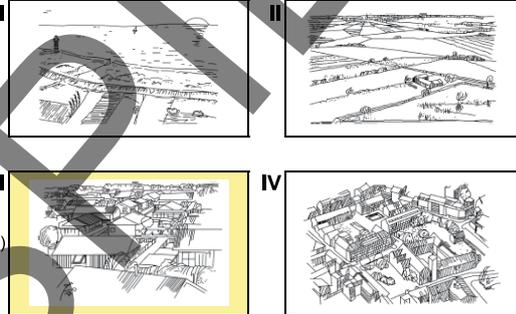
Elementgewicht g **0,15** kN/m²
 Schneelast s **1,46** kN/m²
 Geländekategorie **III** (neben stehende Bilder)

Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete,
 Wälder

Böengeschw.-druck q **0,47** kN/m²
erforderliche Ballastierung Gleitbeiwert $\mu = 0,4$



Geländekategorien



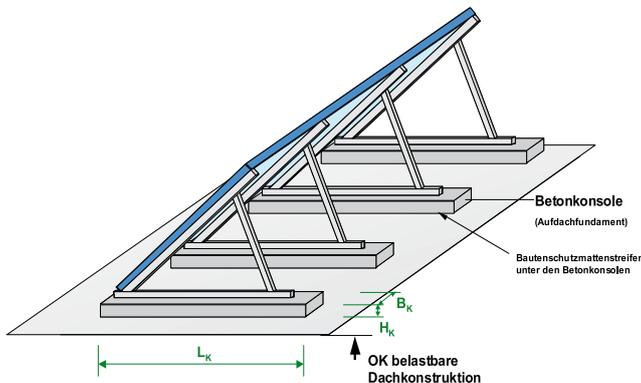
- Windsafe
- Horizontalfixierung (am Dach) / Aufstellg. Im Kiesbett
- Kopplung der Modulreihen
- Bauseitige Kiesschüttung wird zur Ballastierung genutzt

Streckenlast

Kippnachweis
 Gleitnachweis 178,2 kg
 Nachweis gegen Abheben 209,0 kg
 Die ausgewiesenen Ballastierungsgrößen gelten für Innenstützen von Durchlaufträgern.

Auskragung der Basis
 $f_i x_A = 0$ cm
 $f_i x_B = 12$ cm
 $erf W = 12$ cm³ (Grundträger)

äquivalente Ersatzlasten: $q_k = 1,19$ kN/m² $q_d = 1,69$ kN/m²



München, den 28.08.2009

Nachweis der Lagesicherheit bei ballastierten Flachdachmontagen

Stützrahmen Light U07 - 15 (Bohrung oben) (430913)

Kunde
 Auftrag

Element-Neigung	α	30	Grad	$\sin = 0,500$	$\cos = 0,866$	Kraftbeiwerte
Schneelast	s	1,46	kN/m ²	$C_{f1} = 1,20$	$C_{f2} = -1,80$	
Höhe über Gelände	z	7,00	m	$C_p = 0,40$	$C_p = -1,00$	Druckbeiwert
Modulhöhe	h	1,60	m	Grundw.d.Windlast: 0,47 kN/m ²		
Modul-Gewicht	g	0,15	kN/m ²			

Belastungsaufstellung pro m² Modulfläche

Eigenlast Module

$g_v = 0,15 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,15 \text{ kN/m}^2$
 $g_z = 0,15 \cdot 0,866 = 0,13 \text{ kN/m}^2$
 $g_y = 0,15 \cdot 0,500 = 0,07 \text{ kN/m}^2$

Schneelast

$S_v = 1,46 \cdot 1,00 \cdot 0,866 = 1,26 \text{ kN/m}^2$
 $S_z = 1,26 \cdot 0,866 = 1,09 \text{ kN/m}^2$
 $S_y = 1,26 \cdot 0,500 = 0,63 \text{ kN/m}^2$

Windkräfte (für Nachweis der Anschlüsse)

$W_{az} = 0,47 \cdot 1,60 \cdot 1,20 \cdot 0,65 = 0,59 \text{ kN/m}$
 $W_{sz} = 0,47 \cdot 1,60 \cdot -1,80 \cdot 0,86 = -1,17 \text{ kN/m}$

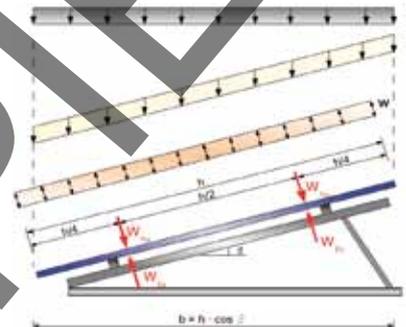
$h_1 = 0,06 \text{ m}$ $f_D = 0,65$
 $h_p/h = 0,35$ $h_p/z_{GOK} = 0,04$ $f_S = 0,86$

Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte

$Y_g = 1,35$ $Y_q = 0,90$ für günstige Wirkung
 $Y_q = 1,50$
 $\Psi_{0,w} = 0,60$
 $\Psi_{0,s} = 0,50$

Lastkombinationen

LK 1: $Y_g \cdot g + Y_q \cdot s + \Psi_{0,w} \cdot Y_q \cdot W_{1,j}$
 LK 2: $Y_g \cdot g + \Psi_{0,s} \cdot Y_q \cdot s + Y_q \cdot W_{1,j}$
 LK 3: $0,9 \cdot g + Y_q \cdot W_{2,j}$ (abhebend)



Schnittgrößenfaktoren für Ein- und Mehrfeldträger

n	A _{Vollast}	A _{Teillast}	B _{Vollast}	B _{Teillast}	Q _{Vollast}	Q _{Teillast}
1	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Stützweite $a = 1,60 \text{ m}$
 Auskragung $a_{kr} = 0,40 \text{ m}$
 Basisbreite $B = 1,36 \text{ m}$
 Schwerpunktabstand $h_1 = 0,06 \text{ m}$
 $x_A = 0,8011 \text{ m}$ $x_B = 0,56 \text{ m}$

Innenstützen

$\min B = 1/B \cdot (f_v \cdot 0,90 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + f_T \cdot 1,5 \cdot W_{k2} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4)) \cdot a$
 $\max B = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + f_T \cdot 1,5 \cdot (s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_A + 0,6 \cdot W_{k1} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $\max B = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + f_T \cdot 1,5 \cdot (0,5 \cdot s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_A + W_{k1} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $\min A = 1/B \cdot (f_v \cdot 0,90 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + f_T \cdot 1,5 \cdot W_{k2} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4)) \cdot a$
 $\max A = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + f_T \cdot 1,5 \cdot (s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_B + 0,6 \cdot W_{k1} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $\max A = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + f_T \cdot 1,5 \cdot (0,5 \cdot s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_B + W_{k1} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $\max C = 1,5 \cdot f_T \cdot c_{f1} \cdot q_{(z)} \cdot a \cdot h \cdot \sin \beta$
 $\min C = 1,5 \cdot f_T \cdot c_{f2} \cdot q_{(z)} \cdot a \cdot h \cdot \sin \beta$

Innenstützen

$\min B = 1/B \cdot (f_v \cdot 0,90 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + f_T \cdot 1,5 \cdot W_{k2} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4)) \cdot a$
 $+ 1/B \cdot (0,90 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + 1,5 \cdot W_{k2} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4)) \cdot a_r$
 $\max B = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + f_T \cdot 1,5 \cdot (s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_A + 0,6 \cdot W_{k1} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $+ 1/B \cdot (1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + 1,5 \cdot (s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_A + 0,6 \cdot W_{k1} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a_r$
 $\max B = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + f_T \cdot 1,5 \cdot (0,5 \cdot s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_A + W_{k1} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $+ 1/B \cdot (1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_A + 1,5 \cdot (0,5 \cdot s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_A + W_{k1} \cdot (x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a_r$
 $\min A = 1/B \cdot (f_v \cdot 0,90 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + f_T \cdot 1,5 \cdot W_{k2} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4)) \cdot a$
 $+ 1/B \cdot (0,90 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + 1,5 \cdot W_{k2} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4)) \cdot a_r$
 $\max A = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + f_T \cdot 1,5 \cdot (s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_B + 0,6 \cdot W_{k1} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $+ 1/B \cdot (1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + 1,5 \cdot (s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_B + 0,6 \cdot W_{k1} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a_r$
 $\max A = 1/B \cdot (f_v \cdot 1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + f_T \cdot 1,5 \cdot (0,5 \cdot s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_B + W_{k1} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a$
 $+ 1/B \cdot (1,35 \cdot h \cdot g_z / \cos \beta \cdot x_B + 1,5 \cdot (0,5 \cdot s \cdot h \cdot \cos \beta \cdot x_B + W_{k1} \cdot (B \cdot \cos \beta - x_A / \cos \beta + h/4))) \cdot a_r$
 $\max C = 1,5 \cdot (f_T \cdot a + a_r) \cdot c_{f1} \cdot q_{(z)} \cdot h \cdot \sin \beta$
 $\min C = 1,5 \cdot (f_T \cdot a + a_r) \cdot c_{f2} \cdot q_{(z)} \cdot h \cdot \sin \beta$



Auflagerkräfte Innenstützen [kN]												
n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3			
	max A	zug B	max B	zug A	max A	zug B	max B	zug A	min A	zug B	min B	zug A
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3,27	4,37	5,00	2,64	2,37	2,86	3,91	1,32	-1,51	-1,10	-3,17	0,56
3	3,12	4,16	4,77	2,52	2,25	2,71	3,72	1,25	-1,46	-1,08	-3,06	0,52
4	3,19	4,25	4,87	2,57	2,30	2,77	3,80	1,28	-1,49	-1,09	-3,12	0,53

Auflagerkräfte Randstützen [kN]												
n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3			
	max A	zug B	max B	zug A	max A	zug B	max B	zug A	min A	zug B	min B	zug A
1	1,96	2,62	3,00	1,59	1,42	1,71	2,34	0,79	-0,91	-0,66	-1,90	0,33
2	1,79	2,39	2,73	1,44	1,29	1,55	2,13	0,71	-0,84	-0,62	-1,76	0,30
3	1,82	2,43	2,78	1,47	1,32	1,58	2,17	0,73	-0,85	-0,63	-1,79	0,30
4	1,81	2,42	2,77	1,46	1,31	1,57	2,16	0,72	-0,85	-0,62	-1,78	0,30

Zusammenfassung Innenstützen							Zusammenfassung Randstützen					
n	Drucklasten			Zuglasten			Drucklasten			Zuglasten		
	max A	max B	max Σ	min A	min B	min Σ	max A	max B	max Σ	min A	min B	min Σ
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	3,00	4,59	-0,91	-1,90	-1,57
2	3,27	5,00	7,64	-1,51	-3,17	-2,61	1,79	2,73	4,17	-0,84	-1,76	-1,46
3	3,12	4,77	7,28	-1,46	-3,06	-2,54	1,82	2,78	4,25	-0,85	-1,79	-1,48
4	3,19	4,87	7,44	-1,49	-3,12	-2,58	1,81	2,77	4,23	-0,85	-1,78	-1,47

Horizontallasten

Innenstützen	Randstützen
0,00	0,53
0,89	0,49
0,86	0,50
0,87	0,50

Nachweis der Lagesicherheit:

Sicherheitsbeiwerte: $\eta_K \geq 1,5$ (Kippen)
 $\eta_G \geq 1,5$ (Gleiten)
 $\eta_A \geq 1,5$ (Abheben)

Für den Kippnachweis ist sicherzustellen, dass das maximale Kippmoment, das sich aus dem Produkt der minimalen Auflagerkraft ergibt, durch das Rückstellmoment aus der Ballastierung mit einer Sicherheit $\eta_K \geq 1,5$ kompensiert wird. Da der Nachweis mit charakteristischen Lastgrößen zu führen ist, ist die Sicherheit $\eta_K \geq 1,5$ bereits in den Lastannahmen enthalten.

Punktlasten

Kippnachweis: erf g = min A bzw. min B

Innenstützen	erf g = 3,15 kN/m	(Gesamtlast: 4,66 kN)
Randstützen	erf g = 2,36 kN/m	(Gesamtlast: 3,50 kN)

nicht maßgebend, da hintereinander liegende Modulreihen gekoppelt werden

Gleitsicherheit: erf g = -1/μ · min C/Basisbreite $\mu = 0,40 [-]$

Innenstützen	erf g = 1,31 kN/m	(Gesamtlast: 1,78 kN)
Randstützen	erf g = 0,98 kN/m	(Gesamtlast: 1,34 kN)

Abhebesicherheit: erf g = -Σ abhebenden Kräfte

Innenstützen	erf g = 1,54 kN/m	(Gesamtlast: 2,09 kN)
Randstützen	erf g = 0,77 kN/m	(Gesamtlast: 1,04 kN)

Mindestens zwei hintereinander liegende Modulreihen sind durch den Grundträger gekoppelt.
 Es ist nachzuweisen, dass der Grundträger die Differenzlast aus dem Kippnachweis abtragen kann.

Profilempfehlung

Innenstützen	$M = (g_{\text{Kippen}} - g_{\text{Abheben}}) = 2,192 \text{ kNm}$	erf W = 12,05 cm ³	DN1
	$M = (g_{\text{Kippen}} - g_{\text{Abheben}}) = 1,666 \text{ kNm}$	erf W = 9,154 cm ³	DN1

Verschattungsabstand: S = 3,8 m $S_0 = 3,801 \text{ m}$ nach Erfurth und Bahner

äquivalente Ersatzflächenlast: charakteristisch: $q_k = 1,19 \text{ kN/m}^2$ (g/s/w = 0,08/0,67/0,17 kN/m²)
 Bemessungswert: $q_d = 1,69 \text{ kN/m}^2$

Hinweis: Vorstehende Berechnungen sind nur gültig für die ausgewiesenen Flachdachstützen. Die PV-Module sind ausgemittelt zwischen den äußersten am Modulträger vorhandenen Querträgerbohrungen zu montieren.



Anlage 9: Tafel zur Ermittlung der minimalen Ballastierung für Light 2007 und Profi 2007 pro 1 m Stützweite
 (430911-430913, 430931)

Neigung	Windzone 1: h<10 m (0,5 kN/m ²)			Windzone 2: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²)			Windzone 3: h<10 m (0,80 kN/m ²)			Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²)			Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²)			Windzone 3: 10<h<25 m (1,10 kN/m ²)				
	Modulhöhe	Abheben [kg]	Kippen/ Gleiten (A) [kg]	Kippen/ Gleiten (B) [kg]	Modulhöhe	Abheben [kg]	Kippen/ Gleiten (A) [kg]	Kippen/ Gleiten (B) [kg]	Modulhöhe	Abheben [kg]	Kippen/ Gleiten (A) [kg]	Kippen/ Gleiten (B) [kg]	Modulhöhe	Abheben [kg]	Kippen/ Gleiten (A) [kg]	Kippen/ Gleiten (B) [kg]	Modulhöhe	Abheben [kg]	Kippen/ Gleiten (A) [kg]	Kippen/ Gleiten (B) [kg]
20	0,80	68	162	111	0,80	92	215	147	0,80	116	266	184	0,80	163	375	257	0,80	204	498	357
	1,00	85	215	155	1,00	115	286	205	1,00	144	359	256	1,00	204	498	357	1,00	244	588	445
	1,20	102	246	193	1,20	138	326	236	1,20	173	407	319	1,20	244	588	445	1,20	285	697	561
	1,40	119	302	244	1,40	161	401	323	1,40	202	499	403	1,40	316	801	622	1,40	328	693	604
	1,60	138	300	262	1,60	184	388	347	1,60	231	496	433	1,60	361	796	669	1,60	386	810	718
	1,80	153	351	312	1,80	207	468	413	1,80	260	580	515	1,80	386	810	718	1,80	406	931	796
25	0,80	76	188	126	0,80	102	249	166	0,80	128	310	206	0,80	181	432	287	0,80	226	572	394
	1,00	95	249	172	1,00	128	330	227	1,00	161	411	283	1,00	226	572	394	1,00	271	654	492
	1,20	114	285	214	1,20	153	377	284	1,20	193	469	353	1,20	271	654	492	1,20	316	801	622
	1,40	133	350	272	1,40	179	463	359	1,40	225	575	447	1,40	316	801	622	1,40	361	796	669
	1,60	152	347	291	1,60	205	460	385	1,60	257	576	480	1,60	361	796	669	1,60	386	810	718
	1,80	171	407	347	1,80	230	538	459	1,80	289	669	571	1,80	406	931	796	1,80	406	931	796
30	0,80	83	214	152	0,80	111	283	200	0,80	139	351	243	0,80	195	489	343	0,80	244	647	447
	1,00	103	284	198	1,00	139	375	260	1,00	174	466	323	1,00	244	647	447	1,00	282	739	534
	1,20	124	324	236	1,20	166	428	311	1,20	208	532	385	1,20	282	739	534	1,20	341	905	672
	1,40	145	398	294	1,40	194	525	389	1,40	243	652	483	1,40	341	905	672	1,40	390	900	721
	1,60	165	395	314	1,60	222	522	416	1,60	278	648	518	1,60	439	1052	861	1,60	439	1052	861
	1,80	186	463	376	1,80	249	610	497	1,80	312	757	618	1,80	439	1052	861	1,80	439	1052	861
35	0,80	78	215	161	0,80	104	283	211	0,80	131	352	261	0,80	184	489	362	0,80	230	648	471
	1,00	97	285	209	1,00	130	376	275	1,00	163	467	340	1,00	230	648	471	1,00	276	740	549
	1,20	117	326	243	1,20	156	429	320	1,20	196	533	396	1,20	276	740	549	1,20	322	907	673
	1,40	136	389	298	1,40	182	526	392	1,40	229	653	486	1,40	322	907	673	1,40	388	902	720
	1,60	155	397	319	1,60	208	523	419	1,60	262	649	519	1,60	388	902	720	1,60	414	1054	840
	1,80	175	484	372	1,80	235	612	489	1,80	294	759	606	1,80	414	1054	840	1,80	414	1054	840
40	0,80	72	216	170	0,80	97	284	223	0,80	122	353	275	0,80	171	480	381	0,80	214	650	495
	1,00	90	286	220	1,00	121	377	289	1,00	152	468	358	1,00	214	650	495	1,00	257	742	575
	1,20	108	327	256	1,20	145	430	336	1,20	182	534	416	1,20	257	742	575	1,20	300	908	692
	1,40	126	401	309	1,40	169	528	405	1,40	213	655	500	1,40	300	908	692	1,40	343	903	739
	1,60	144	398	327	1,60	194	525	430	1,60	243	651	533	1,60	343	903	739	1,60	385	1055	860
	1,80	162	466	381	1,80	218	613	501	1,80	274	761	621	1,80	385	1055	860	1,80	385	1055	860
45	0,80	66	217	179	0,80	89	285	234	0,80	111	354	289	0,80	157	491	400	0,80	197	651	519
	1,00	82	287	231	1,00	111	378	303	1,00	139	469	375	1,00	197	651	519	1,00	236	743	603
	1,20	98	328	269	1,20	133	432	353	1,20	167	536	436	1,20	236	743	603	1,20	275	910	725
	1,40	115	403	324	1,40	156	529	424	1,40	195	656	525	1,40	275	910	725	1,40	315	905	773
	1,60	131	400	351	1,60	177	526	457	1,60	223	652	562	1,60	315	905	773	1,60	354	1057	878
	1,80	148	468	395	1,80	199	615	514	1,80	251	763	634	1,80	354	1057	878	1,80	354	1057	878

Die ausgewiesenen Werte gelten für als Dreifeldträger ausgeführte Montagesysteme. Die Windlasten gelten für Aufstellung im Binnennland unter regelmäßigen Bedingungen. Einordnung nach Windzone und Aufstellhöhe. Bei Standorten in Küstennähe oder an exponierten Lagen (Kuppen und Wannen) sind größere Windlasten zu erwarten. Bei Anwendungsfällen außerhalb der Profiltafeln wird empfohlen, einen fachkundigen Planer hinzu zu ziehen. Die Tabellenwerte für Kippen/Gleiten sind für gleichverteilte Gewichte (A) und punktuell Lasten (B) angegeben und mit dem Abstand der Stützen zu multiplizieren. Bei punktueller Ballastierung (B) sind die Gewichte vorne / hinten im Verhältnis 25% / 75% zu verteilen. Die Tabellenwerte sind für die Auswahl der Stützen Light2007 und Profi2007 anhand der Modulhöhe gültig. Bei gekoppelten Reihen ist eine Ballastierung nur gegen Abheben erforderlich.

erstellt: Dr. Zapfe GmbH (Stand 2009)



Schletter GmbH
 Gewerbegebiet an der B15
 Alustraße 1
 83527 Kirchdorf/Haag in OB

www.schletter.de

**Ihr Draht
 zu uns**



Technische Beratung und Anfragen

Tel.: +49 8072 9191 – 201
 Fax: +49 8072 9191 – 9201
 Mail: anfragen@schletter.de



Bestellung und Auftragsbearbeitung

Tel.: +49 8072 9191 – 205
 Fax: +49 8072 9191 – 9205
 Mail: bestellung@schletter.de



Logistikservice

Tel.: +49 8072 9191 – 206
 Fax: +49 8072 9191 – 9206
 Mail: service@schletter.de



Schulungsinformationen

Tel.: +49 8072 9191 - 209
 Fax: +49 8072 9191 - 9209
 Mail: seminar@schletter.de

Für die umfassende und kompetente Beratung bei Ihrer Anlagenplanung und für Fragen zur Logistik und Auftragsbearbeitung stehen Ihnen unsere Mitarbeiter werktags von 7:30 bis 17:00 Uhr zur Verfügung.