

**Schletter GmbH**

**Gewerbegebiet B15**  
**Alustraße 1**  
D-83527 Kirchdorf/Haag i. OB

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter.eu/>

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

**Projekt: Karl Mustermann**

**Modultyp: LG335N1C-A5 NeON 2 1686 x 1016 mm**



im Auftrag

**Karl Mustermann**

Berliner Chaussee 11  
39307 Genthin

Version: 2.9.7.4

**Anlagendaten**

Datum: 03.11.2017  
Kunde: Karl Mustermann  
Auftrag:  
Anlage: 3 R à 5 Mod

**Modulauswahl**

Hersteller: LG Solar  
Modul: LG335N1C-A5 NeON 2  
Peak-Leistung: 335 W  
Höhe: 1686 mm  
Breite: 1016 mm  
Dicke: 40,0 mm  
Rahmung: Gerahmt

**Modulanordnung**

Module pro Reihe: 5  
Modulreihen: 3  
Anzahl Module: 15  
Gewählter Unterstützungsabstand: 800 mm  
Auskragung: 400 mm  
Anzahl gleicher Modulfelder: 1

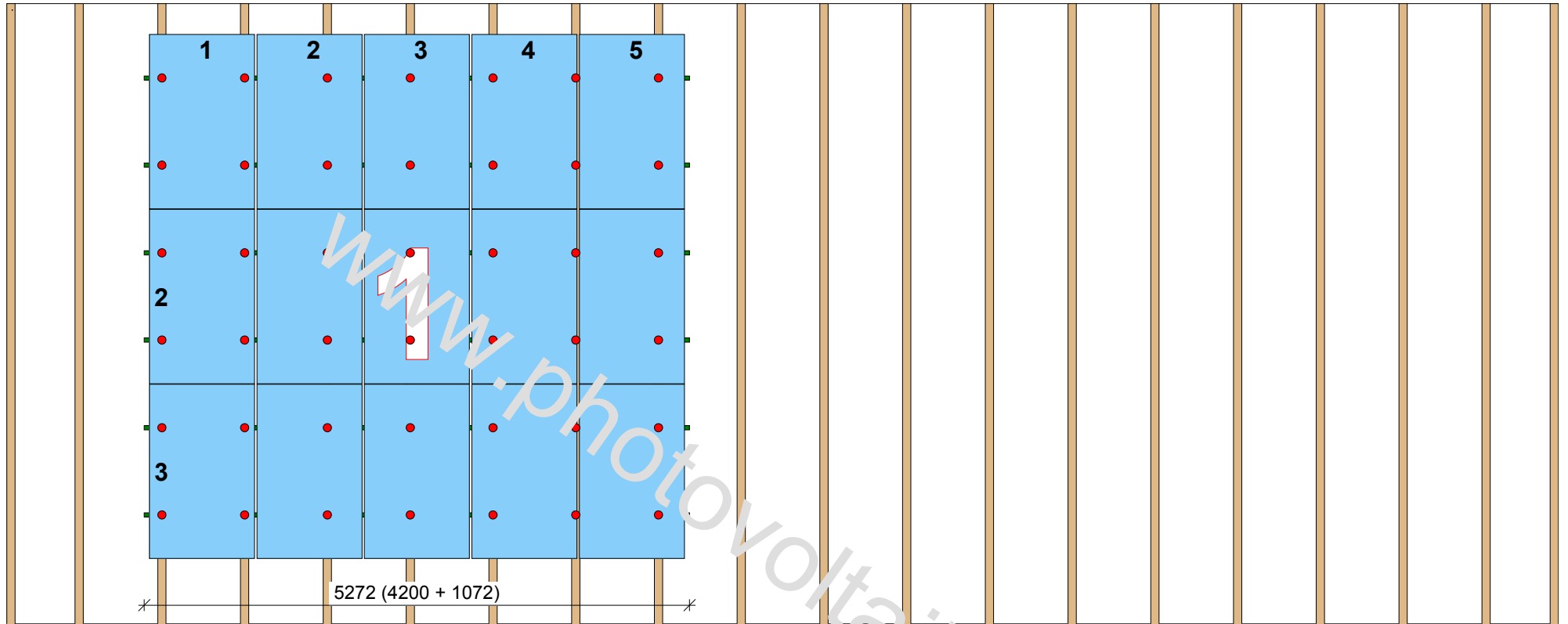
**Grundkonfiguration**

Systemauswahl:  
Modulträger: Solo Light  
Klemmentyp: RapidErdung  
Befestigung: Dachhaken Pab, 12+ 45

**Ergebnisse: Anlagendaten**

Peak-Leistung: 5,03 kW

www.photo-voltaik4all.de



## Schletter GmbH Solar Montagesystem

Kunde	Karl Mustermann
Projekt	Karl Mustermann

**Stückliste Schrägdachsystem 3V**

Pos	Artikelnummer	Artikel	Menge	Länge mm	ME	Gewicht kg
1	120005-04200	Modultragprofil Solo05 light - 4200mm	8		ST	27,296
2	129060-001	Verbinder Einschub Solo / Profi Set	50 (6)		ST	1,104
3	129011-000	Kunststoff-Endkappe Solo Profi05	100 (12)		ST	0,120
4	101001-000	Dachhaken Rapid2+ 45	60 (42)		ST	41,622
5	943208-120	Schraube 8x120 TX VA Tellerkopf Holz	100 (84)		ST	2,436
6	135002-901	Erdungsmittelkl Rapid2+ 40-50 mo sw elo	100 (24)		ST	2,160
7	131001-940	Endklemme Rapid2+ 40mm schwarz eloxiert	100 (12)		ST	1,188
8	I400105DE	Typenschild Solar Montagesysteme	1			0,100
Summe						76,026

## Systemkonfigurator

Stand	03.11.2017
Version	2.9.7.4

## 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 Karl Mustermann

Auftrag

Postleitzahl Bauort : **39307 Genthin**

52,3805 ° nördl. Breite

12,1756 ° östl. Länge

Elementneigung	$\alpha$	<b>40,0</b>	°
Modulhöhe	h	<b>1,69</b>	m
Höhe über NN	H	<b>40</b>	m
Firsthöhe über GOK	z	<b>6,00</b>	m
Höhe Attika	$h_p$	<b>0,00</b>	m
Auskragung Modulträger	$a_{kr}$	<b>0,40</b>	m
Stützweite MT	a	<b>0,80</b>	m

Modulträger



## Statisches System

Satteldach

**Modulträger**  
Solo Light

Geländekategorie III



## Lastannahmen nach DIN-EN 1991-1-3/NA Scl nee asten

Modulgewicht	g	<b>0,11</b>	kN/m <sup>2</sup>
Schneelast	s	<b>0,45</b>	kN/m <sup>2</sup>
Geländekategorie		<b>III</b>	

Gebiete mit gleichmäßiger Vegetation oder Bebauung oder mit einzelnen Objekten mit Abständen von weniger als der 20-fachen Hindernishöhe (z. B. Dörfer, vorstädtische Bebauung, Waldgebiete).

Böengeschw.-druck q **0,5** kN/m<sup>2</sup>

## Äquivalente Ersatzlasten:

$q_k$ kN/m <sup>2</sup>	$q_d$ kN/m <sup>2</sup>
0,13	0,17

**Nachweis der Modulträgerprofile (zulässige Stützweiten) Solo Light (120005)**

Verwendung für Dachmontage Mittelbereich

Elementneigung	$\alpha$	40	°	sin = 0,643	cos = 0,766
Modulhöhe	h	1,69	m	$c_{f1} = 0,53$	$c_{f2} = -0,87$
Modulgewicht	g	0,11	kN/m <sup>2</sup>	Böengeschw.-druck 0,59 kN/m <sup>2</sup>	
Firsthöhe über GOK	z	6,00	m	Schneelast 0,45 kN/m <sup>2</sup>	
Spannweite	a	0,80	m		
Auskragung	$a_{kr}$	0,40	m		

**Belastungsaufstellung**Eigenlast Module

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

$$g_z = 0,11 \cdot 0,766 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,643 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$w_{dz} = 0,59 \cdot 0,53 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{sz} = 0,59 \cdot -0,87 = -0,51 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,45 \cdot 1,00 \cdot 0,766 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,35 \cdot 0,766 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,35 \cdot 0,643 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

**Profilkenngrößen**

Gesamtfläche  $A = 3,01 \text{ cm}^2$

Widerstandsmoment  $W_y = 2,79 \text{ cm}^3$

Widerstandsmoment  $W_z = 2,55 \text{ cm}^3$

**Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte**

$\gamma_g = 1,35$  Zuverlässigkeitsfaktor

$\gamma_q = 1,50$   $1,0 = 1,50$   $K_{FI} = 1,00$  (RC2)

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

$\psi_{0,s} = 0,50$   $\gamma_g = 0,90$  für günstige Wirkung

**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			
	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A
1	0,047	0,000	-0,047	0,467	0,052	0,000	-0,052	0,524	-0,046	0,000	0,021	-0,465
2	0,035	-0,047	-0,047	0,581	0,039	-0,052	-0,052	0,655	-0,037	0,046	0,021	-0,581
3	0,037	-0,043	-0,047	0,555	0,041	-0,048	-0,052	0,621	-0,038	0,044	0,021	-0,563
4	0,036	-0,045	-0,047	0,537	0,041	-0,050	-0,052	0,635	-0,038	0,046	0,021	-0,572

**Schnittkräfte horizontal**

n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3			
	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A
1	0,039	0,000	-0,039	0,392	0,017	0,000	-0,017	0,174	0,004	0,000	-0,004	0,041
2	0,029	-0,039	-0,039	0,490	0,012	-0,017	-0,017	0,218	0,002	-0,004	-0,004	0,051
3	0,031	-0,036	-0,039	0,466	0,013	-0,015	-0,017	0,203	0,003	-0,003	-0,004	0,045
4	0,031	-0,037	-0,039	0,476	0,013	-0,016	-0,017	0,208	0,003	-0,004	-0,004	0,047

**Zusammenfassung**

n	Spannungen Feldmomente				Spannungen Stützmomente				Ausnutzungsgrad
	LC1	LC2	LC3	Max	LC1	LC2	LC3	Max	
1	3,210	2,563	-1,507	<b>3,21</b>	0,000	0,000	0,000	<b>0,00</b>	$f_{y,d} = 18,2 \text{ kN/cm}^2$ 1-Feldträger $\eta = 18 \%$
2	2,388	1,863	-1,227	<b>2,39</b>	-3,210	-2,563	1,507	<b>3,21</b>	2-Feldträger $\eta = 18 \%$
3	2,531	1,986	-1,274	<b>2,53</b>	-2,954	-2,330	1,456	<b>2,95</b>	3-Feldträger $\eta = 16 \%$
4	2,499	1,958	-1,267	<b>2,50</b>	-3,066	-2,424	1,496	<b>3,07</b>	Mehrfeldträger $\eta = 17 \%$
Spannungen Kragmomente					3,210	2,563	0,907	<b>3,21</b>	Auskragung $\eta = 18 \%$

**Nachweis der Modulträgerprofile (zulässige Stützweiten) Solo Light (120005)**

Verwendung für Dachmontage Randbereich

Elementneigung	$\alpha$	40	°	sin = 0,643	cos = 0,766
Modulhöhe	h	1,69	m	$C_{f1} = 0,53$	$C_{f2} = -1,40$
Modulgewicht	g	0,11	kN/m <sup>2</sup>	Böengeschw.-druck 0,59 kN/m <sup>2</sup>	
Firsthöhe über GOK	z	6,00	m	Schneelast 0,45 kN/m <sup>2</sup>	
Spannweite	a	0,80	m		
Auskragung	$a_{kr}$	0,40	m		

**Belastungsaufstellung**Eigenlast Module

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

$$g_z = 0,11 \cdot 0,766 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,643 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$w_{dz} = 0,59 \cdot 0,53 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{sz} = 0,59 \cdot -1,40 = -0,82 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,45 \cdot 1,00 \cdot 0,766 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,35 \cdot 0,766 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,35 \cdot 0,643 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

**Profilkenngrößen**

Gesamtfläche  $A = 3,01 \text{ cm}^2$

Widerstandsmoment  $W_y = 2,79 \text{ cm}^3$

Widerstandsmoment  $W_z = 2,55 \text{ cm}^3$

**Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte**

$\gamma_g = 1,35$  Zuverlässigkeitsfaktor

$\gamma_q = 1,50$   $1,0 = 1,50$   $K_{FI} = 1,00$  (RC2)

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

$\psi_{0,s} = 0,50$   $\gamma_g = 0,90$  für günstige Wirkung

**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			
	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A
1	0,047	0,000	-0,047	0,467	0,052	0,000	-0,052	0,524	-0,078	0,000	0,037	-0,781
2	0,035	-0,047	-0,047	0,581	0,039	-0,052	-0,052	0,655	-0,061	0,078	0,037	-0,976
3	0,037	-0,043	-0,047	0,555	0,041	-0,048	-0,052	0,621	-0,064	0,074	0,037	-0,942
4	0,036	-0,045	-0,047	0,537	0,041	-0,050	-0,052	0,635	-0,063	0,076	0,037	-0,959

**Schnittkräfte horizontal**

n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3			
	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A
1	0,039	0,000	-0,039	0,392	0,017	0,000	-0,017	0,174	0,004	0,000	-0,004	0,041
2	0,029	-0,039	-0,039	0,490	0,012	-0,017	-0,017	0,218	0,002	-0,004	-0,004	0,051
3	0,031	-0,036	-0,039	0,466	0,013	-0,015	-0,017	0,203	0,003	-0,003	-0,004	0,045
4	0,031	-0,037	-0,039	0,476	0,013	-0,016	-0,017	0,208	0,003	-0,004	-0,004	0,047

**Zusammenfassung**

n	Spannungen Feldmomente				Spannungen Stützmomente				Ausnutzungsgrad
	LC1	LC2	LC3	Max	LC1	LC2	LC3	Max	
1	3,210	2,563	-2,641	<b>3,21</b>	0,000	0,000	0,000	<b>0,00</b>	$f_{y,d} = 18,2 \text{ kN/cm}^2$ 1-Feldträger $\eta = 18 \%$
2	2,388	1,863	-2,098	<b>2,39</b>	-3,210	-2,563	2,641	<b>3,21</b>	2-Feldträger $\eta = 18 \%$
3	2,531	1,986	-2,190	<b>2,53</b>	-2,954	-2,330	2,517	<b>2,95</b>	3-Feldträger $\eta = 16 \%$
4	2,499	1,958	-2,174	<b>2,50</b>	-3,066	-2,424	2,594	<b>3,07</b>	Mehrfeldträger $\eta = 17 \%$
Spannungen Kragmomente					3,210	2,563	1,474	<b>3,21</b>	Auskragung $\eta = 18 \%$

**Nachweis der Modulträgerprofile (zulässige Stützweiten) Solo Light (120005)**

Verwendung für Dachmontage Eckbereich

Elementneigung	$\alpha$	40	°	sin = 0,643	cos = 0,766
Modulhöhe	h	1,69	m	$c_{f1} = 0,53$	$c_{f2} = -1,10$
Modulgewicht	g	0,11	kN/m <sup>2</sup>	Böengeschw.-druck 0,59 kN/m <sup>2</sup>	
Firsthöhe über GOK	z	6,00	m	Schneelast 0,45 kN/m <sup>2</sup>	
Spannweite	a	0,80	m		
Auskragung	$a_{kr}$	0,40	m		

**Belastungsaufstellung**Eigenlast Module

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

$$g_z = 0,11 \cdot 0,766 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,643 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$w_{dz} = 0,59 \cdot 0,53 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{sz} = 0,59 \cdot -1,10 = -0,64 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,45 \cdot 1,00 \cdot 0,766 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,35 \cdot 0,766 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,35 \cdot 0,643 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

**Profilkenngrößen**

Gesamtfläche  $A = 3,01 \text{ cm}^2$

Widerstandsmoment  $W_y = 2,79 \text{ cm}^3$

Widerstandsmoment  $W_z = 2,55 \text{ cm}^3$

**Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte**

$\gamma_g = 1,35$  Zuverlässigkeitsfaktor

$\gamma_q = 1,50$   $1,0 = 1,50$   $K_{FI} = 1,00$  (RC2)

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

$\psi_{0,s} = 0,50$   $\gamma_g = 0,90$  für günstige Wirkung

**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			
	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A
1	0,047	0,000	-0,047	0,467	0,052	0,000	-0,052	0,524	-0,060	0,000	0,028	-0,603
2	0,035	-0,047	-0,047	0,581	0,039	-0,052	-0,052	0,655	-0,047	0,060	0,028	-0,754
3	0,037	-0,043	-0,047	0,555	0,041	-0,048	-0,052	0,621	-0,050	0,057	0,028	-0,729
4	0,036	-0,045	-0,047	0,537	0,041	-0,050	-0,052	0,635	-0,049	0,059	0,028	-0,742

**Schnittkräfte horizontal**

n	Lastkombination 1				Lastkombination 2				Lastkombination 3			
	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A	$M_{z-midspan}$	$M_{z-support}$	$M_{z-cantilever}$	A
1	0,039	0,000	-0,039	0,392	0,017	0,000	-0,017	0,174	0,004	0,000	-0,004	0,041
2	0,029	-0,039	-0,039	0,490	0,012	-0,017	-0,017	0,218	0,002	-0,004	-0,004	0,051
3	0,031	-0,036	-0,039	0,466	0,013	-0,015	-0,017	0,203	0,003	-0,003	-0,004	0,045
4	0,031	-0,037	-0,039	0,476	0,013	-0,016	-0,017	0,208	0,003	-0,004	-0,004	0,047

**Zusammenfassung**

n	Spannungen Feldmomente				Spannungen Stützmomente				Ausnutzungsgrad
	LC1	LC2	LC3	Max	LC1	LC2	LC3	Max	
1	3,210	2,563	-2,003	<b>3,21</b>	0,000	0,000	0,000	<b>0,00</b>	$f_{y,d} = 18,2 \text{ kN/cm}^2$ 1-Feldträger $\eta = 18 \%$
2	2,388	1,863	-1,608	<b>2,39</b>	-3,210	-2,563	2,003	<b>3,21</b>	2-Feldträger $\eta = 18 \%$
3	2,531	1,986	-1,675	<b>2,53</b>	-2,954	-2,330	1,920	<b>2,95</b>	3-Feldträger $\eta = 16 \%$
4	2,499	1,958	-1,664	<b>2,50</b>	-3,066	-2,424	1,976	<b>3,07</b>	Mehrfeldträger $\eta = 17 \%$
Spannungen Kragmomente					3,210	2,563	1,155	<b>3,21</b>	Auskragung $\eta = 18 \%$



## Dachhakenkonfigurator

Stand	03.11.2017
Version	2.9.7.4

### 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 Karl Mustermann

Auftrag

Postleitzahl Bauort **39307 Genthin**

52,3805 ° nördl. Breite

12,1756 ° östl. Länge

### Statisches System

Satteldach  Aufsitzen



Dachhaken Rapid2+ 45

### Lastannahmen nach DIN-EN 1991-1-3/NA Schneelasten

Modulgewicht g **0,11** kN/m<sup>2</sup>

Schneelast s **0,45** kN/m<sup>2</sup>

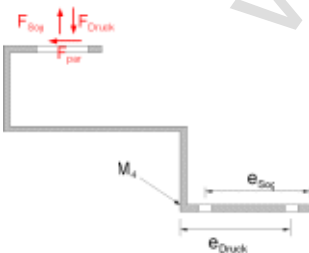
Böengeschw.-druck q **0,59** kN/m<sup>2</sup>

### Erforderliche Anzahl der Dachhaken in den verschiedenen Dachzonenbereichen



Erforderliche Anzahl Dachhaken (Mitte)	1,01 Stk.
Tatsächlich verbaut	1,63 Stk./m <sup>2</sup>
Möglicher seitlicher Überstand (auß. Rand)	0,44 m
Einschraubtiefe der Holzschrauben	60 mm
Verdichtung Randbereich	100 %
Verdichtung Eckbereich	100 %

<b>Vertikal</b>
38,5 kg
<b>Horizontal</b>
28,8 kg



**Nachweis des Dachhakens Dachhaken Rapid2+ 45 (101001-000)**

Verwendung für Dachmontage auf Satteldach Bereich H

Elementneigung	$\alpha$	40	°	sin = 0,643	cos = 0,766
Schneelast	s	0,45	kN/m <sup>2</sup>	$c_{p1} = 0,53$	$c_{p2} = -0,87$
Höhe über GOK	z	6,00	m	Grundwert der Windlast 0,59 kN/m <sup>2</sup>	
Modulhöhe	h	1,69	m	Rastermaß Unterbau	0,80 m
Modulgewicht	g	0,11	kN/m <sup>2</sup>	Auskragung	0,40 m

**Belastungsaufstellung pro Quadratmeter Dachfläche**Modulgewicht

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

$$g_z = 0,11 \cdot 0,766 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,643 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$w_{dz} = 0,59 \cdot 0,53 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,45 \cdot 1,00 \cdot 0,766 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,35 \cdot 0,766 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

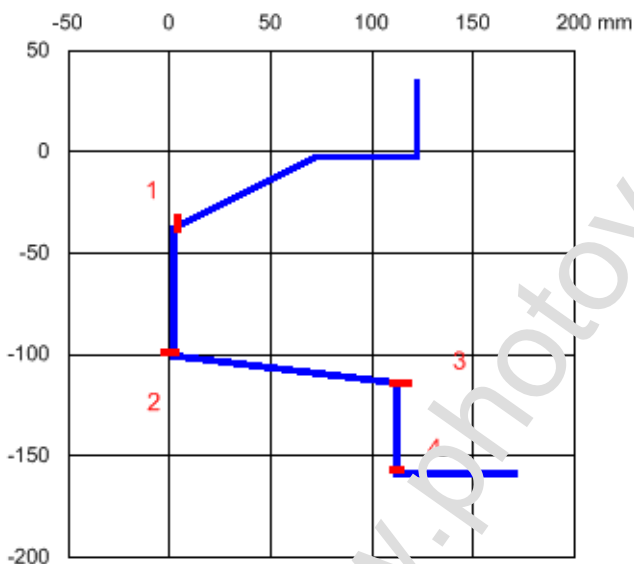
$$s_y = 0,35 \cdot 0,643 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Windsog

$$w_{sz} = 0,59 \cdot -0,87 = -0,51 \text{ kN/m}^2$$

**Profilkenngrößen**

Schematische Darstellung des Profils mit Angabe der maßgeblichen Schnitte:



Blechdicke	t = 0,6	cm
Querschnittsfläche	A = 2,1	cm <sup>2</sup>
Hakenbreite	b = 3,5	cm
Widerstandsmoment	W = 0,210	cm <sup>3</sup>

Bei der Ermittlung der Beanspruchungen wird die Behinderung der Verdrehungen des oberen Schenkels durch das aufnehmende Profil berücksichtigt. Es wird eine Teileinspannung von 70 % angesetzt.

**Schnittgrößenfaktoren für Ein- und Zwei- und Dreifeldträger**

n	Kraftfaktoren			
	A <sub>total</sub>	A <sub>partial</sub>	B <sub>total</sub>	B <sub>partial</sub>
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

**Lastkombinationen**Lastkombination 1:  $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s + 0,60 \cdot 1,50 \cdot w$ Lastkombination 2:  $1,35 \cdot g + 0,50 \cdot 1,50 \cdot s + 1,50 \cdot w$ Lastkombination 3:  $0,90 \cdot g + 1,50 \cdot w$ 

n	Lastkombination 1		Lastkombination 2		Lastkombination 3		A	B	A	B	A	B
	Senkrecht	Waagrecht	Senkrecht	Waagrecht	Senkrecht	Waagrecht						
1	0,467	0,467	0,392	0,392	0,524	0,524	0,174	0,174	-0,465	-0,465	0,041	0,041
2	0,435	0,584	0,365	0,490	0,487	0,655	0,160	0,218	-0,439	-0,581	0,036	0,051
3	0,441	0,555	0,370	0,466	0,494	0,621	0,163	0,203	-0,444	-0,563	0,037	0,045

**Schnittgrößen für**

Teileinspannung durch Verformungsbehinderung infolge Querträger 70 %

		Lastkombination 1		Lastkombination 2		Lastkombination 3		Maßg. Komb.	
		Lager A	Lager B	Lager A	Lager B	Lager A	Lager B	A	B
Schnitt 1	e <sub>hor</sub> mm	140		140		140		Abs. Wert	
	e <sub>vert</sub> mm	86		86		86			
	M kNcm	2,79	3,52	3,71	4,67	3,76	4,76	3,76	4,76
	N kN	-0,37	-0,47	-0,16	-0,20	-0,04	-0,05	-0,37	-0,47
Schnitt 2	e <sub>hor</sub> mm	140		140		140			
	e <sub>vert</sub> mm	116		116		125			
	M kNcm	1,70	2,14	3,23	4,07	3,86	4,89	3,86	4,89
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,44	0,56	-0,44	-0,55
Schnitt 3	e <sub>hor</sub> mm	-30		-30		-30			
	e <sub>vert</sub> mm	125		125		125			
	M kNcm	3,50	4,40	2,36	2,96	0,92	1,26	3,50	4,40
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,44	0,56	-0,44	-0,55
Schnitt 4	e <sub>hor</sub> mm	-30		-30		-30			
	e <sub>vert</sub> mm	170		170		170			
	M kNcm	5,16	6,50	3,09	3,87	0,82	1,06	5,16	6,50
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,44	0,56	-0,44	-0,55
Max. Belastung M =								<b>5,16</b>	<b>6,50</b>
N =								<b>-0,44</b>	<b>-0,55</b>

**Spannung**

$\sigma = N / A + M / W \quad A = 2,10 \text{ cm}^2 \quad W = 0,210 \text{ cm}^3$

Mit Ausnahme von einer evtl. vorhandenen Schweissverbindung in Schnitt 4 darf die plastische Reserve mit  $W_{pl} = 1,25 W_{el}$  Angesetzt werden.

Fußplatte geschweißt Ja

$R_{p0,2} = 46,00 \text{ kN/cm}^2$

Zulässige Spannung  $zul \sigma = 46,00 \text{ kN/cm}^2$

(Sicherheitsbeiwert für Bauteile ohne Stabilitätsgefahr)

Zulässige Lastezugsfläche pro Haken:  $A = zul \sigma_e / vorh \sigma$

Erforderliche Anzahl pro m<sup>2</sup> Dachfläche  $n = 1 / A$

	Lager A		Lager B	
	$\sigma \text{ kN/cm}^2$	n	$\sigma \text{ kN/cm}^2$	n
Schnitt 1	14,48	0,3	18,34	0,4
Schnitt 2	14,93	0,3	18,89	0,4
Schnitt 3	13,53	0,3	17,05	0,4
Schnitt 4	24,79	0,5	31,20	0,7
<b>max n</b>		<b>0,5</b>		<b>0,7</b>

Mögliche Auskrägung  $a_{kr} = 0,439 \text{ m}$

(Randlager haben geringere Lasten durch die Durchlaufwirkung)

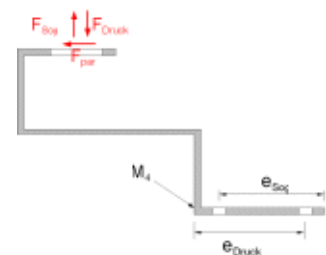
Mittellager 0,7 Dachhaken pro 0,67 m<sup>2</sup>

Randlager 0,5 Dachhaken pro 0,67 m<sup>2</sup>

Rastermaß Unterbau  $a = 0,80 \text{ m}$

Modulhöhe  $h = 1,69 \text{ m}$

t <sub>erf</sub> mm	Lager A	Lager B
Schnitt 1	3,1	3,5
Schnitt 2	3,1	3,5
Schnitt 3	3,0	3,3
Schnitt 4	4,4	5,0
<b>max n</b>	<b>4,4</b>	<b>5,0</b>



**Anschluss an die Unterkonstruktion: (nach DIN 1052)**

$$e_D = 50 \text{ mm} \quad e_S = 50 \text{ mm}$$

Belastung	Parallel zur DF: $P_{d,par} / 1,5 = 0,46 \text{ kN}$	$F_{\text{Abscheren}} =$	$0,46 \text{ kN}$	Charakteristisch
	Druck $M_{4D} = 6,39 \text{ kNcm} \Rightarrow$	$F_{\text{Zug}} = M_{4D} / e_{\text{Druck}} =$	$1,28 \text{ kN}$	Charakteristisch
	Zug $M_{4S} = 1,04 \text{ kNcm} \Rightarrow$	$F_{\text{Zug}} = M_{4S} / e_{\text{Zug}} =$	$0,32 \text{ kN}$	Charakteristisch

Gewählt 2 Holzschrauben  $\varnothing 8,0$

Abscheren  $\text{zul } N_A = n \cdot 1,25 \cdot 17 \cdot d_s^2 \cdot s / (8 \cdot d_s) = 2,55 \text{ kN}$

Zug  $\text{zul } N_Z = n_{\text{Zug}} \cdot 3 \cdot s_g \cdot d_s = 1,44 \text{ kN}$

Einschraubtiefe  $s_{\text{min}} = 54 \text{ mm}$

$$s_{\text{gew}} = 60 \text{ mm}$$

$$s_{\text{max}} = 96 \text{ mm}$$

www.photovolttaik4all.de

**Nachweis des Dachhakens Dachhaken Rapid2+ 45 (101001-000)**

Verwendung für Dachmontage auf Satteldach Bereich G

Elementneigung	$\alpha$	40	°	sin = 0,643	cos = 0,766
Schneelast	s	0,45	kN/m <sup>2</sup>	$c_{p1} = 0,53$	$c_{p2} = -1,40$
Höhe über GOK	z	6,00	m	Grundwert der Windlast 0,59 kN/m <sup>2</sup>	
Modulhöhe	h	1,69	m	Rastermaß Unterbau	0,80 m
Modulgewicht	g	0,11	kN/m <sup>2</sup>	Auskragung	0,40 m

**Belastungsaufstellung pro Quadratmeter Dachfläche**Modulgewicht

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

$$g_z = 0,11 \cdot 0,766 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,643 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$w_{dz} = 0,59 \cdot 0,53 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,45 \cdot 1,00 \cdot 0,766 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,35 \cdot 0,766 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

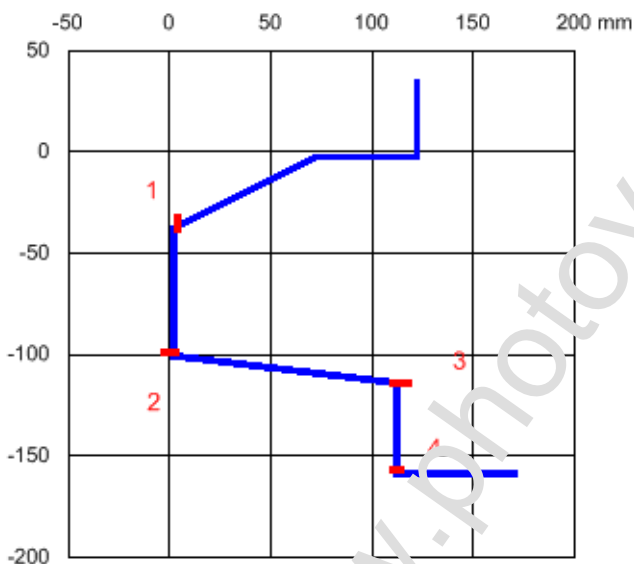
$$s_y = 0,35 \cdot 0,643 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Windsog

$$w_{sz} = 0,59 \cdot -1,40 = -0,82 \text{ kN/m}^2$$

**Profilkenngrößen**

Schematische Darstellung des Profils mit Angabe der maßgeblichen Schnitte:



Blechdicke	t = 0,6	cm
Querschnittsfläche	A = 2,1	cm <sup>2</sup>
Hakenbreite	b = 3,5	cm
Widerstandsmoment	W = 0,210	cm <sup>3</sup>

Bei der Ermittlung der Beanspruchungen wird die Behinderung der Verdrehungen des oberen Schenkels durch das aufnehmende Profil berücksichtigt. Es wird eine Teileinspannung von 70 % angesetzt.

**Schnittgrößenfaktoren für Ein- und Zwei- und Dreifeldträger**

n	Kraftfaktoren			
	A <sub>total</sub>	A <sub>partial</sub>	B <sub>total</sub>	B <sub>partial</sub>
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

**Lastkombinationen**Lastkombination 1:  $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s + 0,60 \cdot 1,50 \cdot w$ Lastkombination 2:  $1,35 \cdot g + 0,50 \cdot 1,50 \cdot s + 1,50 \cdot w$ Lastkombination 3:  $0,90 \cdot g + 1,50 \cdot w$ 

n	Lastkombination 1		Lastkombination 2		Lastkombination 3		A	B	A	B	A	B
	Senkrecht	Waagrecht	Senkrecht	Waagrecht	Senkrecht	Waagrecht						
1	0,467	0,467	0,392	0,392	0,524	0,524	0,174	0,174	-0,781	-0,781	0,041	0,041
2	0,435	0,584	0,365	0,490	0,487	0,655	0,160	0,218	-0,736	-0,976	0,036	0,051
3	0,441	0,555	0,370	0,466	0,494	0,621	0,163	0,203	-0,744	-0,942	0,037	0,045

**Schnittgrößen für**

Teileinspannung durch Verformungsbehinderung infolge Querträger 70 %

		Lastkombination 1		Lastkombination 2		Lastkombination 3		Maßg. Komb.	
		Lager A	Lager B	Lager A	Lager B	Lager A	Lager B	A	B
Schnitt 1	e <sub>hor</sub> mm	140		140		140		Abs. Wert	
	e <sub>vert</sub> mm	86		86		86			
	M kNcm	2,79	3,52	3,71	4,67	6,24	7,89	6,24	7,89
	N kN	-0,37	-0,47	-0,16	-0,20	-0,04	-0,05	-0,37	-0,47
Schnitt 2	e <sub>hor</sub> mm	140		140		140			
	e <sub>vert</sub> mm	116		116		125			
	M kNcm	1,70	2,14	3,23	4,07	6,35	8,02	6,35	8,02
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,74	0,94	-0,44	-0,55
Schnitt 3	e <sub>hor</sub> mm	-30		-30		-30			
	e <sub>vert</sub> mm	125		125		125			
	M kNcm	3,50	4,40	2,36	2,96	1,64	2,30	3,50	4,40
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,74	0,94	-0,44	-0,55
Schnitt 4	e <sub>hor</sub> mm	-30		-30		-30			
	e <sub>vert</sub> mm	170		170		170			
	M kNcm	5,16	6,50	3,09	3,87	1,64	2,09	5,16	6,50
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,74	0,94	-0,44	-0,55
Max. Belastung M =								<b>6,35</b>	<b>8,02</b>
N =								<b>-0,44</b>	<b>-0,55</b>

**Spannung**

$$\sigma = N / A + M / W \quad A = 2,10 \text{ cm}^2 \quad W = 0,210 \text{ cm}^3$$

Mit Ausnahme von einer evtl. vorhandenen Schweissverbindung in Schnitt 4 darf die plastische Reserve mit  $W_{pl} = 1,25 W_{el}$  Angesetzt werden.

Fußplatte geschweißt Ja

$$R_{p0,2} = 46,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Zulässige Spannung} \quad \text{zul } \sigma = 46,00 \text{ kN/cm}^2$$

(Sicherheitsbeiwert für Bauteile ohne Stabilitätsgefahr)

$$\text{Zulässige Lastezugsfläche pro Haken: } A = \text{zul } \sigma_e / \text{vorh } \sigma$$

$$\text{Erforderliche Anzahl pro m}^2 \text{ Dachfläche } n = 1 / A$$

	Lager A		Lager B	
	$\sigma$ kN/cm <sup>2</sup>	n	$\sigma$ kN/cm <sup>2</sup>	n
Schnitt 1	23,94	0,5	30,28	0,7
Schnitt 2	24,39	0,5	30,83	0,7
Schnitt 3	13,53	0,3	17,05	0,4
Schnitt 4	24,79	0,5	31,20	0,7
<b>max n</b>		<b>0,5</b>		<b>0,7</b>

$$\text{Mögliche Auskrägung} \quad a_{kr} = 0,439 \text{ m}$$

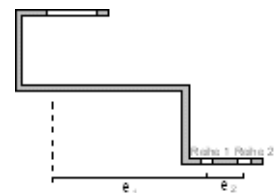
(Randlager haben geringere Lasten durch die Durchlaufwirkung)

Mittellager 0,7 Dachhaken pro 0,67 m<sup>2</sup>Randlager 0,5 Dachhaken pro 0,67 m<sup>2</sup>

Rastermaß Unterbau a = 0,80 m

Modulhöhe h = 1,69 m

t <sub>erf</sub> mm	Lager A	Lager B
Schnitt 1	4,0	4,5
Schnitt 2	4,0	4,5
Schnitt 3	3,0	3,3
Schnitt 4	4,4	5,0
<b>max n</b>	<b>4,4</b>	<b>5,0</b>



**Anschluss an die Unterkonstruktion: (nach DIN 1052)**

$e_D = 50 \text{ mm} \quad e_S = 50 \text{ mm}$

Belastung	Parallel zur DF: $P_{d,par} / 1,5 = 0,46 \text{ kN}$	$F_{\text{Abscheren}} =$	$0,46 \text{ kN}$ Charakteristisch
	Druck $M_{4D} = 6,39 \text{ kNcm} \Rightarrow$	$F_{\text{Zug}} = M_{4D} / e_{\text{Druck}} =$	$1,28 \text{ kN}$ Charakteristisch
	Zug $M_{4S} = 2,06 \text{ kNcm} \Rightarrow$	$F_{\text{Zug}} = M_{4S} / e_{\text{Zug}} =$	$0,60 \text{ kN}$ Charakteristisch

Gewählt 2 Holzschrauben  $\varnothing 8,0$ 

Abscheren  $\text{zul } N_A = n \cdot 1,25 \cdot 17 \cdot d_s^2 \cdot s / (8 \cdot d_s) = 2,55 \text{ kN}$

Zug  $\text{zul } N_Z = n_{\text{Zug}} \cdot 3 \cdot s_g \cdot d_s = 1,44 \text{ kN}$

Einschraubtiefe  $s_{\min} = 54 \text{ mm}$

$s_{\text{gew}} = 60 \text{ mm}$

$s_{\max} = 96 \text{ mm}$

www.photovolttaik4all.de

**Nachweis des Dachhakens Dachhaken Rapid2+ 45 (101001-000)**

Verwendung für Dachmontage auf Satteldach Bereich F

Elementneigung	$\alpha$	40	°	sin = 0,643	cos = 0,766
Schneelast	s	0,45	kN/m <sup>2</sup>	$c_{p1} = 0,53$	$c_{p2} = -1,10$
Höhe über GOK	z	6,00	m	Grundwert der Windlast 0,59 kN/m <sup>2</sup>	
Modulhöhe	h	1,69	m	Rastermaß Unterbau 0,80 m	
Modulgewicht	g	0,11	kN/m <sup>2</sup>	Auskragung 0,40 m	

**Belastungsaufstellung pro Quadratmeter Dachfläche**Modulgewicht

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

$$g_z = 0,11 \cdot 0,766 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,643 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Winddruck

$$w_{dz} = 0,59 \cdot 0,53 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,45 \cdot 1,00 \cdot 0,766 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,35 \cdot 0,766 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

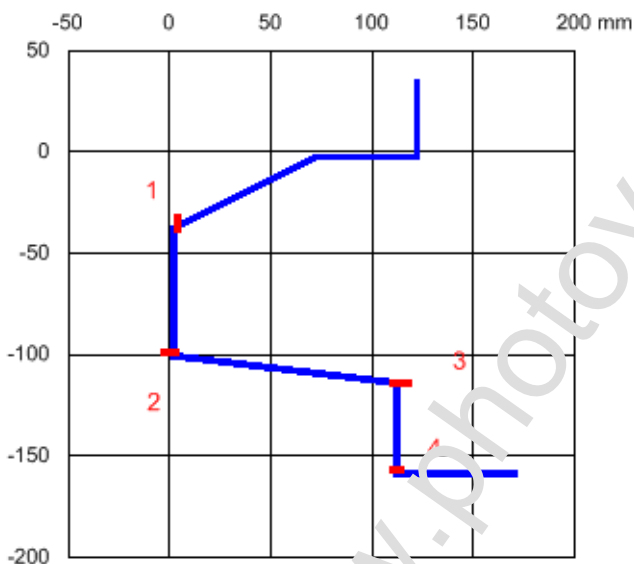
$$s_y = 0,35 \cdot 0,643 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Windsog

$$w_{sz} = 0,59 \cdot -1,10 = -0,64 \text{ kN/m}^2$$

**Profilkenngrößen**

Schematische Darstellung des Profils mit Angabe der maßgeblichen Schnitte:



Blechdicke	t = 0,6	cm
Querschnittsfläche	A = 2,1	cm <sup>2</sup>
Hakenbreite	b = 3,5	cm
Widerstandsmoment	W = 0,210	cm <sup>3</sup>

Bei der Ermittlung der Beanspruchungen wird die Behinderung der Verdrehungen des oberen Schenkels durch das aufnehmende Profil berücksichtigt. Es wird eine Teileinspannung von 70 % angesetzt.

**Schnittgrößenfaktoren für Ein- und Zwei- und Dreifeldträger**

n	Kraftfaktoren			
	A <sub>total</sub>	A <sub>partial</sub>	B <sub>total</sub>	B <sub>partial</sub>
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

**Lastkombinationen**

$$\text{Lastkombination 1: } 1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s + 0,60 \cdot 1,50 \cdot w$$

$$\text{Lastkombination 2: } 1,35 \cdot g + 0,50 \cdot 1,50 \cdot s + 1,50 \cdot w$$

$$\text{Lastkombination 3: } 0,90 \cdot g + 1,50 \cdot w$$

n	Lastkombination 1		Lastkombination 2		Lastkombination 3							
	Senkrecht	Waagrecht	Senkrecht	Waagrecht	Senkrecht	Waagrecht						
	A	B	A	B	A	B						
1	0,467	0,467	0,392	0,392	0,524	0,524	0,174	0,174	-0,603	-0,603	0,041	0,041
2	0,435	0,584	0,365	0,490	0,487	0,655	0,160	0,218	-0,569	-0,754	0,036	0,051
3	0,441	0,555	0,370	0,466	0,494	0,621	0,163	0,203	-0,575	-0,729	0,037	0,045



**Schnittgrößen für**

Teileinspannung durch Verformungsbehinderung infolge Querträger 70 %

		Lastkombination 1		Lastkombination 2		Lastkombination 3		Maßg. Komb.	
		Lager A	Lager B	Lager A	Lager B	Lager A	Lager B	A	B
Schnitt 1	e <sub>hor</sub> mm	140		140		140		Abs. Wert	
	e <sub>vert</sub> mm	86		86		86			
	M kNcm	2,79	3,52	3,71	4,67	4,84	6,13	4,84	6,13
	N kN	-0,37	-0,47	-0,16	-0,20	-0,04	-0,05	-0,37	-0,47
Schnitt 2	e <sub>hor</sub> mm	140		140		140			
	e <sub>vert</sub> mm	116		116		125			
	M kNcm	1,70	2,14	3,23	4,07	4,95	6,26	4,95	6,26
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,58	0,73	-0,44	-0,55
Schnitt 3	e <sub>hor</sub> mm	-30		-30		-30			
	e <sub>vert</sub> mm	125		125		125			
	M kNcm	3,50	4,40	2,36	2,96	1,51	1,71	3,50	4,40
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,58	0,73	-0,44	-0,55
Schnitt 4	e <sub>hor</sub> mm	-30		-30		-30			
	e <sub>vert</sub> mm	170		170		170			
	M kNcm	5,16	6,50	3,09	3,87	1,18	1,51	5,16	6,50
	N kN	-0,44	-0,55	-0,49	-0,62	0,58	0,73	-0,44	-0,55
Max. Belastung M =								<b>5,16</b>	<b>6,50</b>
N =								<b>-0,44</b>	<b>-0,55</b>

**Spannung**

$$\sigma = N / A + M / W \quad A = 2,10 \text{ cm}^2 \quad W = 0,210 \text{ cm}^3$$

Mit Ausnahme von einer evtl. vorhandenen Schweisverbindung in Schnitt 4 darf die plastische Reserve mit  $W_{pl} = 1,25 W_{el}$  Angesetzt werden.

Fußplatte geschweißt Ja

$$R_{p0,2} = 46,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Zulässige Spannung} \quad \text{zul } \sigma = 46,00 \text{ kN/cm}^2$$

(Sicherheitsbeiwert für Bauteile ohne Stabilitätsgefahr)

$$\text{Zulässige Lastezugsfläche pro Haken: } A = \text{zul } \sigma_e / \text{vorh } \sigma$$

$$\text{Erforderliche Anzahl pro m}^2 \text{ Dachfläche } n = 1 / A$$

	Lager A		Lager B	
	$\sigma$ kN/cm <sup>2</sup>	n	$\sigma$ kN/cm <sup>2</sup>	n
Schnitt 1	18,62	0,4	23,56	0,5
Schnitt 2	19,07	0,4	24,11	0,5
Schnitt 3	13,53	0,3	17,05	0,4
Schnitt 4	24,79	0,5	31,20	0,7
<b>max n</b>		<b>0,5</b>		<b>0,7</b>

$$\text{Mögliche Auskrägung} \quad a_{kr} = 0,439 \text{ m}$$

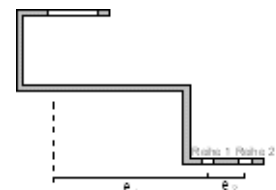
(Randlager haben geringere Lasten durch die Durchlaufwirkung)

Mittellager 0,7 Dachhaken pro 0,67 m<sup>2</sup>Randlager 0,5 Dachhaken pro 0,67 m<sup>2</sup>

Rastermaß Unterbau a = 0,80 m

Modulhöhe h = 1,69 m

t <sub>erf</sub> mm	Lager A	Lager B
Schnitt 1	3,5	3,9
Schnitt 2	3,5	4,0
Schnitt 3	3,0	3,3
Schnitt 4	4,4	5,0
<b>max n</b>	<b>4,4</b>	<b>5,0</b>



**Anschluss an die Unterkonstruktion: (nach DIN 1052)**

$e_D = 50 \text{ mm} \quad e_S = 50 \text{ mm}$

Belastung	Parallel zur DF: $P_{d,par} / 1,5 = 0,46 \text{ kN}$	$F_{\text{Abscheren}} =$	$0,46 \text{ kN}$	Charakteristisch
	Druck $M_{4D} = 6,39 \text{ kNcm} \Rightarrow$	$F_{\text{Zug}} = M_{4D} / e_{\text{Druck}} =$	$1,28 \text{ kN}$	Charakteristisch
	Zug $M_{4S} = 1,48 \text{ kNcm} \Rightarrow$	$F_{\text{Zug}} = M_{4S} / e_{\text{Zug}} =$	$0,44 \text{ kN}$	Charakteristisch

Gewählt 2 Holzschrauben  $\varnothing 8,0$ 

Abscheren  $\text{zul } N_A = n \cdot 1,25 \cdot 17 \cdot d_s^2 \cdot s / (8 \cdot d_s) = 2,55 \text{ kN}$

Zug  $\text{zul } N_Z = n_{\text{Zug}} \cdot 3 \cdot s_g \cdot d_s = 1,44 \text{ kN}$

Einschraubtiefe  $s_{\min} = 54 \text{ mm}$

$s_{\text{gew}} = 60 \text{ mm}$

$s_{\max} = 96 \text{ mm}$

www.photovolttaik4all.de

**Nachweis der Verbindungen**

Elementneigung	$\alpha$	40	°	sin = 0,643    cos = 0,766	
Schneelast	s	0,45	kN/m <sup>2</sup>	Böengeschw.-druck    0,59 kN/m <sup>2</sup>	
Firsthöhe über GOK	z	6,00	m	Zone F	$c_{p,1} = -1,50$
Modulhöhe	h	1,69	m	Zone G	$c_{p,1} = -2,00$
Modulgewicht	g	0,11	kN/m <sup>2</sup>	Zone H	$c_{p,1} = -1,20$

Druckbeiwerte  $C_{pe,1}$

**Belastungsaufstellung**Eigenlast Module

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

$$g_z = 0,11 \cdot 0,766 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,11 \cdot 0,643 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast

$$s_v = 0,45 \cdot 1,00 \cdot 0,766 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,35 \cdot 0,766 = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,35 \cdot 0,643 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

Windsog

$$w_{dz} = 0,59 \cdot 0,53 = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{sz} = 0,59 \cdot c_{p1}$$

**Modulklemmen gemäß bauaufsichtlicher Zulassung Z-14.4-631**

Mittelklemmen		Randklemmen		Modulfläche A = 1,71 m <sup>2</sup> Reibschluss V = 0,13 kN (F <sub>S,d</sub> · μ)
F <sub>R,d</sub> kN	V <sub>R,d</sub> kN	F <sub>R,d</sub> kN	V <sub>R,d</sub> kN	
4,96	0,53	2,36	0,78	

**Schnittkräfte an den Modulklemmen**

	V <sub>S,d</sub> kN	F <sub>S,d</sub> kN			V <sub>S,d</sub> = V <sub>S,d,y</sub> - F <sub>S,d,z</sub> · μ (μ = 0,50)
		Zone F	Zone G	Zone H	
Mittelklemmen	0,23	1,04	1,41	0,81	Ausnutzungsgrad 43,6 %
Randklemmen	0,12	0,52	0,71	0,41	Ausnutzungsgrad 29,9 %

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

Zugfestigkeit	Z <sub>Rd</sub> = 5,10 kN
Schubfestigkeit	V <sub>Rd</sub> = 2,00 kN

**Bemessungswert der einwirkenden Kräfte**

kN	LC1	LC2	LC3			η %	
			Zone F	Zone G	Zone H		
N <sub>Sd</sub>			-0,46	-0,78	-0,60	9,1	Vertikalkräfte
V <sub>Sd</sub>	0,39	0,17	0,04	0,04	0,04	19,6	Schubkräfte