

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0
Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Planungsunterlagen für das Tragsystem zur
Aufnahme von Solarmodulen Schrägdachsystem**

Projekt: PVCarport24.de - Youtube

Modultyp: 425W BLACK Frame PV Modul BSM425G12-54HPH 1722 x 1134 mm



Im Auftrag

PVCarport24.de

PVCarport24.de

Projektierung und Autokalkulation

Version 1.101.6.34

Anlagendaten

Datum	16.10.2023
Kunde	PVCarport24.de
Auftrag	PVCarport24.de

Modulauswahl

Hersteller	Bluesun
Modul	425W BLACK Frame PV Modul BSM425G42-54HPH
Peak-Leistung	425 W
Höhe	1.722 mm
Breite	1.134 mm
Dicke	30 mm
Rahmung	Gerahmt



Modulanordnung

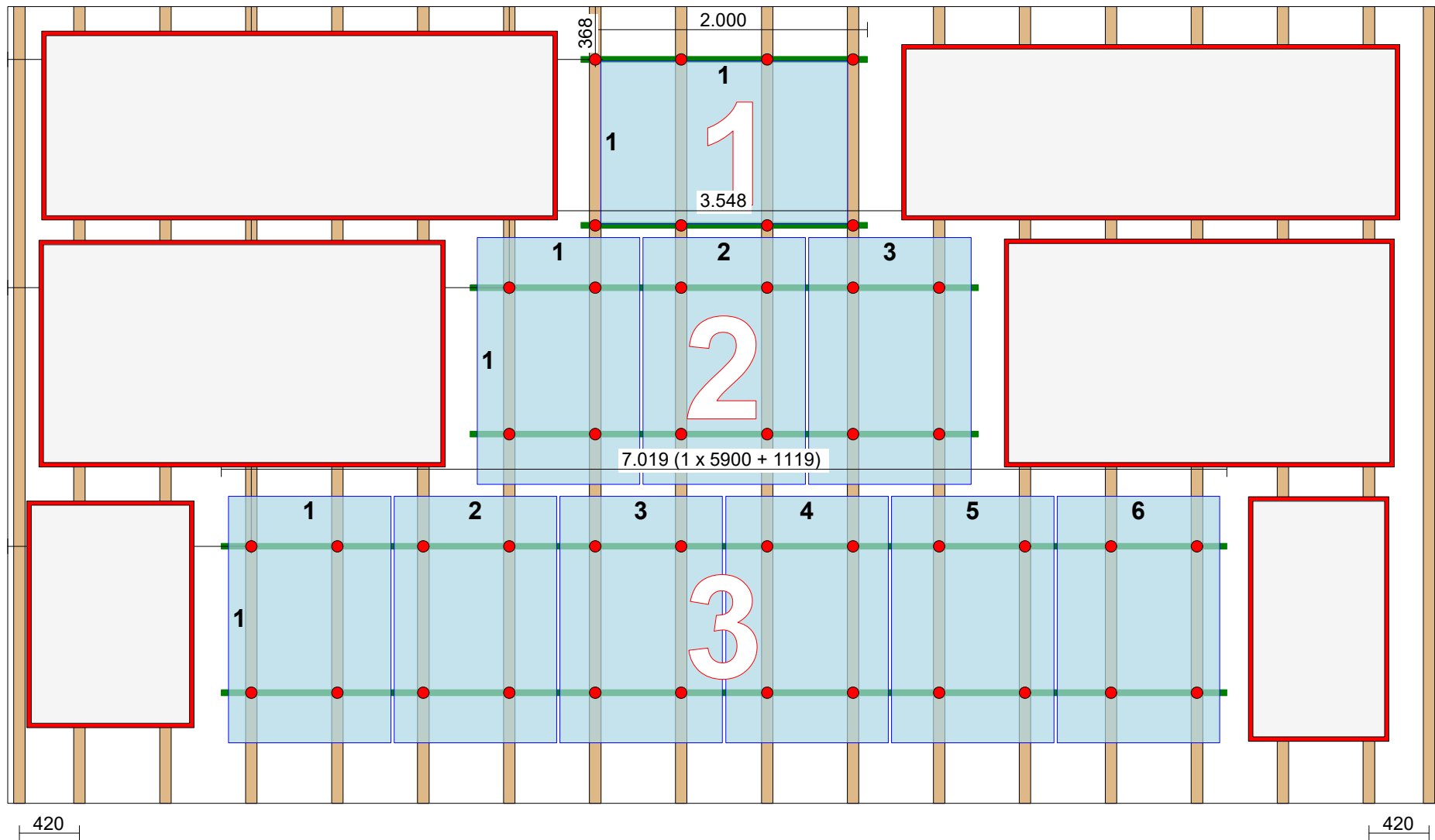
Anzahl Module	10
Gewählter Unterstützungsabstand	1.000 mm
Auskragung	240 mm

Grundkonfiguration

Systemauswahl	
Modulträger	Solo
Klemmentyp	Rapid16
Befestigung	Dachhaken EcoA 45 Max

Ergebnisse: Anlagendaten

Peak-Leistung	4,25 kW
---------------	---------



SCalc3 1.101.6.34

Kunde PVCarport24.de
 Projekt PVCarport24.de - Youtube

Stückliste Schrägdachsystem

Pos	Artikelnummer	Artikel	Gesamtmenge	Länge mm	ME	Gesamtgewicht kg
1	120005-05900	Modultragprofil Solo 5900mm	6		ST	29,028
2	129011-000	Kunststoff-Endkappe Solo	100 (12)		ST	0,096
3	100020-100	Dachhaken EcoA 45 Max	60 (44)		ST	13,288
4	943208-080	Schraube 8x80 TX VA Tellerkopf Holz	100 (44)		ST	0,880
5	943410-025	Schraube M10x25 Vierkant A2 GMB	100 (44)		ST	1,056
6	943912-010	Flanschmutter M10 Sperrverza DIN6923 A4	100 (44)		ST	0,484
7	131101-003	Endklemme Rapid16 H 30 - 40	50 (4)		ST	0,212
8	139004-000	Unterlegblech Modulklemme Eco	200 (4)		ST	0,068
9	131101-001	Endklemme Rapid16 V 30 - 40	50 (8)		ST	0,424
10	131121-001	Mittelklemme Rapid16 30 - 40	100 (14)		ST	0,700
11	129060-000	Verbinder Einschub Solo	50 (4)		ST	0,296
12	943001-232	Dünnblechschr. 6,0x22 A2 m. Dichtschr. oZ	100 (8)		ST	0,039
Summe						46,571

Systemkonfigurator Stand 1.101.6.34
Vorbemerkungen

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

Kunde PVCarport24.de
 Auftrag PVCarport24.de
 Postleitzahl Bauort **86695 Nordendorf**
 48,6069 ° nördl. Breite
 10,8183 ° östl. Länge

Modulträger


Elementneigung	α	25,0	°
Modulhöhe	h	1,72	m
Höhe über NN	H	423	m
Höhe über GOK	z	8,56	m
Auskragung Modulträger	akr	0,24	m
Stützweite MT	a	1,00	m
Längsneigung			Modulträger

Statisches System

Satteldach

Modulträger Solo

Lastannahmen nach DIN-EN 1991

Modulgewicht	g	0,11	kN/m ²
Böengeschw.-druck	q(z)	0,63	kN/m ²
Schneelast	s	0,69	kN/m ²
Geländekategorie		II/III	

Geländekategorie II/III

Mischprofil Binnenland: Gebiete mit niedriger Vegetation wie Gras und einzelnen Hindernissen (Bäume, Gebäude) mit Abständen von mindestens der 20-fachen Hindernishöhe


Äquivalente Ersatzlasten

q _k kN/m ²	q _d kN/m ²
0,18	0,24

Nachweis der Modulträgerprofile (zulässige Stützweiten) Solo (120005)

Verwendung für Dachmontage

Elementneigung	α	25	°
Höhe über GOK	z	8,56	m
Modulhöhe	h	1,72	m
Rastermaß Unterbau	a	1,00	m
Auskragung	l_{kr}	0,24	m

sin =	0,423	cos =	0,906
Modulgewicht	g	0,11	kN/m ²
Schneelast	s	0,69	kN/m ²
Böengeschw.-druck	q(z)	0,63	kN/m ²

Windkraftbeiwerte			
C _{pe,1,max} 0,33	C _{pe,1,min}	-0,73	H
	C _{pe,1,min}	-1,37	G
	C _{pe,1,min}	-1,17	F

Belastungsaufstellung pro Quadratmeter Dachfläche

Eigenlast Module

$$g_v = 0,11 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,11 \cdot 0,906 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,423 = 0,05 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,69 \cdot 1,00 \cdot 0,906 = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,62 \cdot 0,906 = 0,57 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,62 \cdot 0,423 = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$L_i = \quad = 0,86 \text{ m}$$

$$w_i = 0,63 \cdot c_{p,i} = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$W = w_i \cdot L_i = 0,18 \text{ kN/m}$$

Windsog

$$\text{Zone H} \quad \text{Zone G} \quad \text{Zone F}$$

$$-0,46 \text{ kN/m}^2 \quad -0,86 \text{ kN/m}^2 \quad -0,73 \text{ kN/m}^2$$

$$-0,40 \text{ kN/m} \quad -0,74 \text{ kN/m} \quad -0,63 \text{ kN/m}$$

Profilkenngrößen

$$\text{Gesamtfläche} \quad A = 3,008 \text{ cm}^2$$

$$\text{Widerstandsmoment} \quad W_y = 2,788 \text{ cm}^3$$

$$\text{Widerstandsmoment} \quad W_z = 2,552 \text{ cm}^3$$

Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte

$$\gamma_g = 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ für günstige Wirkung}$$

$$\gamma_q = 1,50$$

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

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				Lastkombination 2				Lastkombination 3				border zone		edge zone	
	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	-0,04	0,58	0,03	0,00	-0,03	0,43	-0,02	0,00	0,01	-0,30	-0,05	-0,59	-0,04	-0,50
2	0,03	-0,05	-0,04	0,75	0,02	-0,03	-0,03	0,56	-0,02	0,02	0,01	-0,39	0,05	-0,77	0,04	-0,65
3	0,04	-0,04	-0,04	0,72	0,03	-0,03	-0,03	0,53	-0,02	0,02	0,01	-0,38	0,04	-0,75	0,04	-0,63
4	0,04	-0,04	-0,04	0,73	0,03	-0,03	-0,03	0,54	-0,02	0,02	0,01	-0,38	0,05	-0,76	0,04	-0,64

Schnittkräfte horizontal

n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3				border zone		edge zone	
	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,02	0,00	-0,01	0,23	0,01	0,00	-0,01	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
2	0,01	-0,02	-0,01	0,30	0,01	-0,01	-0,01	0,17	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03
3	0,01	-0,02	-0,01	0,28	0,01	-0,01	-0,01	0,16	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
4	0,01	-0,02	-0,01	0,29	0,01	-0,01	-0,01	0,16	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02

Zusammenfassung

n	Spannungen Feldmomente						Spannungen Stützmomente						Ausnutzungsgrad			
	LC1	LC2	LC3		Max	LC1	LC2	LC3		Max						
1	2,32	1,60	-0,77	-1,60	-1,34	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1-Feldträger	12,8 %
2	1,72	1,17	-0,63	-1,27	-1,07	1,72	-2,32	-1,60	0,77	1,60	1,34	1,60			2-Feldträger	12,8 %
3	1,83	1,25	-0,66	-1,33	-1,11	1,83	-2,13	-1,46	0,75	1,52	1,28	1,52			3-Feldträger	11,7 %
4	1,80	1,23	-0,65	-1,32	-1,11	1,80	-2,21	-1,52	0,77	1,57	1,32	1,57			Mehrfeldträger	12,2 %
Spannungen Kragmomente							1,93	1,34	0,35	0,70	0,59	1,93			Auskragung	10,6 %

Nachweis des Dachhakens Dachhaken EcoA 45 Max (100020-100)
Verwendung für Dachmontage auf Satteldach

Elementneigung	α	25	°
Höhe über GOK	z	8,56	m
Modulhöhe	h	1,72	m
Rastermaß Unterbau	a	1,00	m
Auskragung	l_{kr}	0,24	m

sin =	0,423	cos =	0,906
Modulgewicht	g	0,11	kN/m ²
Schneelast	s	0,69	kN/m ²
Böengeschw.-druck	q(z)	0,63	kN/m ²

Windkraftbeiwerte			
C _{pe,1,max} 0,33	C _{pe,1,min}	-0,73	H
	C _{pe,1,min}	-1,37	G
	C _{pe,1,min}	-1,17	F

Belastungsaufstellung pro Quadratmeter Dachfläche

Eigenlast Module

$$g_v = 0,11 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,11 \cdot 0,906 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,423 = 0,05 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,69 \cdot 1,00 \cdot 0,906 = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,62 \cdot 0,906 = 0,57 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,62 \cdot 0,423 = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$\text{Zone H } w_{dz} = 0,63 \cdot 0,33 = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone G } w_{dz} = 0,63 \cdot 0,33 = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone F } w_{dz} = 0,63 \cdot 0,33 = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

Windsog

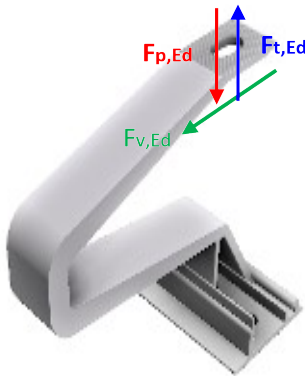
$$\text{Zone H } w_{sz} = 0,63 \cdot -0,73 = -0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone G } w_{sz} = 0,63 \cdot -1,37 = -0,86 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zone F } w_{sz} = 0,63 \cdot -1,17 = -0,73 \text{ kN/m}^2$$

Beanspruchbarkeiten

Schematische Darstellung der Widerstandsgrößen



Zugkraft	F _{t,Rd} = 1,46 kN
Druckkraft	F _{p,Rd} = 1,79 kN
Hangabtrieb	V _{Rd} = 0,75 kN
Feder Druck	k _p = 0,50 kN/mm
Feder Schub	k _v = 0,16 kN/mm
Druckfestigkeit	F _{x,Rd} = 30,20 kN
Holz (C24)	F _{p,Rd} = 9,20 kN

Lastkombinationen

Lastkombination 1: $1,35 \cdot g + 1,5 \cdot s + 0,6 \cdot 1,5 \cdot w$
 Lastkombination 2: $1,35 \cdot g + 0,5 \cdot 1,5 \cdot s + 1,5 \cdot w$
 Lastkombination 3: $0,9 \cdot g + 1,5 \cdot w$

Zone	LC 1		LC 2		LC 3	
	F _{p,Ed}	F _{v,Ed}	F _{p,Ed}	F _{v,Ed}	F _{t,Ed}	F _{v,Ed}
H	0,701	0,274	0,522	0,156	-0,361	0,025
G	0,701	0,274	0,522	0,156	-0,719	0,025
F	0,701	0,274	0,522	0,156	-0,606	0,025

Gebrauchslast

F _{p,Ek} =	0,679
F _{v,Ek} =	0,266

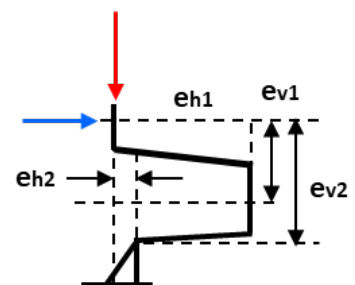
Nachweise für Hakenprofil

- Druckkraft $(F_{p,Ed} - e_{v1} / e_{h1} \times F_{v,Ed}) / F_{p,Rd} \leq 1$ $e_{h1} = 140 \text{ mm}$ $e_{v1} = 40 \text{ mm}$
- Hangabtrieb $(F_{v,Ed} - e_{h2} / e_{v2} \times F_{p,Ed}) / V_{Rd} \leq 1$ $e_{h2} = 25 \text{ mm}$ $e_{v2} = 75 \text{ mm}$
- Zug $(F_{t,Ed} + e_{v1} / e_{h1} \times F_{v,Ed}) / F_{p,Rd} \leq 1$

Verformung am Aufsetzpunkt

3. $F_{p,Ek} \times F_{v,Ek} \times k_v \leq 5 \text{ mm}$

Nachweise	Druck			Sog
	1.	2.	3.	4.
Zone H				26 %
Zone G	35 %	5 %	2,0 mm	50 %
Zone F				42 %



SCalc3 1.101.6.34

Nachweis der Verbindungen

Elementneigung	α	25	°	sin = 0,423		cos = 0,906		
Schneelast	s	0,69	kN/m ²	Böengeschw.-druck				0,63 kN/m ²
Höhe über GOK	z	8,56	m	Zone F	C _{pe,1,min} = 0,00			
Modulhöhe	h	1,72		Zone G	C _{pe,1,min} = 0,00		C _{pe,1,max} = 0,33	
Modulgewicht	g	0,11	kN/m ²	Zone H	C _{pe,1,min} = 0,00			

Belastungsaufstellung

<u>Eigenlast Module</u>				<u>Schneelast</u>											
g _v =	0,11	·	1,00	·	1,000	=	0,11 kN/m ²	s _v =	0,69	·	1,00	·	0,906	=	0,62 kN/m ²
g _z =	0,11	·	0,906	=	0,10 kN/m ²	s _z =	0,62	·	0,906	=	0,57 kN/m ²				
g _y =	0,11	·	0,423	=	0,05 kN/m ²	s _y =	0,62	·	0,423	=	0,26 kN/m ²				

Windsog

$$w_{dz} = 0,63 \cdot 0,33 = 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{sz} = 0,63 \cdot c_{pe,1,min}$$

Modulklemmen gemäß bauaufsichtlicher Zulassung Z-14.4-631

Mittelklemmen		Randklemmen		Modulfläche	A = 1,95 m ²
F _{R,d} kN	V _{R,d} kN	F _{R,d} kN	V _{R,d} kN		
4,65	0,67	1,63	0,65	Reibschluss	A = 0,29 kN (F _{s,d} · μ)

Schnittkräfte an den Modulklemmen

$$\text{Mittelklemme } |F_{s,d}| = 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,63 \cdot c_p) \cdot 1,95$$

$$\text{Randklemme } |F_{s,d}| = 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,63 \cdot c_p) \cdot 1,95$$

	V _{s,d} kN	F _{s,d} kN			V _{s,d} = V _{s,dy} - F _{s,dz} · μ (μ = 0,50)
		Zone F	Zone G	Zone H	
Mittelklemmen	0,16	1,40	1,71	0,97	Ausnutzungsgrad 36,7 %
Randklemmen	0,08	0,70	0,85	0,49	Ausnutzungsgrad 52,3 %

Schraubenanschlüsse gemäß allg. bauaufsichtlicher Zulassung Z-14.4-639 Anlage 7

$$Z_{Rd} = 5,10 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2,00 \text{ kN}$$

Bemessungswert der einwirkenden Kräfte

	kN	LC1	LC2	LC3			η %
				Zone H	Zone G	Zone F	
Vertikalkräfte	N _{Sd}			-0,36	-0,72	-0,61	7,1
Schubkräfte	V _{Sd}	0,27	0,16	0,02	0,02	0,02	13,7

$$\text{Modulbelastung (SLS) Vorderseite (Druck) } 0 \text{ Pa}$$

$$\text{Rückseite (Sog) } 0 \text{ Pa}$$