

# WASI – Stockschraube M12/250, Anschlussplatte 84 x 32 x 5 mm

## Statische Berechnung der Befestigungselemente für Dachneigungen 3°, 5° bis 55° unter Eigengewicht, Wind- und Schneelastbeanspruchung

**Auftraggeber:** WASI GmbH  
WASI-Straße 1  
42287 Wuppertal

**Aufsteller:** DR. SCHÜTZ INGENIEURE  
Beratende Ingenieure im Bauwesen PartG mbB  
An der Stadtmauer 13  
87435 Kempten

Tel.: 0831/52197-0  
Fax.: 0831/52197-25

e-mail: info@drschoetz-ingenieure.de  
internet: www.drschoetz-ingenieure.de

Kempten, den 24.03.2023

(Prof. Dr.-Ing. habil. Karl G. Schütz)

(B. Eng. Frank Horn)

Die statische Berechnung besteht aus den Seiten 1 bis 62.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkung.....	3
2.	Berechnungsgrundlagen .....	3
3.	System und konstruktiv erforderliche Mindestabmessungen .....	4
4.	Verwendete Materialien.....	6
5.	Lastannahmen .....	7
5.1.	Eigengewicht.....	7
5.2.	Schneelast nach DIN EN 1991-1-3.....	7
5.3.	Windlast nach DIN EN 1991-1-4 .....	10
6.	Einwirkungskombinationen.....	12
6.1.	Grundkombination 1:.....	12
6.2.	Grundkombination 2:.....	12
6.3.	Grundkombination 3:.....	12
6.4.	Grundkombination 4:.....	12
6.5.	Grundkombination 5:.....	12
7.	Ermittlung der Widerstandsgrößen:.....	13
7.1.	Beanspruchbarkeit der Stockschraube.....	13
7.2.	Beanspruchbarkeit der Stockschraube im Sparren.....	13
7.3.	Beanspruchbarkeit der Platte .....	15
7.4.	Ermittlung der Beanspruchbarkeit der Gesamtkonstruktion.....	15
8.	Beispielrechnung – Ermittlung der erforderlichen Befestigungsanzahl.....	24
8.1.	Lastannahmen .....	24
8.2.	Einwirkungskombinationen.....	25
8.3.	Ermittlung des Ausnutzungsgrades .....	26
9.	Zusammenstellung - Ermittlung der erforderlichen Befestigungsanzahl.....	28
9.1.	Einwirkungskombinationen für Staudruck 1,30 kN/m <sup>2</sup> .....	28
9.2.	Einwirkungskombinationen für Staudruck 0,80 kN/m <sup>2</sup> .....	36
9.3.	Erforderliche Befestigungsmittel für Staudruck 1,30 kN/m <sup>2</sup> .....	44
9.4.	Erforderliche Befestigungsmittel für Staudruck 0,80 kN/m <sup>2</sup> .....	52
9.5.	Zusammenfassung.....	60
10.	Hinweise für die Anwendung der statischen Berechnung und für die Ausführung.....	62

## **1. Vorbemerkung**

Von der Fa. WASI GmbH werden verschiedene Befestigungselemente für Solarmodule angeboten. Die Stockschraube dient zur Auflagerung der Module auf Dächern mit Blecheindeckung o.ä. Die Stockschraube wird in die Unterkonstruktion eingeschraubt. Die Befestigung der Module erfolgt über eine Anschlussplatte 84 x 32 x 5 mm.

Ziel der statischen Berechnung ist die Ermittlung der Beanspruchbarkeiten. Weiter erfolgt die Ermittlung der mindestens erforderlichen Befestigungspunkte pro m<sup>2</sup> Dachfläche als Kalkulationsgrundlage.

Die Schneelasten werden von 0,75 bis 4,00 kN/m<sup>2</sup> abgestuft. Für die Windlasten erfolgt eine Abstufung für zwei verschiedene Staudrücke (vgl. Abschnitt 5.3). Die Berechnungsergebnisse für den Staudruck von 1,30 kN/m<sup>2</sup> und 0,80 kN/m<sup>2</sup> werden in Tabellen dargestellt.

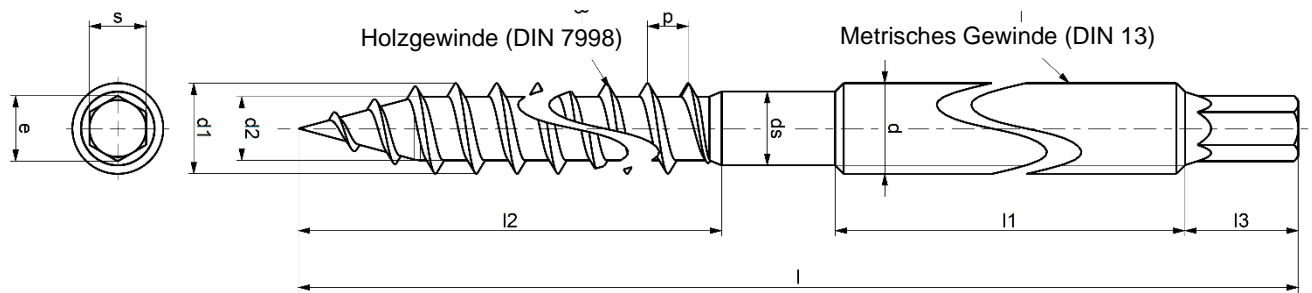
Die Tragfähigkeit des Schienensystems sowie der Dachkonstruktion ist im Einzelfall gesondert zu prüfen bzw. statisch nachzuweisen.

## **2. Berechnungsgrundlagen**

- [1] DIN EN 1990, Ausg. 2021-10: Eurocode:  
Grundlagen der Tragwerksplanung
- [2] DIN EN 1990/NA, Ausg. 2010-12: Eurocode:  
Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
- [3] DIN EN 1991-1-3, Ausg. 2010-12: Eurocode 1:  
Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten
- [4] DIN EN 1991-1-4, Ausg. 2010-12: Eurocode 1:  
Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
- [5] DIN EN 1991-1-4/NA, Ausg. 2010-12: Eurocode 1:  
Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
- [6] DIN EN 1993-1-1, Ausg. 2010-12: Eurocode 3:  
Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [7] DIN EN 1993-1-4, Ausg. 2015-10: Eurocode 3:  
Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen
- [8] DIN EN 1995-1-1, Ausg. 2010-12: Eurocode 5:  
Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

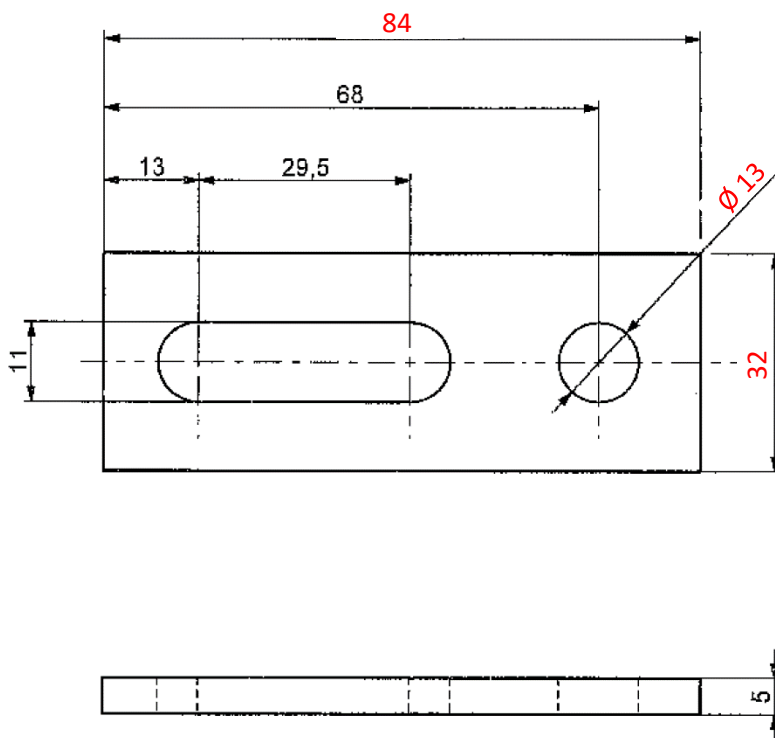
### 3. System und konstruktiv erforderliche Mindestabmessungen

Abmessungen der Stockschraube nach Zeichnungsnummer WS 9216 (Stand 11.10.2011):



$l$	= 250 mm	(Länge Gesamt)
$l_1$	= 130 mm	(Länge metrisches Gewinde)
$l_2$	= 100 mm	(Länge Holzgewinde)
$l_3$	= 10 mm	(Länge Sechskantkopf)
$d$	= 12,0 mm	(Nenndurchmesser)
$d_1$	= 12,0 mm	(Außendurchmesser Holzschraube)
$d_2$	= 9,0 mm	(Kerndurchmesser Holzschraube)

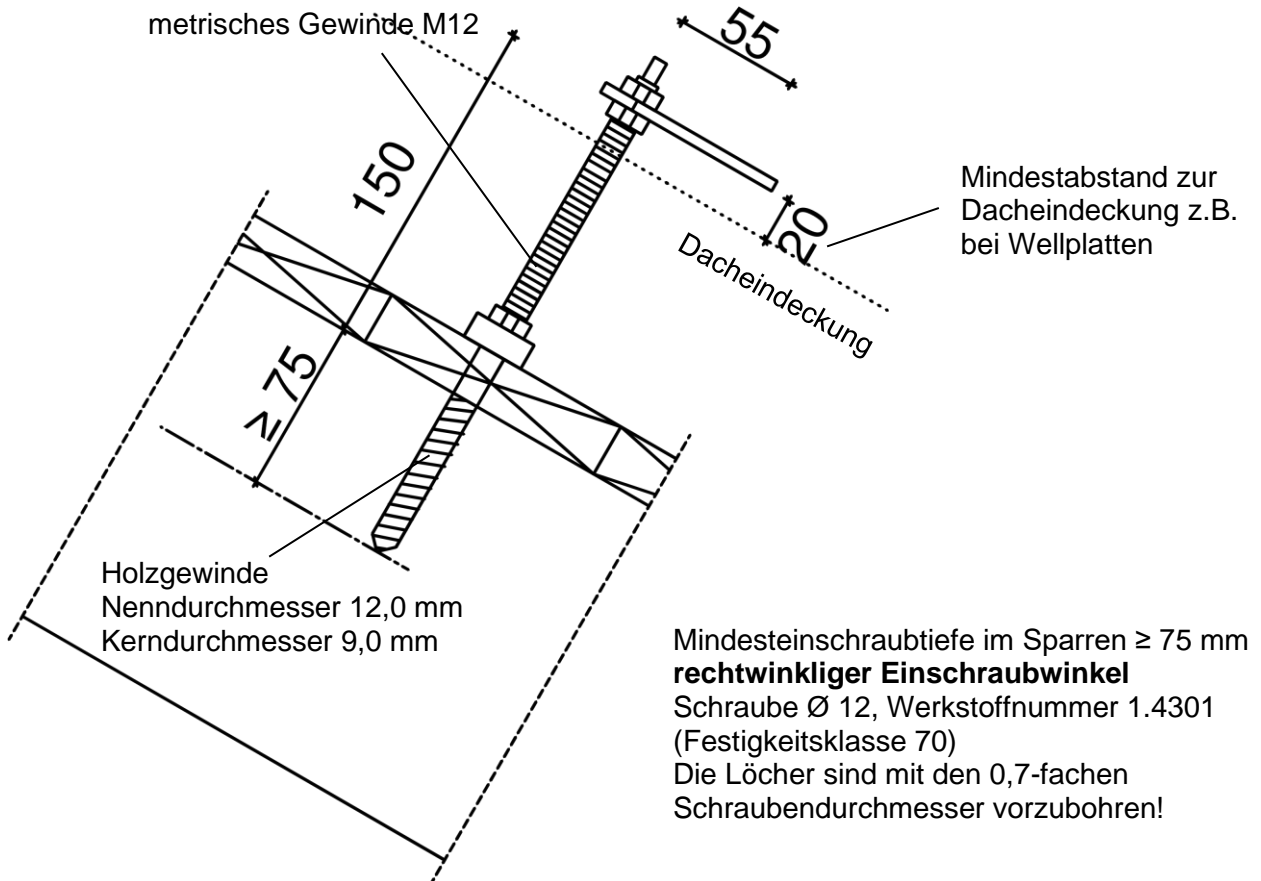
Abmessungen der Anschlussplatte nach Zeichnungsnummer 9543-2-82x30x5 (Stand 13.12.2012):



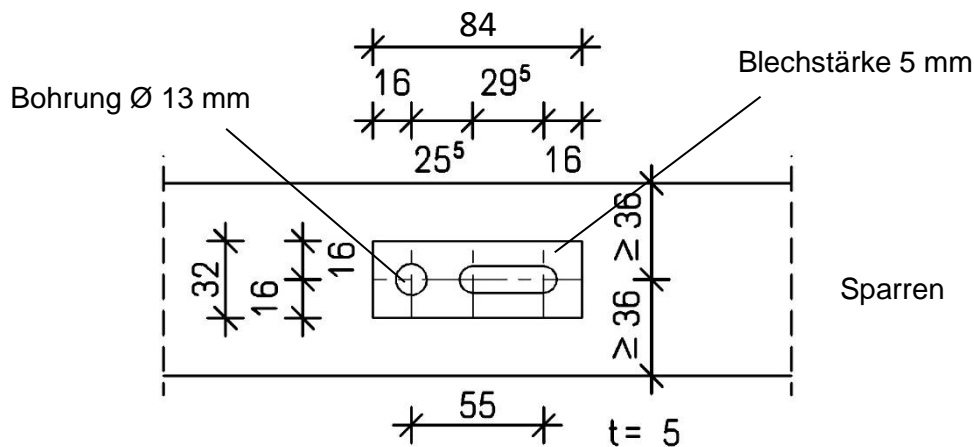
**Randabstände der Platte angepasst!**

## Darstellung der Stockschraube mit Anschlussplatte im Gesamtsystem

### Ansicht



### Draufsicht



Die Unterkonstruktion ist mindestens mit Nadelholz der Festigkeitsklasse C 24 auszuführen. Der Mindestrandabstand Schraubenloch-Sparren ist mit 36 mm einzuhalten.

#### 4. Verwendete Materialien

Anschlussplatte: Nichtrostender Stahl, Werkstoffnummer: 1.4301 nach EN 10088-2 in der Festigkeitsklasse S275 nach [7]

$$\rightarrow f_y = 275 \text{ N/mm}^2 \text{ \& } f_u = 550 \text{ N/mm}^2$$

Stockschraube: Sonderanfertigung  $\varnothing 10$  mm oben mit metrischem Gewinde (DIN 13) und Sechskantmutter mit Flachkopf (DIN EN 1661), unten mit Holzgewinde (DIN 7998) aus nichtrostendem Stahl Werkstoffnummer: 1.4301 Werkstoffgruppe: A2 in der Festigkeitsklasse 70 nach [7].

$$\rightarrow f_y = 450 \text{ N/mm}^2 \text{ \& } f_u = 700 \text{ N/mm}^2$$

## 5. Lastannahmen

### 5.1. Eigengewicht

Das Eigengewicht der Module inkl. Unterkonstruktion wird mit 15 kg/m<sup>2</sup> angesetzt.

$$g_{M,k} = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

In Abhängigkeit von der Dachneigung  $\alpha$  (3°, 5° - 55° gestaffelt mit 5°) wird das Eigengewicht in einen Anteil senkrecht und einen Anteil parallel zur Dachfläche umgerechnet.

$$g_{\text{senkrecht},k} = g_{M,k} \cdot \cos(\alpha)$$

$$g_{\text{parallel},k} = g_{M,k} \cdot \sin(\alpha)$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Eigengewicht [kN/m <sup>2</sup> ]		
	$g_{M,k}$	$g_{\text{senkrecht},k}$	$g_{\text{parallel},k}$
3	0,15	0,15	0,01
5	0,15	0,15	0,01
10	0,15	0,15	0,03
15	0,15	0,14	0,04
20	0,15	0,14	0,05
25	0,15	0,14	0,06
30	0,15	0,13	0,08
35	0,15	0,12	0,09
40	0,15	0,11	0,10
45	0,15	0,11	0,11
50	0,15	0,10	0,11
55	0,15	0,09	0,12

### 5.2. Schneelast nach DIN EN 1991-1-3

Die Berechnung erfolgt in Abhängigkeit von der Dachneigung (3°, 5° - 55°) für charakteristische Werte der Schneelast auf dem Boden  $s_k$  von 0,75 kN/m<sup>2</sup> bis 4,00 kN/m<sup>2</sup> (jeweils bezogen auf die Grundfläche).

Es erfolgt eine Abminderung der Schneelast mit dem Formbeiwert  $\mu$ . Ab Dachneigungen von 30° muss dann sichergestellt sein, dass sich an der Traufe keine Brüstung, kein Schneefanggitter und kein anderes Hindernis befindet. Das Abrutschen des Schnees von den Modulen muss gewährleistet sein. Für Dachneigungen von 30-60° ergibt sich der Formbeiwert zu:

$$\mu = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ$$

In Abhängigkeit von der Dachneigung  $\alpha$  wird die Schneelast in einen Anteil senkrecht zur Modulfläche und einen parallelen Anteil zerlegt:

$$s_{\text{senkrecht},k} = s_k \cdot \mu \cdot \cos(\alpha)^2$$

$$s_{\text{parallel},k} = s_k \cdot \mu \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha)$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	$\mu_1$	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
		0,75		1,00		1,25	
		S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>	S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>	S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>
3	0,80	0,60	0,03	0,80	0,04	1,00	0,05
5	0,80	0,60	0,05	0,79	0,07	0,99	0,09
10	0,80	0,58	0,10	0,78	0,14	0,97	0,17
15	0,80	0,56	0,15	0,75	0,20	0,93	0,25
20	0,80	0,53	0,19	0,71	0,26	0,88	0,32
25	0,80	0,49	0,23	0,66	0,31	0,82	0,38
30	0,80	0,45	0,26	0,60	0,35	0,75	0,43
35	0,67	0,34	0,23	0,45	0,31	0,56	0,39
40	0,53	0,23	0,20	0,31	0,26	0,39	0,33
45	0,40	0,15	0,15	0,20	0,20	0,25	0,25
50	0,27	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16
55	0,13	0,03	0,05	0,04	0,06	0,05	0,08

Dachneigung $\alpha$ [°]	$\mu_1$	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
		1,50		1,75		2,00	
		S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>	S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>	S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>
3	0,80	1,20	0,06	1,40	0,07	1,60	0,08
5	0,80	1,19	0,10	1,39	0,12	1,59	0,14
10	0,80	1,16	0,21	1,36	0,24	1,55	0,27
15	0,80	1,12	0,30	1,31	0,35	1,49	0,40
20	0,80	1,06	0,39	1,24	0,45	1,41	0,51
25	0,80	0,99	0,46	1,15	0,54	1,31	0,61
30	0,80	0,90	0,52	1,05	0,61	1,20	0,69
35	0,67	0,67	0,47	0,78	0,55	0,89	0,63
40	0,53	0,47	0,39	0,55	0,46	0,63	0,53
45	0,40	0,30	0,30	0,35	0,35	0,40	0,40
50	0,27	0,17	0,20	0,19	0,23	0,22	0,26
55	0,13	0,07	0,09	0,08	0,11	0,09	0,13

Dachneigung $\alpha$ [°]	$\mu_1$	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
		2,25		2,50		2,75	
		S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>	S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>	S <sub>senkrecht,k</sub>	S <sub>parallel,k</sub>
3	0,80	1,80	0,09	1,99	0,10	2,19	0,11
5	0,80	1,79	0,16	1,98	0,17	2,18	0,19
10	0,80	1,75	0,31	1,94	0,34	2,13	0,38
15	0,80	1,68	0,45	1,87	0,50	2,05	0,55
20	0,80	1,59	0,58	1,77	0,64	1,94	0,71
25	0,80	1,48	0,69	1,64	0,77	1,81	0,84
30	0,80	1,35	0,78	1,50	0,87	1,65	0,95
35	0,67	1,01	0,70	1,12	0,78	1,23	0,86
40	0,53	0,70	0,59	0,78	0,66	0,86	0,72
45	0,40	0,45	0,45	0,50	0,50	0,55	0,55
50	0,27	0,25	0,30	0,28	0,33	0,30	0,36
55	0,13	0,10	0,14	0,11	0,16	0,12	0,17

Dachneigung $\alpha$ [°]	$\mu_1$	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
		3,00		3,25		3,50	
		Ssenkrecht,k	Sparallel,k	Ssenkrecht,k	Sparallel,k	Ssenkrecht,k	Sparallel,k
3	0,80	2,39	0,13	2,59	0,14	2,79	0,15
5	0,80	2,38	0,21	2,58	0,23	2,78	0,24
10	0,80	2,33	0,41	2,52	0,44	2,72	0,48
15	0,80	2,24	0,60	2,43	0,65	2,61	0,70
20	0,80	2,12	0,77	2,30	0,84	2,47	0,90
25	0,80	1,97	0,92	2,14	1,00	2,30	1,07
30	0,80	1,80	1,04	1,95	1,13	2,10	1,21
35	0,67	1,34	0,94	1,45	1,02	1,57	1,10
40	0,53	0,94	0,79	1,02	0,85	1,10	0,92
45	0,40	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70
50	0,27	0,33	0,39	0,36	0,43	0,39	0,46
55	0,13	0,13	0,19	0,14	0,20	0,15	0,22

Dachneigung $\alpha$ [°]	$\mu_1$	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
		3,75		4,00	
		Ssenkrecht,k	Sparallel,k	Ssenkrecht,k	Sparallel,k
3	0,80	2,99	0,16	3,19	0,17
5	0,80	2,98	0,26	3,18	0,28
10	0,80	2,91	0,51	3,10	0,55
15	0,80	2,80	0,75	2,99	0,80
20	0,80	2,65	0,96	2,83	1,03
25	0,80	2,46	1,15	2,63	1,23
30	0,80	2,25	1,30	2,40	1,39
35	0,67	1,68	1,17	1,79	1,25
40	0,53	1,17	0,98	1,25	1,05
45	0,40	0,75	0,75	0,80	0,80
50	0,27	0,41	0,49	0,44	0,53
55	0,13	0,16	0,23	0,18	0,25

**Anmerkung:**

Das Abrutschen des Schnees von den Modulen muss gewährleistet sein (kein Schneefanggitter o.ä.). Schneeanhäufungen (z. B. in Kehlen o.ä.) sind gesondert zu untersuchen.

### 5.3. Windlast nach DIN EN 1991-1-4

Die Berechnung erfolgt für zwei verschiedene Staudrücke mit 1,30 kN/m und 0,80 kN/m<sup>2</sup>.

Der Staudruck von  $q = 1,30 \text{ kN/m}^2$  (nach DIN EN 1991-1-4/NA) deckt folgende Kombinationen aus Windlastzone und Gebäudehöhen ab:

- Windlastzone 1 - 3, Binnenland, Gebäudehöhen bis 25 m
- Windlastzone 1 - 3, Küste und Inseln der Ostsee, Gebäudehöhen bis 25 m
- Windlastzone 4, Binnenland, Gebäudehöhen bis 25 m
- Windlastzone 4, Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee, Gebäudehöhen bis 10 m

Der Staudruck von 0,80 kN/m<sup>2</sup> (nach DIN EN 1991-1-4/NA) deckt folgende Bereiche ab:

- Windlastzone 1, Binnenland, Gebäudehöhen bis 25 m
- Windlastzone 2, Binnenland, Gebäudehöhen bis 18 m

Inseln der Nordsee sind dabei ausdrücklich ausgeschlossen.

Die verschiedenen Dachformen (Flach-, Pult-, Sattel- und Walmdach) werden zusammengefasst. Dabei wird der jeweils für die Dachneigung maßgebende Außendruckbeiwert einheitlich berücksichtigt. Die Windaußendruckbeiwerte sind für alle Dachneigungen fast identisch, so dass die Zusammenfassung der Dachformen nur geringe Auswirkungen auf die Beanspruchungen hat. Die Berechnung gilt für die mittleren Dachbereiche H, I und N. Für die Spitzendrücke in den Rand- und Eckbereichen sind gesonderte Nachweise zu führen.

Winddruck bzw. Windsog,  $q=1,30 \text{ kN/m}^2$ :

Für Windsog sind die Sogbeiwerte für eine Lastezugsfläche von 1,0 m<sup>2</sup> berücksichtigt.

Dachneigung $\alpha$ [°]	Winddruck [kN/m <sup>2</sup> ]		
	q	$C_{p,druck}$	$W_{D,k}$
3	1,30	0,20	0,26
5	1,30	0,20	0,26
10	1,30	0,20	0,26
15	1,30	0,20	0,26
20	1,30	0,27	0,35
25	1,30	0,33	0,43
30	1,30	0,40	0,52
35	1,30	0,47	0,61
40	1,30	0,53	0,69
45	1,30	0,60	0,78
50	1,30	0,63	0,82
55	1,30	0,67	0,87

Dachneigung $\alpha$ [°]	Windsog [kN/m <sup>2</sup> ]		
	q	C <sub>p,sog</sub>	W <sub>S,k</sub>
3	1,30	-1,20	-1,56
5	1,30	-1,20	-1,56
10	1,30	-1,20	-1,56
15	1,30	-1,20	-1,56
20	1,30	-1,23	-1,60
25	1,30	-1,27	-1,65
30	1,30	-1,30	-1,69
35	1,30	-1,30	-1,69
40	1,30	-1,30	-1,69
45	1,30	-1,30	-1,69
50	1,30	-1,30	-1,69
55	1,30	-1,30	-1,69

Winddruck bzw. Windsog, q = 0,80 kN/m<sup>2</sup>

Für Windsog sind die Sogbeiwerte für eine Lastzugsfläche von 1,0 m<sup>2</sup> berücksichtigt.

Dachneigung $\alpha$ [°]	Winddruck [kN/m <sup>2</sup> ]		
	q	C <sub>p,druck</sub>	W <sub>D,k</sub>
3	0,80	0,20	0,16
5	0,80	0,20	0,16
10	0,80	0,20	0,16
15	0,80	0,20	0,16
20	0,80	0,27	0,21
25	0,80	0,33	0,27
30	0,80	0,40	0,32
35	0,80	0,47	0,37
40	0,80	0,53	0,43
45	0,80	0,60	0,48
50	0,80	0,63	0,51
55	0,80	0,67	0,53

Dachneigung $\alpha$ [°]	Windsog [kN/m <sup>2</sup> ]		
	q	C <sub>p,sog</sub>	W <sub>S,k</sub>
3	0,80	-1,20	-0,96
5	0,80	-1,20	-0,96
10	0,80	-1,20	-0,96
15	0,80	-1,20	-0,96
20	0,80	-1,23	-0,99
25	0,80	-1,27	-1,01
30	0,80	-1,30	-1,04
35	0,80	-1,30	-1,04
40	0,80	-1,30	-1,04
45	0,80	-1,30	-1,04
50	0,80	-1,30	-1,04
55	0,80	-1,30	-1,04

**Anmerkung:**

Die Windansätze gelten für die Dachbereiche H, I und N nach DIN EN 1991-1-4. Erhöhte Druck- und Sogbeiwerte für Eck- und Randbereiche nach DIN EN 1991-1-4 sind nicht berücksichtigt und müssen gesondert nachgewiesen werden.

## 6. Einwirkungskombinationen

Der Tragsicherheitsnachweis erfolgt für die folgenden maßgebenden Einwirkungskombinationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) und Gebrauchstauglichkeit (GZG). Die Lastfallkombinationen sind aus den einzelnen Lastfällen mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_i$  und Kombinationsbeiwerte  $\Psi_i$  überlagert. Die Kombinationsbeiwerte werden auf nationaler Ebene im Eurocode festgelegt (Nationale Anhänge der DIN EN 1990).

### 6.1. Grundkombination 1:

LFK im GZT mit vorherrschender Schneeeinwirkung, Abminderung der Windlast  $\Psi_0 = 0,6$ .

$$\begin{aligned} S_{d,1} &= \gamma_G \cdot g_{M,k} + \gamma_Q \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \Psi_0 \cdot w_{D,k} \\ &= 1,35 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot s_k + 1,50 \cdot 0,60 \cdot w_{D,k} \\ &= g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot w_{D,d} \end{aligned}$$

### 6.2. Grundkombination 2:

LFK im GZT mit vorherrschender Windeinwirkung, Abminderung der Schneelast  $\Psi_0 = 0,5$  (für Ortshöhen bis zu 1000 m über NN).

$$\begin{aligned} S_{d,2} &= \gamma_G \cdot g_{M,k} + \gamma_Q \cdot \Psi_0 \cdot s_k + \gamma_Q \cdot w_{D,k} \\ &= 1,35 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot 0,50 \cdot s_k + 1,50 \cdot w_{D,k} \\ &= g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + w_{D,d} \end{aligned}$$

### 6.3. Grundkombination 3:

LFK im GZT mit Winddruck, sowie Windsog mit stabilisierendem Eigengewicht.

$$\begin{aligned} S_{d,3,1} &= \gamma_G \cdot g_{M,k} + \gamma_Q \cdot w_{D,k} \\ &= 1,35 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot w_{D,k} \\ &= g_{M,d} + w_{D,d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{d,3,2} &= \gamma_{G,stab} \cdot g_{M,k} + \gamma_Q \cdot w_{S,k} \\ &= 0,90 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot w_{S,k} \\ &= g_{M,d,stab} + w_{S,d} \end{aligned}$$

### 6.4. Grundkombination 4:

LFK im GZG mit vorherrschender Schneeeinwirkung, Abminderung der Windlast  $\Psi_0 = 0,6$ .

$$\begin{aligned} S_{k,4} &= g_{M,k} + s_k + \Psi_0 \cdot w_{D,k} \\ &= g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k} \end{aligned}$$

### 6.5. Grundkombination 5:

LFK im GZG mit vorherrschender Windeinwirkung, Abminderung der Schneelast  $\Psi_0 = 0,5$  (für Ortshöhen bis zu 1000 m über NN).

$$\begin{aligned} S_{k,5} &= g_{M,k} + \Psi_0 \cdot s_k + w_{D,k} \\ &= g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k} \end{aligned}$$

## 7. Ermittlung der Widerstandsgrößen:

Die Ermittlung der Beanspruchbarkeiten der Befestigungskonstruktion erfolgt gemäß den gültigen Normen und Zulassungen [6, 7 und 8].

### 7.1. Beanspruchbarkeit der Stockschraube

#### Beanspruchbarkeit auf Biegung

Der Nachweis der Stockschraube wird über den Vergleich der Spannungen geführt. Für die Festigkeitsklasse 70 nach [7] ergibt sich mit dem Teilsicherheitsbeiwert für den Tragsicherheitsnachweis gegenüber Bauteilversagen  $\gamma_{M1}$  von 1,1 die Streckgrenze zu:

$$\begin{aligned} f_{yd} &= f_{yk} / \gamma_{M1} \\ &= 450 \text{ N/mm}^2 / 1,1 \\ &= 409 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Der Nachweis wird für den effektiven Spannungsdurchmesser (9,2 mm) in der Holzschraube geführt. Für einen Kreisquerschnitt ergibt sich das Widerstandsmoment zu:

$$\begin{aligned} W_{el} &= r^3 \cdot \pi / 4 \\ &= (0,460 \text{ cm})^3 \cdot \pi / 4 \\ &= 0,0764 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Plastische Tragreserven werden nicht angesetzt.

#### Zulässige Verformung senkrecht zur Dachfläche

Die Berechnung erfolgt mit einem E-Modul von 170.000 N/mm<sup>2</sup>. Die zulässigen Verformungen werden auf folgenden Wert begrenzt:

$$u_{zul} = 18,2 \text{ mm} \quad \text{Teilsicherheitsbeiwert für Material berücksichtigt}$$

Die Durchbiegung wird auf 20 mm begrenzt, hängt jedoch maßgeblich von der Einbausituation, insbesondere vom Abstand der Dacheindeckung zur Befestigungsschiene, ab. Dieser Wert wurde für die Berechnung zunächst willkürlich festgelegt, um die Auswirkungen der Verformungen abzuschätzen. Die Berechnung gilt demzufolge nur für lichte Abstände des Befestigungssystems zur Dacheindeckung von  $\geq 20$  mm. Der Nachweis wird mit den Teilsicherheitsbeiwerten für den Tragsicherheitsnachweis ( $\gamma = 1,1$ ) geführt. Dadurch werden Streuungen im Material abgedeckt.

Ein Überschreiten der Durchbiegungen kann zur Beschädigung der Dacheindeckung führen. Da aber keine Gefahr für Leib und Leben besteht, werden die Beanspruchungen ohne Teilsicherheitsbeiwerte ermittelt (Grundkombination 4 und 5). Es ergibt sich damit ein globaler Sicherheitsbeiwert von 1,1.

### 7.2. Beanspruchbarkeit der Stockschraube im Sparren

#### Beanspruchbarkeit auf Zug

Das Holzgewinde mit Gewindedurchmesser  $d_s = 12,0$  mm wird mindestens 75 mm in den Sparren eingedreht. Der Bemessungswiderstand  $R_{ax,d}$  für einen Winkel senkrecht zur Faserrichtung ergibt sich mit folgenden Randbedingungen wie folgt:

$$\begin{array}{ll} \rho_k & \geq 350 \text{ kg/m}^3 & \text{Rohdichte Unterkonstruktion Nadelholz C 24} \\ d_s & = 12,0 \text{ mm} & \text{Schraubennendurchmesser} \end{array}$$

$l_{ef}$	= 75,0 mm	Einbindelänge
$n_{ef}$	= 0,75	Faktor für effektive Verbindungsmittelanzahl
$k_{mod}$	= 0,8	Modifikationsbeiwert für NKL 2, KLED mittel
$\gamma_{M2}$	= 1,25	Materialsicherheitsbeiwert

Lochleibungsfestigkeit:

$$\begin{aligned}
 f_{ax,k} &= 0,52 \cdot d_s^{-0,5} \cdot l_{ef}^{-0,1} \cdot \rho_k^{0,8} \\
 &= 0,52 \cdot (12 \text{ mm})^{-0,5} \cdot (75 \text{ mm})^{-0,1} \cdot (350 \text{ kg/m}^3)^{0,8} \\
 &= 10,57 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Zugtragfähigkeit:

$$\begin{aligned}
 R_{ax,d} &= f_{ax,k} \cdot d_s \cdot l_{ef} \cdot n_{ef} \cdot k_{mod} / \gamma_M \\
 &= 10,57 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot 75 \text{ mm} \cdot 0,75 \cdot 0,80 / 1,30 \\
 &= 7,13 \text{ kN} \cdot 0,80 / 1,30 \\
 &= 4,39 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

### Beanspruchbarkeit auf Abscheren

Der Bemessungswiderstand  $R_{la,d}$  in Faserrichtung ergibt sich mit nachfolgenden Randbedingungen wie folgt:

$\rho_k$	$\geq 350 \text{ kg/m}^3$	Rohdichte Unterkonstruktion Nadelholz C 24
$\alpha_{KFW}$	= $0^\circ$	Krafftfaserrichtung
$d_s$	= 12,0 mm	Schraubennendurchmesser
$d_{ef}$	= 9,9 mm	Effektiver Schraubendurchmesser
$l$	= 75,0 mm	Einbindelänge
$l_{ef}$	= 10,0 mm	Effektive Länge
$k_{mod}$	= 0,8	Modifikationsbeiwert für NKL 2, KLED mittel
$\gamma_M$	= 1,3	Materialsicherheitsbeiwert Holz

Lochleibungsfestigkeit:

$$\begin{aligned}
 f_{h,0,k} &= 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d_{eff}) \cdot \rho_k \\
 &= 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 9,9 \text{ mm}) \cdot 350 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 25,86 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Am statischen System wird die Einspannung durch ein Kräftepaar realisiert. Die Auflagerkraft wird am oberen Auflager (10 mm unter Oberkante Sparren) ermittelt. Die aufnehmbare Pressung wird über den Schraubenquerschnitt mit dem effektiven Schraubendurchmesser und einer gewählten Auflagerlänge von 10 mm in eine aufnehmbare Kraft umgerechnet.

Beanspruchbarkeit auf Abscheren:

$$\begin{aligned}
 R_{la,k} &= f_{h,0,k} \cdot l_{ef} \cdot d_{ef} \\
 &= 25,86 \text{ N/mm}^2 \cdot 10,0 \text{ mm} \cdot 9,9 \text{ mm} \\
 &= 2,56 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{la,d} &= R_{la,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M \\
 &= 2,56 \text{ kN} \cdot 0,80 / 1,30 \\
 &= 1,58 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## Kombinierte Beanspruchung

Die Ermittlung der Beanspruchbarkeiten erfolgt stets für eine kombinierte Beanspruchung aus Abscheren und Zug.

$$\eta_{\text{Komb.}} = (A_{\text{ax,d}} / R_{\text{ax,d}})^2 + (A_{\text{la,d}} / R_{\text{la,d}})^2 \leq 1$$

Für jeden Lastangriffswinkel ergibt sich damit ein Verhältnis der Beanspruchungen auf Abscheren und Zug. Mit diesem Verhältnis kann die abgeminderte Tragfähigkeit für die Beanspruchung aus Zug bei Berücksichtigung der kombinierten Beanspruchung berechnet werden.

## 7.3. Beanspruchbarkeit der Platte

### Beanspruchbarkeit auf Biegung

Es erfolgt ein Nachweis unter Ausnutzung der plastischen Tragreserven des Querschnittes der Anschlussplatte:

Für den Rechteckquerschnitt ergibt sich damit ein 50% höheres Widerstandsmoment und damit 50% höher aufnehmbare Biegemomente. Programmintern werden die Spannungen nach der Elastizitätstheorie berechnet. Da die Schubspannungen vernachlässigbar sind, können die nach der Elastizitätstheorie ermittelten Spannungen auf 66,7% abgemindert werden.

Für den Rechteckquerschnitt ergibt sich damit ein 50 % höheres Widerstandsmoment und damit 50 % höher aufnehmbare Biegemomente. Programmintern werden die Spannungen nach der Elastizitätstheorie berechnet. Da die Schubspannungen vernachlässigbar sind, können die nach der Elastizitätstheorie ermittelten Spannungen auf 66,7 % abgemindert werden. Für die Anschlussplatte werden die Nachweis im Klemmbereich mit der Lochschwächung maßgebend. Die Lochschwächungen ( $\emptyset = 11 \text{ mm}$ ) werden durch eine geringer Querschnittsbreite im statischen Modell berücksichtigt.

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{L,pl}} &= \sigma_{\text{el}} \cdot \Delta_{\text{W,pl}} \\ &= \sigma_{\text{el}} \cdot 0,667 \end{aligned}$$

Die plastische Grenzspannung wird mit der Festigkeitsklasse S275 und dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{\text{M1}}$  für den Tragsicherheitsnachweis verglichen.

$$\begin{aligned} f_{\text{yd}} &= f_{\text{yk}} / \gamma_{\text{M1}} \\ &= 275 \text{ N/mm}^2 / 1,1 \\ &= 250 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

## 7.4. Ermittlung der Beanspruchbarkeit der Gesamtkonstruktion

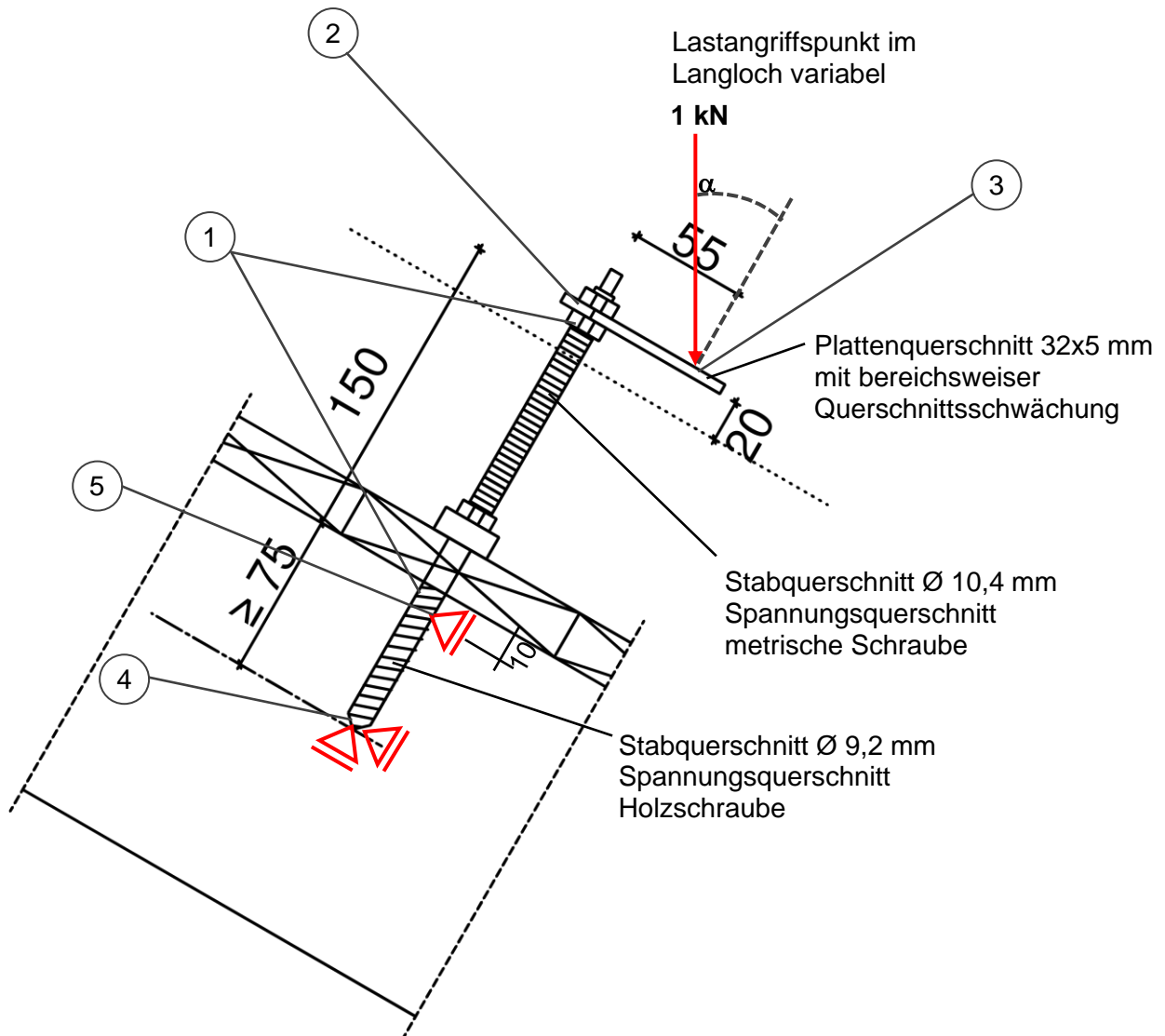
Die Ermittlung der maximal zulässigen Belastung erfolgt in Abhängigkeit des Lastangriffswinkels von  $0^\circ - 180^\circ$ . Hierzu werden Einheitslastfälle mit den entsprechenden Lastangriffswinkeln ( $10^\circ$ -Schritte) berechnet. Hieraus werden die Ausnutzungen bzgl. der einzelnen Widerstandsgrößen ermittelt und somit die maximal mögliche Widerstandsgröße berechnet.

### Statisches System

Das System wird als Stabwerk abgebildet. Die Einspannung der Stockschraube im Sparren wird über ein Kräftepaar (Auflagerpunkte) abgebildet. Eine zusätzliche Halterung der Stockschraube durch Eternitplatte oder Blecheindeckung wird nicht angesetzt, da auch eine Eindeckung mit Bitumenschindeln möglich ist. Die Stockschraube wird mit dem Schaftquerschnitt von 7,0 mm (maßgebender

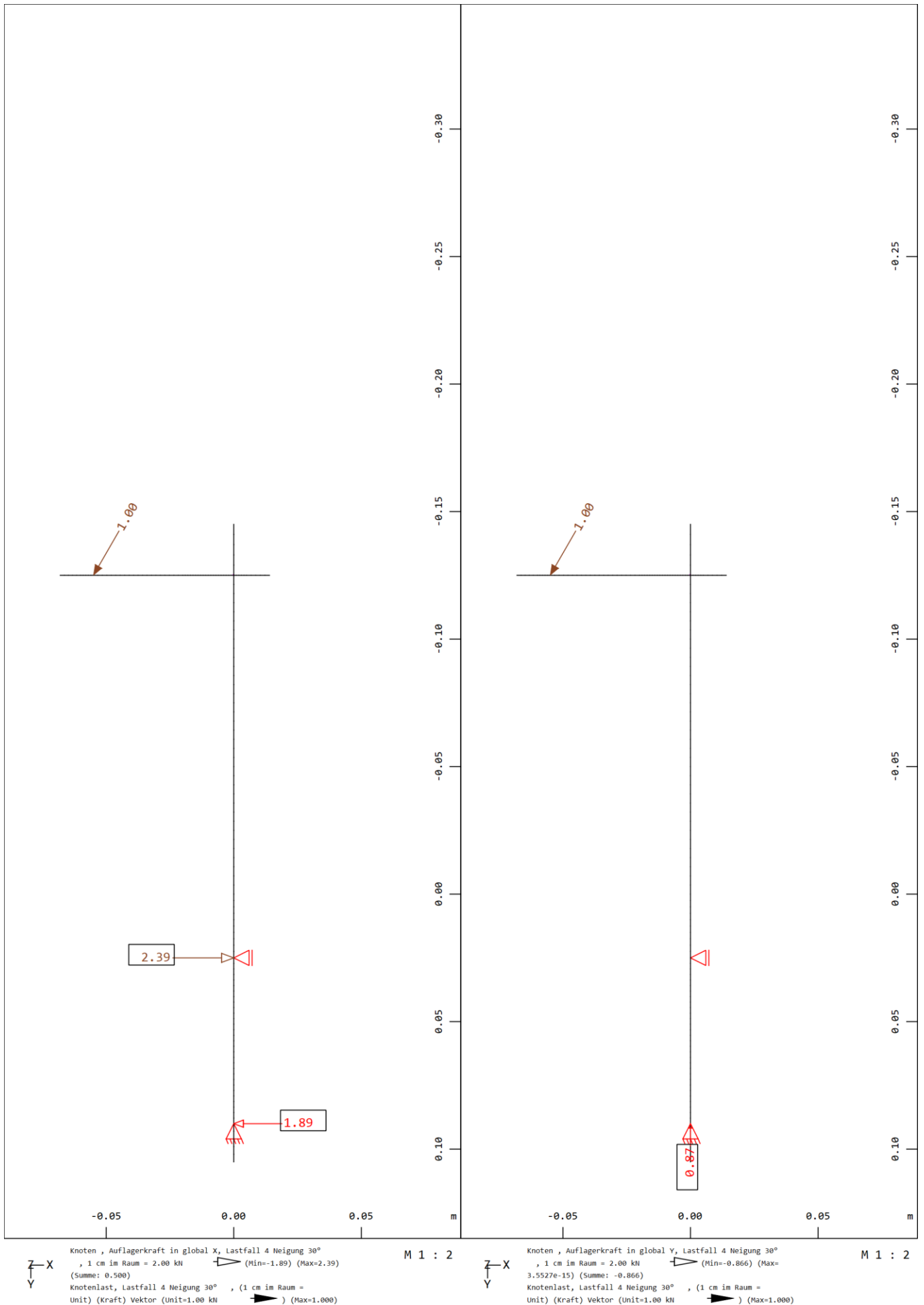
Querschnitt im Holzgewinde) modelliert. Die Anschlussplatte 84 x 32 x 5 mm unter Berücksichtigung der Lochschwächungen durch geringer Querschnittsbreite im statischen Modell modelliert.

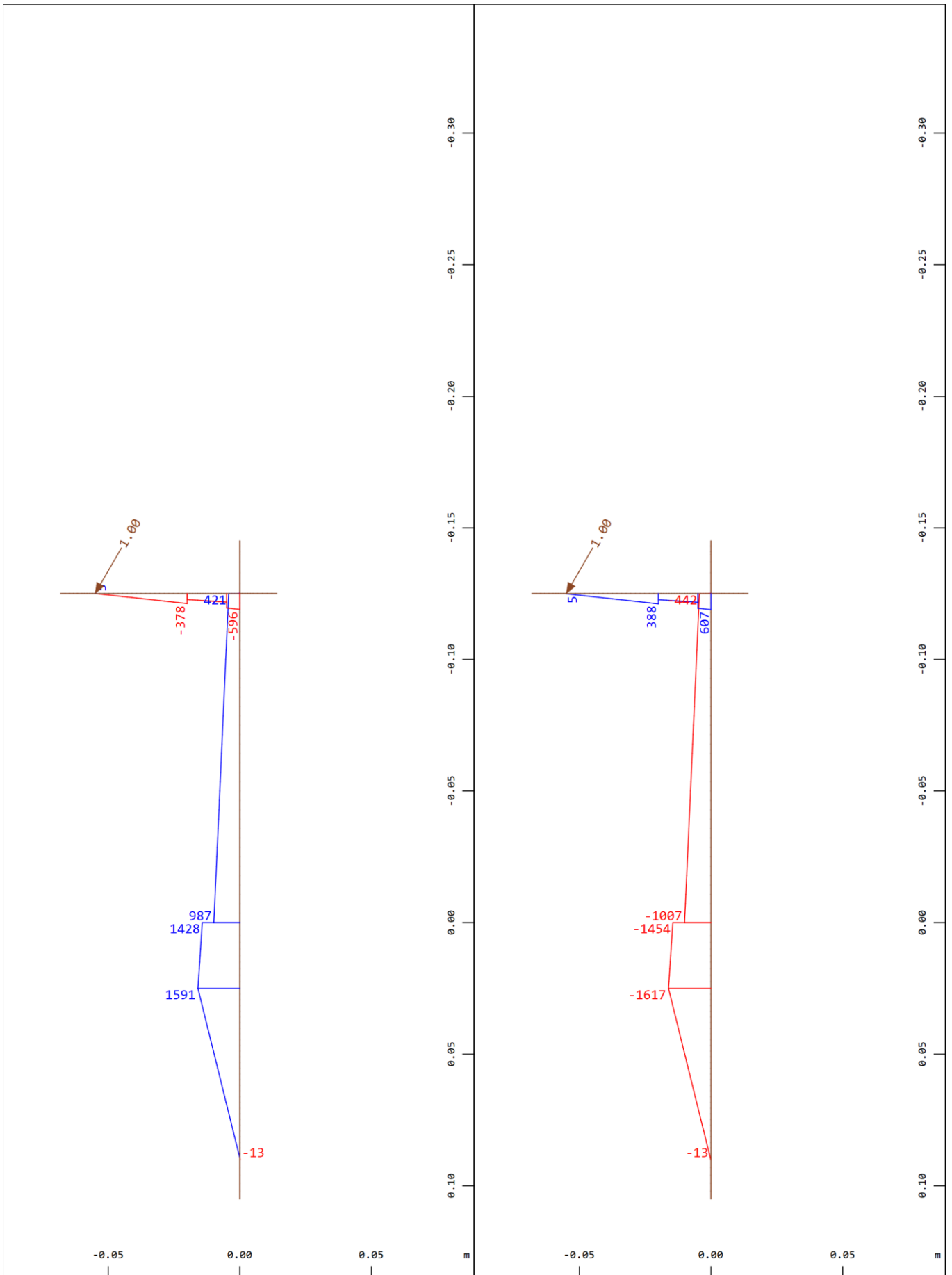
In der nachfolgenden Abbildung der Stockschraube ist das statische Modell mit den maßgebenden Punkten der Beanspruchung dargestellt.



1. Spannung in der Stockschraube
2. Spannung in der Anschlussplatte
3. Verformung senkrecht zur Dachfläche
4. Zug- und Druckbeanspruchung
5. Abscherbeanspruchung

Die Berechnung erfolgt für eine Einheitslast (1,0 kN) die Ergebnisse werden im Folgenden für einen Lastangriffswinkel von 30° dargestellt. Die restlichen Lastfälle werden tabellarisch zusammengefasst.



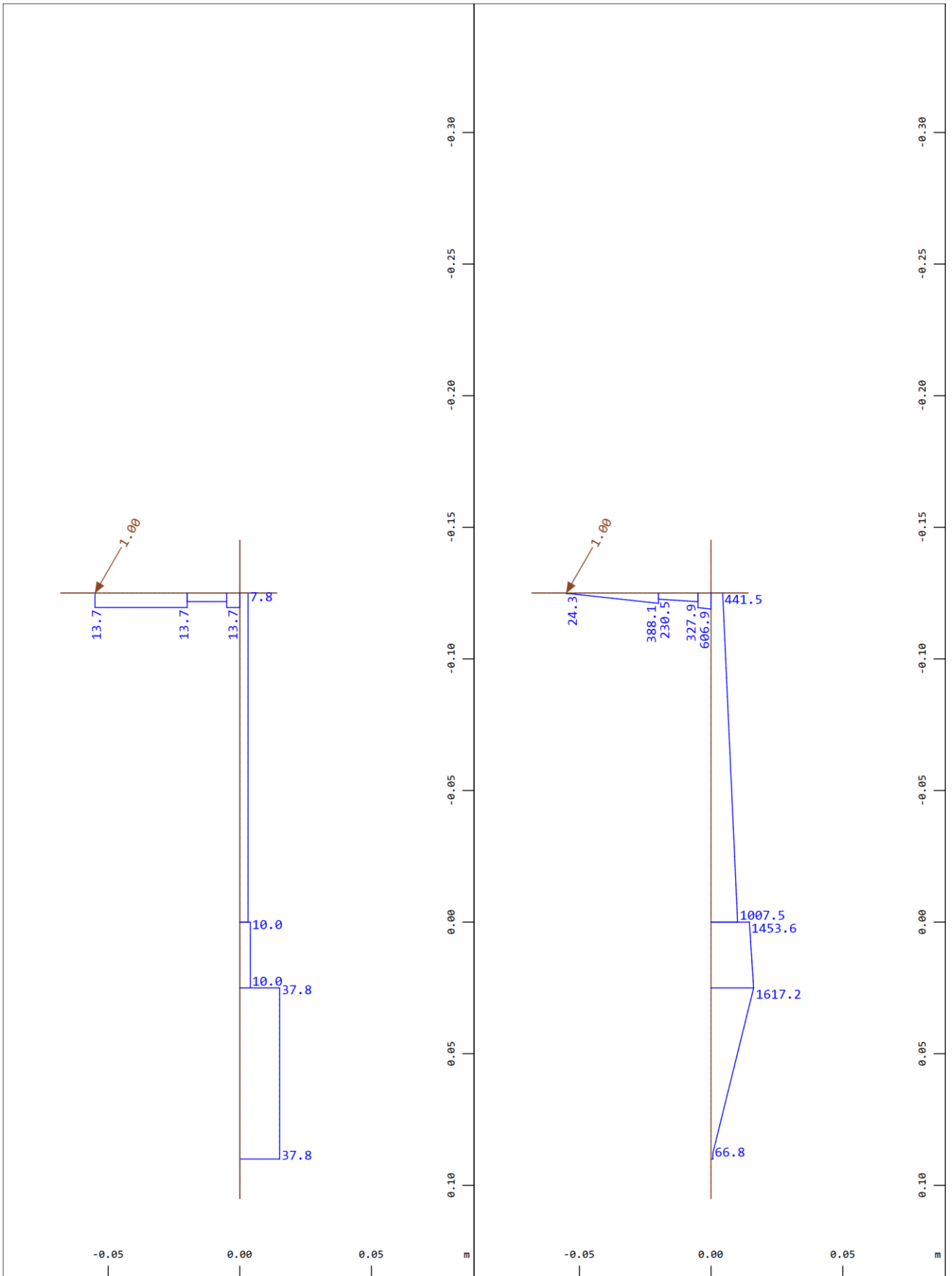


Stabelemente , Normalspannung oben einachsig,  
 Bemessungsfall 4, Material 1 S293 Werkstoffnr.: 1.4301 ,  
 1 cm im Raum = 2000. MPa (Min=-596.4) (Max=1591.)  
 Knotenlast, Lastfall 4 Neigung 30° , (1 cm im Raum =  
 Unit) (Kraft) Vektor (Unit=1.00 kN ) (Max=1.000)

M 1 : 2

Stabelemente , Normalspannung unten einachsig,  
 Bemessungsfall 4, Material 1 S293 Werkstoffnr.: 1.4301 ,  
 1 cm im Raum = 2000. MPa (Min=-1617.) (Max=606.9)  
 Knotenlast, Lastfall 4 Neigung 30° , (1 cm im Raum =  
 Unit) (Kraft) Vektor (Unit=1.00 kN ) (Max=1.000)

M 1 : 2

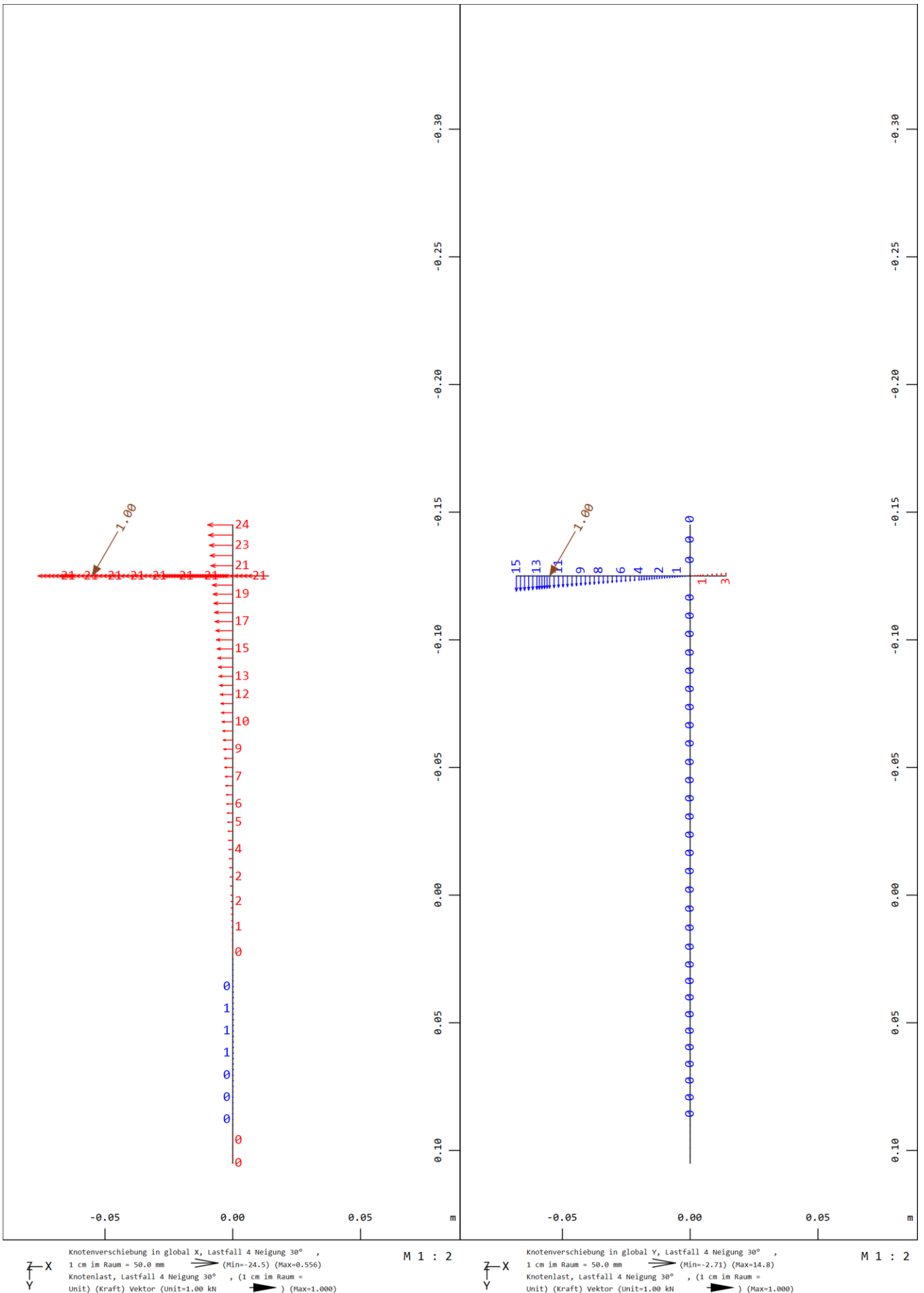


Stabelemente , Schubspannung, Bemessungsfall 4, Material 1  
 S293 Werkstoffnr.: 1.4301 , 1 cm im Raum = 50.0 MPa  
 (Max=37.8)  
 Knotenlast, Lastfall 4 Neigung 30° , (1 cm im Raum =  
 Unit) (Kraft) Vektor (Unit=1.00 kN ) (Max=1.000)

M 1 : 2

Stabelemente , Vergleichsspannung, Bemessungsfall 4,  
 Material 1 S293 Werkstoffnr.: 1.4301 , 1 cm im Raum =  
 2000. MPa (Max=1617.)  
 Knotenlast, Lastfall 4 Neigung 30° , (1 cm im Raum =  
 Unit) (Kraft) Vektor (Unit=1.00 kN ) (Max=1.000)

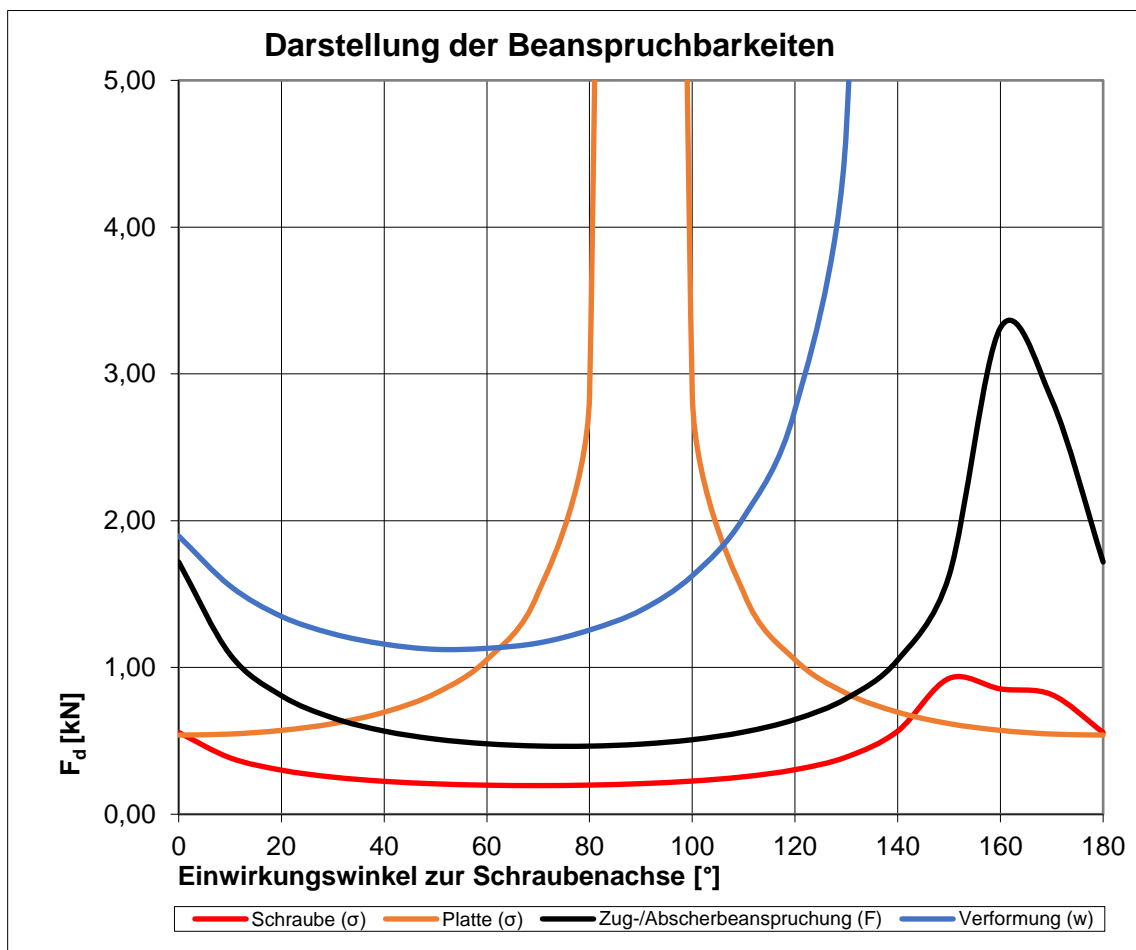
M 1 : 2



Einheitslast [kN]	Lastangriffswinkel $\alpha$ [°]	Maßgebende Schnittgrößen				
		$A_{\sigma,1}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$A_{\sigma,2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$A_{\text{verform.}}$ [mm]	$A_{\text{Zug}}$ [kN]	$A_{\text{Abscheren}}$ [kN]
1,00	0	734	464	9,6	1,00	0,85
1,00	10	1064	458	11,7	0,98	1,41
1,00	20	1361	438	13,5	0,94	1,93
1,00	30	1617	405	14,8	0,87	2,39
1,00	40	1824	360	15,7	0,77	2,77
1,00	50	1975	303	16,2	0,64	3,08
1,00	60	2067	237	16,1	0,50	3,29
1,00	70	2095	165	15,6	0,34	3,40
1,00	80	2060	87	14,5	0,17	3,40
1,00	90	1962	7	13,1	0,00	3,31
1,00	100	1810	87	11,2	0,17	3,11
1,00	110	1603	165	9,0	0,34	2,82
1,00	120	1347	237	6,6	0,50	2,44
1,00	130	1050	303	3,9	0,64	1,99
1,00	140	722	360	1,1	0,77	1,48
1,00	150	442	405	0,0	0,87	0,92
1,00	160	479	438	0,0	0,94	0,34
1,00	170	502	458	0,0	0,98	0,43
1,00	180	734	464	0,0	1,00	0,85
		<b>409</b>	<b>250</b>	<b>18,2</b>	<b>4,39</b>	<b>1,58</b>
<b>Widerstandsgrößen</b>						

Einheitslast [kN]	Lastangriffswinkel $\alpha$ [°]	Ausnutzungsfaktoren					
		$A_{\text{Schraube}}$ [-]	$A_{\text{Platte}}$ [-]	$A_{\text{verform.}}$ [-]	$A_{\text{Zug}}$ [-]	$A_{\text{Abscheren}}$ [-]	$A_{\text{komb.}}$ [-]
1,00	0	1,79	1,85	0,53	0,23	0,54	0,58
1,00	10	2,60	1,83	0,64	0,22	0,89	0,92
1,00	20	3,33	1,75	0,74	0,21	1,22	1,24
1,00	30	3,95	1,62	0,81	0,20	1,51	1,52
1,00	40	4,46	1,44	0,86	0,17	1,76	1,76
1,00	50	4,83	1,21	0,89	0,15	1,95	1,95
1,00	60	5,05	0,95	0,88	0,11	2,08	2,08
1,00	70	5,12	0,66	0,86	0,08	2,15	2,15
1,00	80	5,04	0,35	0,80	0,04	2,15	2,15
1,00	90	4,80	0,03	0,72	0,00	2,09	2,09
1,00	100	4,42	0,35	0,62	0,04	1,97	1,97
1,00	110	3,92	0,66	0,49	0,08	1,78	1,79
1,00	120	3,29	0,95	0,36	0,11	1,54	1,55
1,00	130	2,57	1,21	0,21	0,15	1,26	1,27
1,00	140	1,76	1,44	0,06	0,17	0,94	0,95
1,00	150	1,08	1,62	0,00	0,20	0,58	0,62
1,00	160	1,17	1,75	0,00	0,21	0,21	0,30
1,00	170	1,23	1,83	0,00	0,22	0,27	0,35
1,00	180	1,79	1,85	0,00	0,23	0,54	0,58

Einheitslast [kN]	Lastangriffswinkel $\alpha$ [°]	Beanspruchbarkeiten [kN]					
		A <sub>Schraube</sub> [kN]	A <sub>Platte</sub> [kN]	A <sub>Verform.</sub> [kN]	A <sub>Zug</sub> [kN]	A <sub>Abscheren</sub> [kN]	A <sub>Komb.</sub> [kN]
1,00	0	0,56	0,54	1,90	4,39	1,87	1,72
1,00	10	0,38	0,55	1,56	4,46	1,12	1,09
1,00	20	0,30	0,57	1,35	4,67	0,82	0,81
1,00	30	0,25	0,62	1,23	5,07	0,66	0,66
1,00	40	0,22	0,70	1,16	5,73	0,57	0,57
1,00	50	0,21	0,82	1,12	6,83	0,51	0,51
1,00	60	0,20	1,05	1,13	8,78	0,48	0,48
1,00	70	0,20	1,51	1,17	12,84	0,46	0,46
1,00	80	0,20	2,86	1,26	25,28	0,46	0,46
1,00	90	0,21	34,07	1,39	100,00	0,48	0,48
1,00	100	0,23	2,86	1,63	25,28	0,51	0,51
1,00	110	0,26	1,51	2,02	12,84	0,56	0,56
1,00	120	0,30	1,05	2,76	8,78	0,65	0,65
1,00	130	0,39	0,82	4,67	6,83	0,79	0,79
1,00	140	0,57	0,70	16,55	5,73	1,07	1,05
1,00	150	0,93	0,62	100,00	5,07	1,72	1,62
1,00	160	0,85	0,57	100,00	4,67	4,70	3,31
1,00	170	0,81	0,55	100,00	4,46	3,65	2,82
1,00	180	0,56	0,54	100,00	4,39	1,87	1,72



**Zusammenfassung:**

Es ergeben sich die folgenden Beanspruchbarkeiten  $F_d$  [kN] (inkl. der Teilsicherheitsbeiwerte für das Material zur Bemessung der Tragsicherheit).

Einheitslast [kN]	Lastangriffswinkel $\alpha$ [°]	Zusammenfassung der Beanspruchbarkeiten [kN]	
		$A_{\min}$ im GZT [kN] Grundkombinationen 1 bis 3	$A_{\min}$ im GZG [kN] Grundkombinationen 4 bis 5
1,00	0	0,54	1,90
1,00	10	0,38	1,56
1,00	20	0,30	1,35
1,00	30	0,25	1,23
1,00	40	0,22	1,16
1,00	50	0,21	1,12
1,00	60	0,20	1,13
1,00	70	0,20	1,17
1,00	80	0,20	1,26
1,00	90	0,21	1,39
1,00	100	0,23	1,63
1,00	110	0,26	2,02
1,00	120	0,30	2,76
1,00	130	0,39	4,67
1,00	140	0,57	16,55
1,00	150	0,62	100,00
1,00	160	0,57	100,00
1,00	170	0,55	100,00
1,00	180	0,54	100,00

## 8. Beispielrechnung – Ermittlung der erforderlichen Befestigungsanzahl

Ermittlung der erforderlichen Befestigungsanzahl in Abhängigkeit von Modulgewicht, Schnee- und Windlast. Die Ermittlung erfolgt exemplarisch für folgenden Fall:

- Dachneigung  $\alpha = 35^\circ$
- Schneelast  $s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$
- Staudruck  $q = 1,30 \text{ kN/m}^2$

### 8.1. Lastannahmen

#### Eigengewicht:

$$g_{M,k} = 0,15 \text{ kN/m}^2 \text{ (Eigengewicht Module inkl. Unterkonstruktion)}$$

Zerlegung in Komponenten senkrecht und parallel zur Modulfläche

$$\begin{aligned} g_{\text{senkrecht},k} &= g_{M,k} \cdot \cos(\alpha) \\ &= 0,15 \text{ kN/m}^2 \cdot \cos(35^\circ) \\ &= \mathbf{0,123 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_{\text{parallel},k} &= g_{M,k} \cdot \sin(\alpha) \\ &= 0,15 \text{ kN/m}^2 \cdot \sin(35^\circ) \\ &= \mathbf{0,086 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

#### Schneelast:

$$\begin{aligned} s_k &= 1,50 \text{ kN/m}^2 \text{ (Regelschneelast auf dem Boden)} \\ \mu_1 &= 0,667 \text{ (Formbeiwert zur Dachschräge)} \end{aligned}$$

Zerlegung in Komponenten senkrecht und parallel zur Modulfläche

$$\begin{aligned} s_{\text{senkrecht},k} &= s_k \cdot \mu_1 \cdot \cos^2(\alpha) \\ &= 1,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,667 \cdot \cos^2(35^\circ) \\ &= \mathbf{0,671 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s_{\text{parallel},k} &= s_k \cdot \mu_1 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \\ &= 1,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,667 \cdot \sin(35^\circ) \cdot \cos(35^\circ) \\ &= \mathbf{0,470 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

#### Windlast:

$$\begin{aligned} q &= 1,30 \text{ kN/m}^2 \text{ (Staudruck, Wirkung senkrecht zur Dachfläche)} \\ c_{pe,\text{druck}} &= 0,47 \text{ (Winddruckbeiwert)} \\ c_{pe,1,\text{sog}} &= -1,30 \text{ (Windsogbeiwert)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_{D,k} &= q \cdot c_{pe,\text{druck}} \\ &= 1,30 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,47 \\ &= \mathbf{0,610 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_{S,k} &= q \cdot c_{pe,\text{sog}} \\ &= 1,30 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,30 \\ &= \mathbf{-1,690 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

## 8.2. Einwirkungskombinationen

Der Tragsicherheitsnachweis erfolgt für die folgenden maßgebenden Einwirkungskombinationen:

### Grundkombination 1 (GZT):

$$\begin{aligned}
 S_{d,1} &= 1,35 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot s_k + 1,50 \cdot 0,60 \cdot w_{D,k} \\
 S_{d,1} \text{ senkrecht} &= 1,35 \cdot 0,123 + 1,50 \cdot 0,671 + 1,50 \cdot 0,60 \cdot 0,610 &= 1,722 \text{ kN/m}^2 \\
 S_{d,1} \text{ parallel} &= 1,35 \cdot 0,086 + 1,50 \cdot 0,470 + 1,50 \cdot 0,60 \cdot 0,000 &= 0,821 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

### Grundkombination 2 (GZT):

$$\begin{aligned}
 S_{d,2} &= 1,35 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot 0,50 \cdot s_k + 1,50 \cdot w_{D,k} \\
 S_{d,2} \text{ senkrecht} &= 1,35 \cdot 0,123 + 1,50 \cdot 0,50 \cdot 0,671 + 1,50 \cdot 0,610 &= 1,584 \text{ kN/m}^2 \\
 S_{d,2} \text{ parallel} &= 1,35 \cdot 0,086 + 1,50 \cdot 0,50 \cdot 0,470 + 1,50 \cdot 0,000 &= 0,469 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

### Grundkombination 3.1 (GZT):

$$\begin{aligned}
 S_{d,3.1} &= 1,35 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot w_{D,k} \\
 S_{d,3.1} \text{ senkrecht} &= 1,35 \cdot 0,123 + 1,50 \cdot 0,610 &= 1,081 \text{ kN/m}^2 \\
 S_{d,3.1} \text{ parallel} &= 1,35 \cdot 0,086 + 1,50 \cdot 0,000 &= 0,116 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

### Grundkombination 3.2 (GZT):

$$\begin{aligned}
 S_{d,3.2} &= 0,90 \cdot g_{M,k} + 1,50 \cdot w_{S,k} \\
 S_{d,3.2} \text{ senkrecht} &= 0,90 \cdot 0,123 + 1,50 \cdot -1,690 &= -2,424 \text{ kN/m}^2 \\
 S_{d,3.2} \text{ parallel} &= 0,90 \cdot 0,086 + 1,50 \cdot 0,000 &= 0,077 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

### Grundkombination 4 (GZG):

$$\begin{aligned}
 S_{d,4} &= g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k} \\
 S_{d,4} \text{ senkrecht} &= 0,123 + 0,671 + 0,60 \cdot 0,610 &= 1,163 \text{ kN/m}^2 \\
 S_{d,4} \text{ parallel} &= 0,086 + 0,470 + 0,60 \cdot 0,000 &= 0,556 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

### Grundkombination 5 (GZG):

$$\begin{aligned}
 S_{d,5} &= g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k} \\
 S_{d,5} \text{ senkrecht} &= 0,123 + 0,50 \cdot 0,671 + 0,610 &= 1,069 \text{ kN/m}^2 \\
 S_{d,5} \text{ parallel} &= 0,086 + 0,50 \cdot 0,470 + 0,000 &= 0,321 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

### 8.3. Ermittlung des Ausnutzungsgrades

Für die einzelnen Einwirkungskombinationen werden die resultierenden Kräfte mit zugehörigem Lastangriffswinkel ermittelt. Anschließend werden sie den entsprechenden Beanspruchbarkeiten gegenübergestellt (Ermittlung im Punkt 7). Hieraus ergibt sich der Ausnutzungsgrad bzw. die erforderliche Stückzahl pro Quadratmeter.

#### Grundkombination 1:

$$\begin{aligned} S_{d,1,res} &= (S_{d,1 \text{ senkrecht}}^2 + S_{d,1 \text{ parallel}}^2)^{1/2} & \alpha_1 &= \arctan(S_{d,1 \text{ parallel}} / S_{d,1 \text{ senkrecht}}) \\ &= (1,722^2 + 0,821^2)^{1/2} & &= \arctan(0,821 / 1,722) \\ &= 1,91 \text{ kN/m}^2 & &= 25,5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{d,25^\circ} &= 0,272 \text{ kN/m}^2 & \text{erf } n_1 &= S_{d,1,res} / F_{d,25^\circ} \\ & \text{(Schraube maßgebend)} & &= 1,91 \text{ kN/m}^2 / 0,272 \text{ kN/m}^2 \\ & & &= \mathbf{7,0 \text{ Stk/m}^2} \end{aligned}$$

#### Grundkombination 2:

$$\begin{aligned} S_{d,2,res} &= (S_{d,2 \text{ senkrecht}}^2 + S_{d,2 \text{ parallel}}^2)^{1/2} & \alpha_2 &= \arctan(S_{d,2 \text{ parallel}} / S_{d,2 \text{ senkrecht}}) \\ &= (1,584^2 + 0,469^2)^{1/2} & &= \arctan(0,469 / 1,584) \\ &= 1,65 \text{ kN/m}^2 & &= 16,5^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{d,16^\circ} &= 0,326 \text{ kN/m}^2 & \text{erf } n_2 &= S_{d,2,res} / F_{d,16^\circ} \\ & \text{(Schraube maßgebend)} & &= 1,65 \text{ kN/m}^2 / 0,326 \text{ kN/m}^2 \\ & & &= \mathbf{5,1 \text{ Stk/m}^2} \end{aligned}$$

#### Grundkombination 3.1:

$$\begin{aligned} S_{d,3,1,res} &= (S_{d,3,1 \text{ senkrecht}}^2 + S_{d,3,1 \text{ parallel}}^2)^{1/2} & \alpha_{3.1} &= \arctan(S_{d,3,1 \text{ parallel}} / S_{d,3,1 \text{ senkrecht}}) \\ &= (1,081^2 + 0,116^2)^{1/2} & &= \arctan(0,116 / 1,081) \\ &= 1,09 \text{ kN/m}^2 & &= 6,2^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{d,6^\circ} &= 0,446 \text{ kN/m}^2 & \text{erf } n_{3.1} &= S_{d,3,1,res} / F_{d,6^\circ} \\ & \text{(Schraube maßgebend)} & &= 1,09 \text{ kN/m}^2 / 0,446 \text{ kN/m}^2 \\ & & &= \mathbf{2,4 \text{ Stk/m}^2} \end{aligned}$$

#### Grundkombination 3.2:

$$\begin{aligned} S_{d,3,2,res} &= (S_{d,3,2 \text{ senkrecht}}^2 + S_{d,3,2 \text{ parallel}}^2)^{1/2} & \alpha_{3.2} &= 180^\circ - \arctan(S_{d,3,2 \text{ parallel}} / S_{d,3,2 \text{ senkrecht}}) \\ &= (-2,424^2 + 0,077^2)^{1/2} & &= 180^\circ - \arctan(0,077 / 2,424) \\ &= 2,42 \text{ kN/m}^2 & &= 178,2^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{d,178^\circ} &= 0,541 \text{ kN/m}^2 & \text{erf } n_{3.2} &= S_{d,3,2,res} / F_{d,178^\circ} \\ & \text{(Platte maßgebend)} & &= 2,42 \text{ kN/m}^2 / 0,541 \text{ kN/m}^2 \\ & & &= \mathbf{4,5 \text{ Stk/m}^2} \end{aligned}$$

#### Grundkombination 4:

$$\begin{aligned} S_{d,4,res} &= (S_{d,4 \text{ senkrecht}}^2 + S_{d,4 \text{ parallel}}^2)^{1/2} & \alpha_4 &= \arctan(S_{d,4 \text{ parallel}} / S_{d,4 \text{ senkrecht}}) \\ &= (1,163^2 + 0,556^2)^{1/2} & &= \arctan(0,556 / 1,163) \\ &= 1,29 \text{ kN/m}^2 & &= 25,6^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{d,26^\circ} &= 1,277 \text{ kN/m}^2 & \text{erf } n_4 &= S_{d,4,res} / F_{d,26^\circ} \\ & \text{(Verformungsbegrenzung)} & &= 1,29 \text{ kN/m}^2 / 1,277 \text{ kN/m}^2 \\ & & &= \mathbf{1,0 \text{ Stk/m}^2} \end{aligned}$$

**Grundkombination 5:**

$$\begin{aligned} S_{d,5, \text{res}} &= (S_{d,5 \text{ senkrecht}}^2 + S_{d,5 \text{ parallel}}^2)^{1/2} \\ &= (1,069^2 + 0,321^2)^{1/2} \\ &= 1,12 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_5 &= \arctan(S_{d,5 \text{ parallel}} / S_{d,5 \text{ senkrecht}}) \\ &= \arctan(0,321 / 1,069) \\ &= 16,7^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{d,17^\circ} &= 1,410 \text{ kN/m}^2 \\ &\text{(Verformungsbegrenzung)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{erf } n_5 &= S_{d,5, \text{res}} / F_{d,17^\circ} \\ &= 1,12 \text{ kN/m}^2 / 1,410 \text{ kN/m}^2 \\ &= \mathbf{0,8 \text{ Stk/m}^2} \end{aligned}$$

→ **Die erforderlichen Befestigungsmittel für eine Dachneigung von 35° mit Schneelast von 1,50 kN/m<sup>2</sup> und einen Staudruck von 1,30 kN/m<sup>2</sup> beträgt je Quadratmeter:**

**Max(erf n<sub>i</sub>) = 7,0 Stk.**

Die weiteren Fälle werden tabellarisch auf den nachfolgenden Seiten zusammengestellt.

## 9. Zusammenstellung - Ermittlung der erforderlichen Befestigungsanzahl

### 9.1. Einwirkungskombinationen für Staudruck 1,30 kN/m<sup>2</sup>

#### Grundkombination 1:

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot w_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,33	0,06	1,63	0,07	1,93	0,09
5	1,33	0,10	1,63	0,12	1,92	0,15
10	1,31	0,19	1,60	0,24	1,89	0,29
15	1,27	0,28	1,55	0,35	1,83	0,43
20	1,30	0,36	1,56	0,45	1,83	0,55
25	1,31	0,43	1,56	0,55	1,81	0,66
30	1,32	0,49	1,54	0,62	1,77	0,75
35	1,21	0,47	1,38	0,59	1,55	0,70
40	1,13	0,43	1,25	0,52	1,37	0,62
45	1,07	0,37	1,15	0,44	1,22	0,52
50	0,99	0,30	1,04	0,35	1,08	0,40
55	0,94	0,24	0,96	0,26	0,98	0,28

#### Grundkombination 1:

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot w_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,23	0,10	2,53	0,12	2,83	0,14
5	2,22	0,17	2,52	0,20	2,82	0,23
10	2,18	0,34	2,47	0,39	2,76	0,45
15	2,11	0,50	2,39	0,58	2,67	0,65
20	2,09	0,65	2,36	0,74	2,62	0,84
25	2,05	0,78	2,30	0,89	2,54	1,00
30	1,99	0,88	2,22	1,01	2,44	1,14
35	1,72	0,82	1,89	0,94	2,05	1,06
40	1,48	0,72	1,60	0,82	1,72	0,92
45	1,30	0,59	1,37	0,67	1,45	0,74
50	1,12	0,45	1,16	0,50	1,20	0,55
55	0,99	0,31	1,01	0,33	1,03	0,35

**Grundkombination 1:**

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	3,13	0,15	3,43	0,17	3,73	0,18
5	3,12	0,25	3,41	0,28	3,71	0,30
10	3,05	0,50	3,34	0,55	3,63	0,60
15	2,95	0,73	3,23	0,80	3,51	0,88
20	2,89	0,94	3,15	1,03	3,42	1,13
25	2,79	1,12	3,04	1,23	3,28	1,35
30	2,67	1,27	2,89	1,40	3,12	1,53
35	2,22	1,17	2,39	1,29	2,56	1,41
40	1,84	1,02	1,95	1,11	2,07	1,21
45	1,52	0,82	1,60	0,89	1,67	0,97
50	1,24	0,60	1,28	0,65	1,33	0,70
55	1,04	0,38	1,06	0,40	1,08	0,42

**Grundkombination 1:**

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	4,03	0,20	4,33	0,21	4,62	0,23
5	4,01	0,33	4,31	0,36	4,60	0,38
10	3,92	0,65	4,22	0,70	4,51	0,75
15	3,79	0,95	4,07	1,03	4,35	1,10
20	3,68	1,23	3,95	1,32	4,21	1,42
25	3,53	1,46	3,78	1,58	4,02	1,69
30	3,34	1,66	3,57	1,79	3,79	1,92
35	2,72	1,53	2,89	1,64	3,06	1,76
40	2,19	1,31	2,30	1,41	2,42	1,51
45	1,75	1,04	1,82	1,12	1,90	1,19
50	1,37	0,75	1,41	0,80	1,45	0,84
55	1,09	0,45	1,11	0,47	1,13	0,49

**Grundkombination 1:**

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	4,92	0,25	5,22	0,26		
5	4,90	0,41	5,20	0,43		
10	4,80	0,80	5,09	0,86		
15	4,63	1,18	4,91	1,25		
20	4,48	1,52	4,74	1,61		
25	4,27	1,81	4,52	1,92		
30	4,02	2,05	4,24	2,18		
35	3,23	1,88	3,40	2,00		
40	2,54	1,61	2,66	1,71		
45	1,97	1,27	2,05	1,34		
50	1,49	0,89	1,53	0,94		
55	1,14	0,52	1,16	0,54		

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,04	0,03	1,19	0,04	1,34	0,05
5	1,04	0,06	1,19	0,07	1,34	0,08
10	1,03	0,11	1,17	0,14	1,32	0,16
15	1,01	0,16	1,15	0,20	1,29	0,24
20	1,11	0,21	1,24	0,26	1,37	0,31
25	1,20	0,26	1,33	0,32	1,45	0,37
30	1,29	0,30	1,41	0,36	1,52	0,43
35	1,33	0,29	1,41	0,35	1,49	0,41
40	1,37	0,28	1,43	0,33	1,49	0,38
45	1,43	0,26	1,46	0,29	1,50	0,33
50	1,43	0,23	1,45	0,25	1,47	0,28
55	1,44	0,20	1,45	0,21	1,46	0,22

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,49	0,06	1,64	0,07	1,79	0,07
5	1,48	0,10	1,63	0,11	1,78	0,12
10	1,46	0,19	1,61	0,21	1,75	0,24
15	1,43	0,28	1,57	0,31	1,71	0,35
20	1,50	0,36	1,64	0,41	1,77	0,45
25	1,57	0,43	1,70	0,49	1,82	0,55
30	1,63	0,49	1,74	0,56	1,86	0,62
35	1,58	0,47	1,66	0,53	1,75	0,59
40	1,55	0,43	1,61	0,47	1,66	0,52
45	1,54	0,37	1,58	0,41	1,61	0,44
50	1,49	0,30	1,51	0,33	1,53	0,35
55	1,46	0,24	1,47	0,25	1,48	0,26

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,94	0,08	2,09	0,09	2,24	0,10
5	1,93	0,13	2,08	0,15	2,23	0,16
10	1,90	0,27	2,04	0,29	2,19	0,32
15	1,85	0,39	1,99	0,43	2,13	0,46
20	1,90	0,50	2,03	0,55	2,17	0,60
25	1,94	0,60	2,06	0,66	2,19	0,72
30	1,97	0,69	2,08	0,75	2,19	0,82
35	1,83	0,64	1,91	0,70	2,00	0,76
40	1,72	0,57	1,78	0,62	1,84	0,67
45	1,65	0,48	1,69	0,52	1,73	0,56
50	1,55	0,38	1,57	0,40	1,59	0,43
55	1,49	0,27	1,50	0,28	1,51	0,30

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,39	0,10	2,54	0,11	2,69	0,12
5	2,38	0,17	2,53	0,19	2,68	0,20
10	2,34	0,34	2,48	0,37	2,63	0,39
15	2,27	0,50	2,40	0,54	2,54	0,58
20	2,30	0,65	2,43	0,70	2,56	0,74
25	2,31	0,78	2,43	0,83	2,56	0,89
30	2,31	0,88	2,42	0,95	2,53	1,01
35	2,08	0,82	2,16	0,88	2,25	0,94
40	1,90	0,72	1,96	0,77	2,02	0,82
45	1,76	0,59	1,80	0,63	1,84	0,67
50	1,61	0,45	1,63	0,48	1,65	0,50
55	1,51	0,31	1,52	0,32	1,53	0,33

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	2,84	0,13	2,99	0,14		
5	2,82	0,21	2,97	0,23		
10	2,77	0,42	2,92	0,45		
15	2,68	0,61	2,82	0,65		
20	2,70	0,79	2,83	0,84		
25	2,68	0,95	2,80	1,00		
30	2,64	1,08	2,76	1,14		
35	2,33	1,00	2,42	1,06		
40	2,07	0,87	2,13	0,92		
45	1,88	0,71	1,91	0,74		
50	1,67	0,52	1,70	0,55		
55	1,54	0,34	1,55	0,35		

**Grundkombination 3.1:**

$$S_{d,3.1} = g_{M,d} + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Winddruck	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	0,59	0,01
5	0,59	0,02
10	0,59	0,04
15	0,59	0,05
20	0,71	0,07
25	0,83	0,09
30	0,96	0,10
35	1,07	0,12
40	1,19	0,13
45	1,31	0,14
50	1,36	0,16
55	1,41	0,17

**Grundkombination 3.2:**  $S_{d,3.2} = g_{M,d,stab} + W_{s,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Windsog	
	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$
3	-2,21	0,01
5	-2,21	0,01
10	-2,21	0,02
15	-2,21	0,03
20	-2,28	0,05
25	-2,35	0,06
30	-2,42	0,07
35	-2,42	0,08
40	-2,43	0,09
45	-2,44	0,10
50	-2,45	0,10
55	-2,46	0,11

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot W_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$
3	0,90	0,04	1,10	0,05	1,30	0,06
5	0,90	0,07	1,10	0,08	1,30	0,10
10	0,89	0,13	1,08	0,16	1,27	0,20
15	0,86	0,19	1,05	0,24	1,23	0,29
20	0,88	0,24	1,05	0,31	1,23	0,37
25	0,89	0,29	1,05	0,37	1,22	0,45
30	0,89	0,33	1,04	0,42	1,19	0,51
35	0,82	0,32	0,93	0,40	1,05	0,48
40	0,77	0,29	0,84	0,36	0,92	0,42
45	0,72	0,26	0,77	0,31	0,82	0,36
50	0,67	0,21	0,70	0,25	0,73	0,28
55	0,64	0,17	0,65	0,19	0,66	0,20

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot W_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$
3	1,50	0,07	1,70	0,08	1,90	0,09
5	1,50	0,12	1,69	0,13	1,89	0,15
10	1,47	0,23	1,66	0,27	1,86	0,30
15	1,42	0,34	1,61	0,39	1,79	0,44
20	1,41	0,44	1,58	0,50	1,76	0,57
25	1,38	0,52	1,55	0,60	1,71	0,68
30	1,34	0,59	1,49	0,68	1,64	0,77
35	1,16	0,56	1,27	0,63	1,38	0,71
40	1,00	0,49	1,08	0,56	1,16	0,62
45	0,87	0,41	0,92	0,46	0,97	0,51
50	0,76	0,31	0,78	0,34	0,81	0,38
55	0,67	0,22	0,68	0,23	0,69	0,25

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,10	0,10	2,30	0,11	2,50	0,12
5	2,09	0,17	2,29	0,19	2,49	0,20
10	2,05	0,33	2,24	0,37	2,44	0,40
15	1,98	0,49	2,17	0,54	2,35	0,59
20	1,94	0,63	2,11	0,69	2,29	0,76
25	1,87	0,75	2,04	0,83	2,20	0,91
30	1,79	0,85	1,94	0,94	2,09	1,03
35	1,49	0,79	1,60	0,87	1,72	0,95
40	1,23	0,69	1,31	0,75	1,39	0,82
45	1,02	0,56	1,07	0,61	1,12	0,66
50	0,84	0,41	0,87	0,44	0,89	0,48
55	0,70	0,26	0,72	0,28	0,73	0,30

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,70	0,13	2,90	0,14	3,10	0,15
5	2,69	0,22	2,89	0,24	3,08	0,26
10	2,63	0,44	2,83	0,47	3,02	0,50
15	2,54	0,64	2,73	0,69	2,91	0,74
20	2,47	0,82	2,64	0,89	2,82	0,95
25	2,37	0,98	2,53	1,06	2,70	1,14
30	2,24	1,11	2,39	1,20	2,54	1,29
35	1,83	1,03	1,94	1,10	2,05	1,18
40	1,47	0,88	1,55	0,95	1,63	1,02
45	1,17	0,71	1,22	0,76	1,27	0,81
50	0,92	0,51	0,95	0,54	0,98	0,57
55	0,74	0,31	0,75	0,33	0,76	0,34

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	3,30	0,16	3,50	0,18		
5	3,28	0,27	3,48	0,29		
10	3,21	0,54	3,41	0,57		
15	3,10	0,79	3,29	0,84		
20	3,00	1,02	3,17	1,08		
25	2,86	1,21	3,02	1,29		
30	2,69	1,37	2,84	1,46		
35	2,16	1,26	2,28	1,34		
40	1,70	1,08	1,78	1,15		
45	1,32	0,86	1,37	0,91		
50	1,00	0,61	1,03	0,64		
55	0,77	0,36	0,78	0,37		

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	0,71	0,02	0,81	0,03	0,91	0,03
5	0,71	0,04	0,81	0,05	0,91	0,06
10	0,70	0,08	0,80	0,09	0,89	0,11
15	0,68	0,11	0,78	0,14	0,87	0,16
20	0,75	0,15	0,84	0,18	0,93	0,21
25	0,82	0,18	0,90	0,22	0,98	0,25
30	0,87	0,20	0,95	0,25	1,02	0,29
35	0,90	0,20	0,95	0,24	1,01	0,28
40	0,93	0,19	0,96	0,23	1,00	0,26
45	0,96	0,18	0,99	0,21	1,01	0,23
50	0,96	0,16	0,97	0,18	0,99	0,20
55	0,97	0,15	0,97	0,15	0,98	0,16

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,01	0,04	1,11	0,04	1,21	0,05
5	1,00	0,07	1,10	0,07	1,20	0,08
10	0,99	0,13	1,09	0,15	1,18	0,16
15	0,96	0,19	1,06	0,21	1,15	0,24
20	1,02	0,24	1,10	0,28	1,19	0,31
25	1,06	0,29	1,14	0,33	1,23	0,37
30	1,10	0,33	1,17	0,38	1,25	0,42
35	1,06	0,32	1,12	0,36	1,18	0,40
40	1,04	0,29	1,08	0,33	1,12	0,36
45	1,04	0,26	1,06	0,28	1,09	0,31
50	1,00	0,21	1,02	0,23	1,03	0,25
55	0,98	0,17	0,99	0,18	1,00	0,19

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,31	0,05	1,41	0,06	1,51	0,07
5	1,30	0,09	1,40	0,10	1,50	0,11
10	1,28	0,18	1,38	0,20	1,47	0,21
15	1,24	0,26	1,34	0,29	1,43	0,31
20	1,28	0,34	1,37	0,37	1,46	0,40
25	1,31	0,41	1,39	0,45	1,47	0,48
30	1,32	0,46	1,40	0,51	1,47	0,55
35	1,23	0,44	1,29	0,48	1,34	0,52
40	1,16	0,39	1,20	0,42	1,24	0,46
45	1,11	0,33	1,14	0,36	1,16	0,38
50	1,04	0,26	1,06	0,28	1,07	0,30
55	1,00	0,19	1,01	0,20	1,01	0,21

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,61	0,07	1,71	0,08	1,81	0,08
5	1,60	0,12	1,70	0,13	1,80	0,13
10	1,57	0,23	1,67	0,25	1,77	0,27
15	1,52	0,34	1,62	0,36	1,71	0,39
20	1,55	0,44	1,63	0,47	1,72	0,50
25	1,55	0,52	1,64	0,56	1,72	0,60
30	1,55	0,59	1,62	0,64	1,70	0,68
35	1,40	0,56	1,46	0,60	1,51	0,63
40	1,28	0,49	1,32	0,52	1,36	0,56
45	1,19	0,41	1,21	0,43	1,24	0,46
50	1,08	0,31	1,10	0,33	1,11	0,34
55	1,02	0,22	1,02	0,22	1,03	0,23

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	1,91	0,09	2,01	0,09		
5	1,90	0,14	2,00	0,15		
10	1,86	0,28	1,96	0,30		
15	1,80	0,41	1,90	0,44		
20	1,81	0,53	1,90	0,57		
25	1,80	0,64	1,88	0,68		
30	1,77	0,72	1,85	0,77		
35	1,57	0,67	1,62	0,71		
40	1,39	0,59	1,43	0,62		
45	1,26	0,48	1,29	0,51		
50	1,13	0,36	1,14	0,38		
55	1,03	0,24	1,04	0,25		

## 9.2. Einwirkungskombinationen für Staudruck 0,80 kN/m<sup>2</sup>

### Grundkombination 1:

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot w_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,24	0,06	1,54	0,07	1,84	0,09
5	1,24	0,10	1,54	0,12	1,83	0,15
10	1,22	0,19	1,51	0,24	1,80	0,29
15	1,18	0,28	1,46	0,35	1,74	0,43
20	1,18	0,36	1,44	0,45	1,71	0,55
25	1,16	0,43	1,41	0,55	1,66	0,66
30	1,14	0,49	1,36	0,62	1,59	0,75
35	1,00	0,47	1,17	0,59	1,34	0,70
40	0,89	0,43	1,01	0,52	1,13	0,62
45	0,80	0,37	0,88	0,44	0,95	0,52
50	0,71	0,30	0,75	0,35	0,79	0,40
55	0,65	0,24	0,66	0,26	0,68	0,28

### Grundkombination 1:

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot w_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,14	0,10	2,44	0,12	2,74	0,14
5	2,13	0,17	2,43	0,20	2,73	0,23
10	2,09	0,34	2,38	0,39	2,67	0,45
15	2,02	0,50	2,30	0,58	2,58	0,65
20	1,97	0,65	2,24	0,74	2,50	0,84
25	1,90	0,78	2,15	0,89	2,39	1,00
30	1,81	0,88	2,04	1,01	2,26	1,14
35	1,51	0,82	1,68	0,94	1,84	1,06
40	1,24	0,72	1,36	0,82	1,48	0,92
45	1,03	0,59	1,10	0,67	1,18	0,74
50	0,83	0,45	0,88	0,50	0,92	0,55
55	0,69	0,31	0,71	0,33	0,73	0,35

**Grundkombination 1:**

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	3,04	0,15	3,34	0,17	3,64	0,18
5	3,03	0,25	3,32	0,28	3,62	0,30
10	2,96	0,50	3,25	0,55	3,54	0,60
15	2,86	0,73	3,14	0,80	3,42	0,88
20	2,77	0,94	3,03	1,03	3,30	1,13
25	2,64	1,12	2,89	1,23	3,13	1,35
30	2,49	1,27	2,71	1,40	2,94	1,53
35	2,01	1,17	2,18	1,29	2,35	1,41
40	1,60	1,02	1,71	1,11	1,83	1,21
45	1,25	0,82	1,33	0,89	1,40	0,97
50	0,96	0,60	1,00	0,65	1,04	0,70
55	0,74	0,38	0,76	0,40	0,78	0,42

**Grundkombination 1:**

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	3,94	0,20	4,24	0,21	4,53	0,23
5	3,92	0,33	4,22	0,36	4,51	0,38
10	3,83	0,65	4,13	0,70	4,42	0,75
15	3,70	0,95	3,98	1,03	4,26	1,10
20	3,56	1,23	3,83	1,32	4,09	1,42
25	3,38	1,46	3,63	1,58	3,87	1,69
30	3,16	1,66	3,39	1,79	3,61	1,92
35	2,51	1,53	2,68	1,64	2,85	1,76
40	1,95	1,31	2,06	1,41	2,18	1,51
45	1,48	1,04	1,55	1,12	1,63	1,19
50	1,08	0,75	1,12	0,80	1,16	0,84
55	0,79	0,45	0,81	0,47	0,83	0,49

**Grundkombination 1:**

$$S_{d,1} = g_{M,d} + s_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	4,83	0,25	5,13	0,26		
5	4,81	0,41	5,11	0,43		
10	4,71	0,80	5,00	0,86		
15	4,54	1,18	4,82	1,25		
20	4,36	1,52	4,62	1,61		
25	4,12	1,81	4,37	1,92		
30	3,84	2,05	4,06	2,18		
35	3,02	1,88	3,19	2,00		
40	2,30	1,61	2,42	1,71		
45	1,70	1,27	1,78	1,34		
50	1,21	0,89	1,25	0,94		
55	0,84	0,52	0,86	0,54		

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	0,89	0,03	1,04	0,04	1,19	0,05
5	0,89	0,06	1,04	0,07	1,19	0,08
10	0,88	0,11	1,02	0,14	1,17	0,16
15	0,86	0,16	1,00	0,20	1,14	0,24
20	0,91	0,21	1,04	0,26	1,17	0,31
25	0,95	0,26	1,08	0,32	1,20	0,37
30	0,99	0,30	1,11	0,36	1,22	0,43
35	0,98	0,29	1,06	0,35	1,14	0,41
40	0,97	0,28	1,03	0,33	1,09	0,38
45	0,98	0,26	1,01	0,29	1,05	0,33
50	0,95	0,23	0,97	0,25	0,99	0,28
55	0,94	0,20	0,95	0,21	0,96	0,22

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,34	0,06	1,49	0,07	1,64	0,07
5	1,33	0,10	1,48	0,11	1,63	0,12
10	1,31	0,19	1,46	0,21	1,60	0,24
15	1,28	0,28	1,42	0,31	1,56	0,35
20	1,30	0,36	1,44	0,41	1,57	0,45
25	1,32	0,43	1,45	0,49	1,57	0,55
30	1,33	0,49	1,44	0,56	1,56	0,62
35	1,23	0,47	1,31	0,53	1,40	0,59
40	1,15	0,43	1,21	0,47	1,26	0,52
45	1,09	0,37	1,13	0,41	1,16	0,44
50	1,01	0,30	1,03	0,33	1,06	0,35
55	0,96	0,24	0,97	0,25	0,98	0,26

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,79	0,08	1,94	0,09	2,09	0,10
5	1,78	0,13	1,93	0,15	2,08	0,16
10	1,75	0,27	1,89	0,29	2,04	0,32
15	1,70	0,39	1,84	0,43	1,98	0,46
20	1,70	0,50	1,83	0,55	1,97	0,60
25	1,69	0,60	1,82	0,66	1,94	0,72
30	1,67	0,69	1,78	0,75	1,89	0,82
35	1,48	0,64	1,56	0,70	1,65	0,76
40	1,32	0,57	1,38	0,62	1,44	0,67
45	1,20	0,48	1,24	0,52	1,28	0,56
50	1,08	0,38	1,10	0,40	1,12	0,43
55	0,99	0,27	1,00	0,28	1,01	0,30

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,24	0,10	2,39	0,11	2,54	0,12
5	2,23	0,17	2,38	0,19	2,53	0,20
10	2,19	0,34	2,33	0,37	2,48	0,39
15	2,12	0,50	2,25	0,54	2,39	0,58
20	2,10	0,65	2,23	0,70	2,36	0,74
25	2,06	0,78	2,18	0,83	2,31	0,89
30	2,01	0,88	2,12	0,95	2,23	1,01
35	1,73	0,82	1,82	0,88	1,90	0,94
40	1,50	0,72	1,56	0,77	1,62	0,82
45	1,31	0,59	1,35	0,63	1,39	0,67
50	1,14	0,45	1,16	0,48	1,18	0,50
55	1,01	0,31	1,02	0,32	1,03	0,33

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	2,69	0,13	2,84	0,14		
5	2,67	0,21	2,82	0,23		
10	2,62	0,42	2,77	0,45		
15	2,53	0,61	2,67	0,65		
20	2,50	0,79	2,63	0,84		
25	2,43	0,95	2,55	1,00		
30	2,34	1,08	2,46	1,14		
35	1,98	1,00	2,07	1,06		
40	1,67	0,87	1,73	0,92		
45	1,43	0,71	1,46	0,74		
50	1,20	0,52	1,22	0,55		
55	1,04	0,34	1,05	0,35		

**Grundkombination 3.1:**

$$S_{d,3.1} = g_{M,d} + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Winddruck	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	0,44	0,01
5	0,44	0,02
10	0,44	0,04
15	0,44	0,05
20	0,51	0,07
25	0,58	0,09
30	0,66	0,10
35	0,73	0,12
40	0,79	0,13
45	0,86	0,14
50	0,89	0,16
55	0,92	0,17

**Grundkombination 3.2:**  $S_{d,3.2} = g_{M,d,stab} + W_{S,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Windsog	
	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$
3	-1,31	0,01
5	-1,31	0,01
10	-1,31	0,02
15	-1,31	0,03
20	-1,35	0,05
25	-1,40	0,06
30	-1,44	0,07
35	-1,45	0,08
40	-1,46	0,09
45	-1,46	0,10
50	-1,47	0,10
55	-1,48	0,11

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot W_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$
3	0,84	0,04	1,04	0,05	1,24	0,06
5	0,84	0,07	1,04	0,08	1,24	0,10
10	0,83	0,13	1,02	0,16	1,21	0,20
15	0,80	0,19	0,99	0,24	1,17	0,29
20	0,80	0,24	0,98	0,31	1,15	0,37
25	0,79	0,29	0,95	0,37	1,12	0,45
30	0,77	0,33	0,92	0,42	1,07	0,51
35	0,68	0,32	0,79	0,40	0,91	0,48
40	0,61	0,29	0,68	0,36	0,76	0,42
45	0,54	0,26	0,59	0,31	0,64	0,36
50	0,48	0,21	0,51	0,25	0,54	0,28
55	0,44	0,17	0,45	0,19	0,46	0,20

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot W_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$	$q_{senkrecht}$	$q_{parallel}$
3	1,44	0,07	1,64	0,08	1,84	0,09
5	1,44	0,12	1,63	0,13	1,83	0,15
10	1,41	0,23	1,60	0,27	1,80	0,30
15	1,36	0,34	1,55	0,39	1,73	0,44
20	1,33	0,44	1,50	0,50	1,68	0,57
25	1,28	0,52	1,45	0,60	1,61	0,68
30	1,22	0,59	1,37	0,68	1,52	0,77
35	1,02	0,56	1,13	0,63	1,24	0,71
40	0,84	0,49	0,92	0,56	1,00	0,62
45	0,69	0,41	0,74	0,46	0,79	0,51
50	0,57	0,31	0,59	0,34	0,62	0,38
55	0,47	0,22	0,48	0,23	0,49	0,25

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,04	0,10	2,24	0,11	2,44	0,12
5	2,03	0,17	2,23	0,19	2,43	0,20
10	1,99	0,33	2,18	0,37	2,38	0,40
15	1,92	0,49	2,11	0,54	2,29	0,59
20	1,86	0,63	2,03	0,69	2,21	0,76
25	1,77	0,75	1,94	0,83	2,10	0,91
30	1,67	0,85	1,82	0,94	1,97	1,03
35	1,35	0,79	1,46	0,87	1,58	0,95
40	1,07	0,69	1,15	0,75	1,23	0,82
45	0,84	0,56	0,89	0,61	0,94	0,66
50	0,65	0,41	0,68	0,44	0,70	0,48
55	0,50	0,26	0,52	0,28	0,53	0,30

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	2,64	0,13	2,84	0,14	3,04	0,15
5	2,63	0,22	2,83	0,24	3,02	0,26
10	2,57	0,44	2,77	0,47	2,96	0,50
15	2,48	0,64	2,67	0,69	2,85	0,74
20	2,39	0,82	2,56	0,89	2,74	0,95
25	2,27	0,98	2,43	1,06	2,60	1,14
30	2,12	1,11	2,27	1,20	2,42	1,29
35	1,69	1,03	1,80	1,10	1,91	1,18
40	1,31	0,88	1,39	0,95	1,47	1,02
45	0,99	0,71	1,04	0,76	1,09	0,81
50	0,73	0,51	0,76	0,54	0,79	0,57
55	0,54	0,31	0,55	0,33	0,56	0,34

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	3,24	0,16	3,44	0,18		
5	3,22	0,27	3,42	0,29		
10	3,15	0,54	3,35	0,57		
15	3,04	0,79	3,23	0,84		
20	2,92	1,02	3,09	1,08		
25	2,76	1,21	2,92	1,29		
30	2,57	1,37	2,72	1,46		
35	2,02	1,26	2,14	1,34		
40	1,54	1,08	1,62	1,15		
45	1,14	0,86	1,19	0,91		
50	0,81	0,61	0,84	0,64		
55	0,57	0,36	0,58	0,37		

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	0,75		1,00		1,25	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	0,61	0,02	0,71	0,03	0,81	0,03
5	0,61	0,04	0,71	0,05	0,81	0,06
10	0,60	0,08	0,70	0,09	0,79	0,11
15	0,58	0,11	0,68	0,14	0,77	0,16
20	0,62	0,15	0,71	0,18	0,80	0,21
25	0,65	0,18	0,73	0,22	0,81	0,25
30	0,67	0,20	0,75	0,25	0,82	0,29
35	0,66	0,20	0,72	0,24	0,78	0,28
40	0,66	0,19	0,70	0,23	0,74	0,26
45	0,66	0,18	0,69	0,21	0,71	0,23
50	0,64	0,16	0,66	0,18	0,67	0,20
55	0,64	0,15	0,64	0,15	0,65	0,16

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	1,50		1,75		2,00	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	0,91	0,04	1,01	0,04	1,11	0,05
5	0,90	0,07	1,00	0,07	1,10	0,08
10	0,89	0,13	0,99	0,15	1,08	0,16
15	0,86	0,19	0,96	0,21	1,05	0,24
20	0,88	0,24	0,97	0,28	1,06	0,31
25	0,90	0,29	0,98	0,33	1,06	0,37
30	0,90	0,33	0,97	0,38	1,05	0,42
35	0,83	0,32	0,89	0,36	0,94	0,40
40	0,78	0,29	0,82	0,33	0,85	0,36
45	0,74	0,26	0,76	0,28	0,79	0,31
50	0,69	0,21	0,70	0,23	0,71	0,25
55	0,65	0,17	0,66	0,18	0,66	0,19

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	2,25		2,50		2,75	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,21	0,05	1,31	0,06	1,41	0,07
5	1,20	0,09	1,30	0,10	1,40	0,11
10	1,18	0,18	1,28	0,20	1,37	0,21
15	1,14	0,26	1,24	0,29	1,33	0,31
20	1,15	0,34	1,24	0,37	1,33	0,40
25	1,14	0,41	1,22	0,45	1,31	0,48
30	1,12	0,46	1,20	0,51	1,27	0,55
35	1,00	0,44	1,05	0,48	1,11	0,52
40	0,89	0,39	0,93	0,42	0,97	0,46
45	0,81	0,33	0,84	0,36	0,86	0,38
50	0,73	0,26	0,74	0,28	0,75	0,30
55	0,67	0,19	0,67	0,20	0,68	0,21

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,00		3,25		3,50	
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$
3	1,51	0,07	1,61	0,08	1,71	0,08
5	1,50	0,12	1,60	0,13	1,70	0,13
10	1,47	0,23	1,57	0,25	1,67	0,27
15	1,42	0,34	1,52	0,36	1,61	0,39
20	1,41	0,44	1,50	0,47	1,59	0,50
25	1,39	0,52	1,47	0,56	1,55	0,60
30	1,35	0,59	1,42	0,64	1,50	0,68
35	1,17	0,56	1,22	0,60	1,28	0,63
40	1,01	0,49	1,05	0,52	1,09	0,56
45	0,89	0,41	0,91	0,43	0,94	0,46
50	0,77	0,31	0,78	0,33	0,80	0,34
55	0,68	0,22	0,69	0,22	0,70	0,23

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + W_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]					
	3,75		4,00			
	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$	$q_{\text{senkrecht}}$	$q_{\text{parallel}}$		
3	1,81	0,09	1,91	0,09		
5	1,80	0,14	1,90	0,15		
10	1,76	0,28	1,86	0,30		
15	1,70	0,41	1,80	0,44		
20	1,68	0,53	1,77	0,57		
25	1,63	0,64	1,72	0,68		
30	1,57	0,72	1,65	0,77		
35	1,33	0,67	1,39	0,71		
40	1,13	0,59	1,17	0,62		
45	0,96	0,48	0,99	0,51		
50	0,81	0,36	0,82	0,38		
55	0,70	0,24	0,71	0,25		

### 9.3. Erforderliche Befestigungsmittel für Staudruck 1,30 kN/m<sup>2</sup>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	1,34	2	0,51	<b>2,63</b>	1,63	3	0,49	<b>3,32</b>	1,93	3	0,49	<b>3,92</b>
5	1,33	4	0,48	<b>2,79</b>	1,63	4	0,48	<b>3,42</b>	1,93	4	0,48	<b>4,04</b>
10	1,32	8	0,42	<b>3,18</b>	1,62	9	0,40	<b>4,04</b>	1,91	9	0,40	<b>4,78</b>
15	1,30	12	0,37	<b>3,53</b>	1,59	13	0,36	<b>4,42</b>	1,88	13	0,36	<b>5,23</b>
20	1,34	15	0,34	<b>3,93</b>	1,63	16	0,33	<b>4,87</b>	1,91	17	0,33	<b>5,86</b>
25	1,38	18	0,32	<b>4,35</b>	1,65	19	0,31	<b>5,34</b>	1,92	20	0,30	<b>6,39</b>
30	1,41	20	0,30	<b>4,68</b>	1,66	22	0,29	<b>5,72</b>	1,92	23	0,29	<b>6,71</b>
35	1,30	21	0,30	<b>4,40</b>	1,50	23	0,29	<b>5,24</b>	1,70	24	0,28	<b>6,05</b>
40	1,21	21	0,30	<b>4,08</b>	1,35	23	0,29	<b>4,73</b>	1,50	25	0,28	<b>5,42</b>
45	1,13	19	0,31	<b>3,66</b>	1,23	21	0,30	<b>4,15</b>	1,33	23	0,29	<b>4,63</b>
50	1,04	17	0,33	<b>3,19</b>	1,09	19	0,31	<b>3,54</b>	1,15	20	0,30	<b>3,82</b>
55	0,97	14	0,35	<b>2,78</b>	1,00	15	0,34	<b>2,91</b>	1,02	16	0,33	<b>3,05</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	2,23	3	0,49	<b>4,53</b>	2,53	3	0,49	<b>5,14</b>	2,83	3	0,49	<b>5,75</b>
5	2,23	4	0,48	<b>4,67</b>	2,53	5	0,46	<b>5,47</b>	2,83	5	0,46	<b>6,12</b>
10	2,21	9	0,40	<b>5,52</b>	2,50	9	0,40	<b>6,25</b>	2,80	9	0,40	<b>6,99</b>
15	2,17	13	0,36	<b>6,03</b>	2,46	14	0,35	<b>7,00</b>	2,75	14	0,35	<b>7,83</b>
20	2,19	17	0,33	<b>6,72</b>	2,47	18	0,32	<b>7,78</b>	2,75	18	0,32	<b>8,67</b>
25	2,19	21	0,30	<b>7,41</b>	2,46	21	0,30	<b>8,33</b>	2,74	22	0,29	<b>9,40</b>
30	2,18	24	0,28	<b>7,74</b>	2,44	24	0,28	<b>8,66</b>	2,70	25	0,28	<b>9,74</b>
35	1,90	26	0,27	<b>7,00</b>	2,11	26	0,27	<b>7,74</b>	2,31	27	0,27	<b>8,64</b>
40	1,65	26	0,27	<b>6,06</b>	1,80	27	0,27	<b>6,73</b>	1,95	28	0,26	<b>7,42</b>
45	1,42	25	0,28	<b>5,15</b>	1,52	26	0,27	<b>5,60</b>	1,63	27	0,27	<b>6,08</b>
50	1,21	22	0,29	<b>4,14</b>	1,26	23	0,29	<b>4,41</b>	1,32	25	0,28	<b>4,77</b>
55	1,04	17	0,33	<b>3,19</b>	1,06	18	0,32	<b>3,35</b>	1,09	19	0,31	<b>3,52</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	3,13	3	0,49	<b>6,36</b>	3,43	3	0,49	<b>6,96</b>	3,73	3	0,49	<b>7,57</b>
5	3,13	5	0,46	<b>6,77</b>	3,42	5	0,46	<b>7,41</b>	3,72	5	0,46	<b>8,06</b>
10	3,09	9	0,40	<b>7,73</b>	3,39	9	0,40	<b>8,47</b>	3,68	9	0,40	<b>9,21</b>
15	3,04	14	0,35	<b>8,65</b>	3,33	14	0,35	<b>9,48</b>	3,62	14	0,35	<b>10,31</b>
20	3,03	18	0,32	<b>9,56</b>	3,32	18	0,32	<b>10,45</b>	3,60	18	0,32	<b>11,34</b>
25	3,01	22	0,29	<b>10,33</b>	3,28	22	0,29	<b>11,26</b>	3,55	22	0,29	<b>12,20</b>
30	2,96	25	0,28	<b>10,68</b>	3,21	26	0,27	<b>11,82</b>	3,47	26	0,27	<b>12,77</b>
35	2,51	28	0,26	<b>9,57</b>	2,72	28	0,26	<b>10,34</b>	2,92	29	0,26	<b>11,32</b>
40	2,10	29	0,26	<b>8,14</b>	2,25	30	0,25	<b>8,89</b>	2,40	30	0,25	<b>9,48</b>
45	1,73	28	0,26	<b>6,58</b>	1,83	29	0,26	<b>7,09</b>	1,93	30	0,25	<b>7,63</b>
50	1,38	26	0,27	<b>5,07</b>	1,44	27	0,27	<b>5,38</b>	1,50	28	0,26	<b>5,70</b>
55	1,11	20	0,30	<b>3,69</b>	1,13	21	0,30	<b>3,83</b>	1,16	22	0,29	<b>3,97</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	4,03	3	0,49	<b>8,18</b>	4,33	3	0,49	<b>8,79</b>	4,63	3	0,49	<b>9,40</b>
5	4,02	5	0,46	<b>8,71</b>	4,32	5	0,46	<b>9,35</b>	4,62	5	0,46	<b>10,00</b>
10	3,98	9	0,40	<b>9,95</b>	4,27	9	0,40	<b>10,69</b>	4,57	9	0,40	<b>11,42</b>
15	3,91	14	0,35	<b>11,13</b>	4,20	14	0,35	<b>11,96</b>	4,49	14	0,35	<b>12,78</b>
20	3,88	18	0,32	<b>12,22</b>	4,16	19	0,31	<b>13,47</b>	4,44	19	0,31	<b>14,38</b>
25	3,82	23	0,29	<b>13,35</b>	4,09	23	0,29	<b>14,30</b>	4,37	23	0,29	<b>15,25</b>
30	3,73	26	0,27	<b>13,72</b>	3,99	27	0,27	<b>14,94</b>	4,25	27	0,27	<b>15,91</b>
35	3,12	29	0,26	<b>12,11</b>	3,33	30	0,25	<b>13,15</b>	3,53	30	0,25	<b>13,95</b>
40	2,55	31	0,25	<b>10,20</b>	2,70	31	0,25	<b>10,80</b>	2,85	32	0,25	<b>11,54</b>
45	2,03	31	0,25	<b>8,13</b>	2,14	32	0,25	<b>8,64</b>	2,24	32	0,25	<b>9,06</b>
50	1,56	29	0,26	<b>6,04</b>	1,62	29	0,26	<b>6,27</b>	1,68	30	0,25	<b>6,63</b>
55	1,18	22	0,29	<b>4,06</b>	1,21	23	0,29	<b>4,21</b>	1,23	24	0,28	<b>4,37</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n				
3	4,93	3	0,49	<b>10,00</b>	5,23	3	0,49	<b>10,61</b>				
5	4,92	5	0,46	<b>10,65</b>	5,22	5	0,46	<b>11,30</b>				
10	4,86	10	0,38	<b>12,65</b>	5,16	10	0,38	<b>13,42</b>				
15	4,78	14	0,35	<b>13,61</b>	5,07	14	0,35	<b>14,43</b>				
20	4,72	19	0,31	<b>15,29</b>	5,01	19	0,31	<b>16,20</b>				
25	4,64	23	0,29	<b>16,20</b>	4,91	23	0,29	<b>17,14</b>				
30	4,51	27	0,27	<b>16,88</b>	4,77	27	0,27	<b>17,85</b>				
35	3,73	30	0,25	<b>14,76</b>	3,94	30	0,25	<b>15,57</b>				
40	3,01	32	0,25	<b>12,15</b>	3,16	33	0,24	<b>12,92</b>				
45	2,34	33	0,24	<b>9,59</b>	2,45	33	0,24	<b>10,01</b>				
50	1,74	31	0,25	<b>6,95</b>	1,80	32	0,25	<b>7,28</b>				
55	1,25	24	0,28	<b>4,45</b>	1,28	25	0,28	<b>4,62</b>				

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + w_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,04	2	0,51	<b>2,05</b>	1,19	2	0,51	<b>2,34</b>	1,34	2	0,51	<b>2,64</b>
5	1,04	3	0,49	<b>2,11</b>	1,19	3	0,49	<b>2,41</b>	1,34	4	0,48	<b>2,80</b>
10	1,03	6	0,45	<b>2,31</b>	1,18	7	0,43	<b>2,74</b>	1,33	7	0,43	<b>3,08</b>
15	1,02	9	0,40	<b>2,55</b>	1,16	10	0,38	<b>3,03</b>	1,31	11	0,38	<b>3,48</b>
20	1,13	11	0,38	<b>3,00</b>	1,27	12	0,37	<b>3,44</b>	1,41	13	0,36	<b>3,91</b>
25	1,23	12	0,37	<b>3,34</b>	1,36	13	0,36	<b>3,79</b>	1,50	14	0,35	<b>4,26</b>
30	1,33	13	0,36	<b>3,69</b>	1,45	14	0,35	<b>4,13</b>	1,58	16	0,33	<b>4,72</b>
35	1,36	12	0,37	<b>3,69</b>	1,45	14	0,35	<b>4,14</b>	1,55	15	0,34	<b>4,52</b>
40	1,40	11	0,38	<b>3,72</b>	1,47	13	0,36	<b>4,08</b>	1,53	14	0,35	<b>4,37</b>
45	1,45	10	0,38	<b>3,77</b>	1,49	11	0,38	<b>3,97</b>	1,54	12	0,37	<b>4,18</b>
50	1,44	9	0,40	<b>3,61</b>	1,47	10	0,38	<b>3,82</b>	1,49	11	0,38	<b>3,97</b>
55	1,45	8	0,42	<b>3,50</b>	1,46	8	0,42	<b>3,52</b>	1,47	9	0,40	<b>3,68</b>

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + w_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,49	2	0,51	<b>2,93</b>	1,64	2	0,51	<b>3,23</b>	1,79	2	0,51	<b>3,52</b>
5	1,49	4	0,48	<b>3,12</b>	1,64	4	0,48	<b>3,43</b>	1,79	4	0,48	<b>3,74</b>
10	1,47	7	0,43	<b>3,42</b>	1,62	8	0,42	<b>3,90</b>	1,77	8	0,42	<b>4,26</b>
15	1,45	11	0,38	<b>3,86</b>	1,60	11	0,38	<b>4,25</b>	1,74	12	0,37	<b>4,74</b>
20	1,55	13	0,36	<b>4,30</b>	1,69	14	0,35	<b>4,80</b>	1,83	14	0,35	<b>5,20</b>
25	1,63	15	0,34	<b>4,76</b>	1,76	16	0,33	<b>5,28</b>	1,90	17	0,33	<b>5,83</b>
30	1,70	17	0,33	<b>5,23</b>	1,83	18	0,32	<b>5,76</b>	1,96	19	0,31	<b>6,33</b>
35	1,65	17	0,33	<b>5,05</b>	1,74	18	0,32	<b>5,49</b>	1,84	19	0,31	<b>5,96</b>
40	1,60	15	0,34	<b>4,68</b>	1,67	16	0,33	<b>5,01</b>	1,74	17	0,33	<b>5,36</b>
45	1,58	13	0,36	<b>4,40</b>	1,63	14	0,35	<b>4,64</b>	1,67	15	0,34	<b>4,88</b>
50	1,52	12	0,37	<b>4,13</b>	1,54	12	0,37	<b>4,20</b>	1,57	13	0,36	<b>4,37</b>
55	1,48	9	0,40	<b>3,71</b>	1,49	10	0,38	<b>3,88</b>	1,50	10	0,38	<b>3,91</b>

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + w_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,94	2	0,51	<b>3,82</b>	2,09	2	0,51	<b>4,11</b>	2,24	2	0,51	<b>4,41</b>
5	1,94	4	0,48	<b>4,06</b>	2,09	4	0,48	<b>4,37</b>	2,23	4	0,48	<b>4,68</b>
10	1,92	8	0,42	<b>4,61</b>	2,06	8	0,42	<b>4,97</b>	2,21	8	0,42	<b>5,33</b>
15	1,89	12	0,37	<b>5,13</b>	2,03	12	0,37	<b>5,52</b>	2,18	12	0,37	<b>5,92</b>
20	1,97	15	0,34	<b>5,74</b>	2,11	15	0,34	<b>6,15</b>	2,25	15	0,34	<b>6,56</b>
25	2,03	17	0,33	<b>6,24</b>	2,17	18	0,32	<b>6,83</b>	2,30	18	0,32	<b>7,26</b>
30	2,08	19	0,31	<b>6,74</b>	2,21	20	0,30	<b>7,36</b>	2,34	20	0,30	<b>7,78</b>
35	1,94	19	0,31	<b>6,28</b>	2,04	20	0,30	<b>6,78</b>	2,14	21	0,30	<b>7,23</b>
40	1,82	18	0,32	<b>5,72</b>	1,89	19	0,31	<b>6,11</b>	1,96	20	0,30	<b>6,52</b>
45	1,72	16	0,33	<b>5,15</b>	1,77	17	0,33	<b>5,42</b>	1,81	18	0,32	<b>5,71</b>
50	1,60	14	0,35	<b>4,55</b>	1,62	14	0,35	<b>4,62</b>	1,65	15	0,34	<b>4,81</b>
55	1,51	10	0,38	<b>3,94</b>	1,52	11	0,38	<b>4,05</b>	1,53	11	0,38	<b>4,08</b>

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	2,39	3	0,49	<b>4,85</b>	2,54	3	0,49	<b>5,15</b>	2,69	3	0,49	<b>5,46</b>
5	2,38	4	0,48	<b>4,99</b>	2,53	4	0,48	<b>5,31</b>	2,68	4	0,48	<b>5,62</b>
10	2,36	8	0,42	<b>5,68</b>	2,51	8	0,42	<b>6,04</b>	2,66	9	0,40	<b>6,64</b>
15	2,32	13	0,36	<b>6,46</b>	2,46	13	0,36	<b>6,86</b>	2,61	13	0,36	<b>7,26</b>
20	2,39	16	0,33	<b>7,15</b>	2,53	16	0,33	<b>7,57</b>	2,67	16	0,33	<b>7,99</b>
25	2,44	19	0,31	<b>7,89</b>	2,57	19	0,31	<b>8,33</b>	2,71	19	0,31	<b>8,77</b>
30	2,47	21	0,30	<b>8,34</b>	2,60	21	0,30	<b>8,78</b>	2,72	22	0,29	<b>9,36</b>
35	2,24	22	0,29	<b>7,69</b>	2,34	22	0,29	<b>8,03</b>	2,44	23	0,29	<b>8,51</b>
40	2,03	21	0,30	<b>6,87</b>	2,10	21	0,30	<b>7,11</b>	2,18	22	0,29	<b>7,48</b>
45	1,86	19	0,31	<b>6,02</b>	1,91	19	0,31	<b>6,18</b>	1,96	20	0,30	<b>6,51</b>
50	1,67	16	0,33	<b>5,01</b>	1,70	16	0,33	<b>5,09</b>	1,73	17	0,33	<b>5,30</b>
55	1,54	11	0,38	<b>4,11</b>	1,55	12	0,37	<b>4,23</b>	1,57	12	0,37	<b>4,26</b>

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n				
3	2,84	3	0,49	<b>5,76</b>	2,99	3	0,49	<b>6,06</b>				
5	2,83	4	0,48	<b>5,93</b>	2,98	4	0,48	<b>6,25</b>				
10	2,80	9	0,40	<b>7,01</b>	2,95	9	0,40	<b>7,38</b>				
15	2,75	13	0,36	<b>7,67</b>	2,90	13	0,36	<b>8,07</b>				
20	2,81	16	0,33	<b>8,41</b>	2,95	17	0,33	<b>9,06</b>				
25	2,84	19	0,31	<b>9,20</b>	2,98	20	0,30	<b>9,91</b>				
30	2,85	22	0,29	<b>9,80</b>	2,98	22	0,29	<b>10,25</b>				
35	2,54	23	0,29	<b>8,86</b>	2,64	24	0,28	<b>9,37</b>				
40	2,25	23	0,29	<b>7,86</b>	2,32	23	0,29	<b>8,11</b>				
45	2,00	21	0,30	<b>6,77</b>	2,05	21	0,30	<b>6,94</b>				
50	1,75	17	0,33	<b>5,39</b>	1,78	18	0,32	<b>5,61</b>				
55	1,58	13	0,36	<b>4,39</b>	1,59	13	0,36	<b>4,42</b>				

**Grundkombination 3.1:**  $S_{d,3.1} = g_{M,d} + W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Winddruck			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	0,59	1	0,52	<b>1,13</b>
5	0,59	2	0,51	<b>1,16</b>
10	0,59	3	0,49	<b>1,20</b>
15	0,59	5	0,46	<b>1,27</b>
20	0,71	6	0,45	<b>1,60</b>
25	0,84	6	0,45	<b>1,88</b>
30	0,96	6	0,45	<b>2,15</b>
35	1,08	6	0,45	<b>2,42</b>
40	1,20	6	0,45	<b>2,69</b>
45	1,32	6	0,45	<b>2,96</b>
50	1,37	6	0,45	<b>3,08</b>
55	1,42	7	0,43	<b>3,31</b>

**Grundkombination 3.2:**  $S_{d,3.2} = g_{M,d,stab} + W_{S,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Windsog			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	2,21	180	0,54	<b>4,09</b>
5	2,21	180	0,54	<b>4,09</b>
10	2,21	179	0,54	<b>4,09</b>
15	2,21	179	0,54	<b>4,09</b>
20	2,28	179	0,54	<b>4,22</b>
25	2,35	179	0,54	<b>4,35</b>
30	2,42	178	0,54	<b>4,47</b>
35	2,43	178	0,54	<b>4,49</b>
40	2,43	178	0,54	<b>4,50</b>
45	2,44	178	0,54	<b>4,52</b>
50	2,45	178	0,54	<b>4,53</b>
55	2,46	177	0,54	<b>4,54</b>

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	0,91	2	1,83	<b>0,50</b>	1,10	3	1,79	<b>0,62</b>	1,30	3	1,79	<b>0,73</b>
5	0,90	4	1,76	<b>0,51</b>	1,10	4	1,76	<b>0,63</b>	1,30	4	1,76	<b>0,74</b>
10	0,89	8	1,62	<b>0,55</b>	1,09	9	1,59	<b>0,69</b>	1,29	9	1,59	<b>0,81</b>
15	0,88	12	1,51	<b>0,58</b>	1,07	13	1,49	<b>0,72</b>	1,27	13	1,49	<b>0,85</b>
20	0,91	16	1,43	<b>0,64</b>	1,10	16	1,43	<b>0,77</b>	1,29	17	1,41	<b>0,91</b>
25	0,94	18	1,39	<b>0,67</b>	1,12	19	1,37	<b>0,82</b>	1,30	20	1,35	<b>0,96</b>
30	0,95	21	1,34	<b>0,71</b>	1,12	22	1,32	<b>0,85</b>	1,30	23	1,31	<b>0,99</b>
35	0,88	21	1,34	<b>0,66</b>	1,02	23	1,31	<b>0,77</b>	1,15	25	1,29	<b>0,89</b>
40	0,82	21	1,34	<b>0,61</b>	0,92	23	1,31	<b>0,70</b>	1,01	25	1,29	<b>0,79</b>
45	0,77	19	1,37	<b>0,56</b>	0,83	22	1,32	<b>0,63</b>	0,90	23	1,31	<b>0,68</b>
50	0,71	18	1,39	<b>0,51</b>	0,74	19	1,37	<b>0,54</b>	0,78	21	1,34	<b>0,58</b>
55	0,66	15	1,45	<b>0,46</b>	0,68	16	1,43	<b>0,47</b>	0,69	17	1,41	<b>0,49</b>

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,50	3	1,79	<b>0,84</b>	1,70	3	1,79	<b>0,95</b>	1,90	3	1,79	<b>1,06</b>
5	1,50	4	1,76	<b>0,85</b>	1,70	5	1,73	<b>0,99</b>	1,90	5	1,73	<b>1,10</b>
10	1,49	9	1,59	<b>0,93</b>	1,68	9	1,59	<b>1,06</b>	1,88	9	1,59	<b>1,18</b>
15	1,46	13	1,49	<b>0,98</b>	1,65	14	1,47	<b>1,12</b>	1,85	14	1,47	<b>1,25</b>
20	1,47	17	1,41	<b>1,05</b>	1,66	18	1,39	<b>1,20</b>	1,85	18	1,39	<b>1,33</b>
25	1,48	21	1,34	<b>1,11</b>	1,66	21	1,34	<b>1,24</b>	1,84	22	1,32	<b>1,39</b>
30	1,47	24	1,30	<b>1,13</b>	1,64	25	1,29	<b>1,27</b>	1,81	25	1,29	<b>1,41</b>
35	1,28	26	1,28	<b>1,01</b>	1,42	27	1,27	<b>1,12</b>	1,55	27	1,27	<b>1,23</b>
40	1,11	26	1,28	<b>0,87</b>	1,21	27	1,27	<b>0,96</b>	1,31	28	1,25	<b>1,05</b>
45	0,96	25	1,29	<b>0,75</b>	1,03	26	1,28	<b>0,81</b>	1,10	27	1,27	<b>0,87</b>
50	0,82	22	1,32	<b>0,62</b>	0,86	24	1,30	<b>0,66</b>	0,89	25	1,29	<b>0,69</b>
55	0,71	18	1,39	<b>0,51</b>	0,72	19	1,37	<b>0,53</b>	0,74	20	1,35	<b>0,55</b>

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	2,10	3	1,79	<b>1,17</b>	2,30	3	1,79	<b>1,28</b>	2,50	3	1,79	<b>1,40</b>
5	2,10	5	1,73	<b>1,22</b>	2,30	5	1,73	<b>1,33</b>	2,50	5	1,73	<b>1,45</b>
10	2,08	9	1,59	<b>1,31</b>	2,27	9	1,59	<b>1,43</b>	2,47	9	1,59	<b>1,55</b>
15	2,04	14	1,47	<b>1,39</b>	2,23	14	1,47	<b>1,52</b>	2,43	14	1,47	<b>1,65</b>
20	2,04	18	1,39	<b>1,47</b>	2,23	18	1,39	<b>1,60</b>	2,41	18	1,39	<b>1,74</b>
25	2,02	22	1,32	<b>1,52</b>	2,20	22	1,32	<b>1,66</b>	2,38	22	1,32	<b>1,80</b>
30	1,99	25	1,29	<b>1,54</b>	2,16	26	1,28	<b>1,69</b>	2,33	26	1,28	<b>1,82</b>
35	1,69	28	1,25	<b>1,35</b>	1,82	28	1,25	<b>1,46</b>	1,96	29	1,24	<b>1,58</b>
40	1,41	29	1,24	<b>1,14</b>	1,51	30	1,23	<b>1,23</b>	1,61	30	1,23	<b>1,31</b>
45	1,17	29	1,24	<b>0,94</b>	1,23	29	1,24	<b>0,99</b>	1,30	30	1,23	<b>1,06</b>
50	0,93	26	1,28	<b>0,73</b>	0,97	27	1,27	<b>0,77</b>	1,01	28	1,25	<b>0,81</b>
55	0,75	21	1,34	<b>0,56</b>	0,77	21	1,34	<b>0,57</b>	0,78	22	1,32	<b>0,59</b>

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	2,70	3	1,79	<b>1,51</b>	2,90	3	1,79	<b>1,62</b>	3,10	3	1,79	<b>1,73</b>
5	2,70	5	1,73	<b>1,56</b>	2,90	5	1,73	<b>1,68</b>	3,09	5	1,73	<b>1,79</b>
10	2,67	9	1,59	<b>1,68</b>	2,86	9	1,59	<b>1,80</b>	3,06	9	1,59	<b>1,93</b>
15	2,62	14	1,47	<b>1,78</b>	2,81	14	1,47	<b>1,91</b>	3,01	14	1,47	<b>2,04</b>
20	2,60	18	1,39	<b>1,87</b>	2,79	19	1,37	<b>2,04</b>	2,98	19	1,37	<b>2,17</b>
25	2,56	23	1,31	<b>1,95</b>	2,74	23	1,31	<b>2,09</b>	2,93	23	1,31	<b>2,23</b>
30	2,50	26	1,28	<b>1,96</b>	2,68	27	1,27	<b>2,12</b>	2,85	27	1,27	<b>2,25</b>
35	2,10	29	1,24	<b>1,69</b>	2,23	30	1,23	<b>1,82</b>	2,37	30	1,23	<b>1,93</b>
40	1,72	31	1,22	<b>1,40</b>	1,82	32	1,22	<b>1,49</b>	1,92	32	1,22	<b>1,58</b>
45	1,37	31	1,22	<b>1,12</b>	1,44	32	1,22	<b>1,18</b>	1,51	32	1,22	<b>1,24</b>
50	1,05	29	1,24	<b>0,85</b>	1,09	30	1,23	<b>0,89</b>	1,13	30	1,23	<b>0,92</b>
55	0,80	23	1,31	<b>0,61</b>	0,82	24	1,30	<b>0,63</b>	0,83	24	1,30	<b>0,64</b>

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n				
3	3,30	3	1,79	<b>1,84</b>	3,50	3	1,79	<b>1,95</b>				
5	3,29	5	1,73	<b>1,91</b>	3,49	5	1,73	<b>2,02</b>				
10	3,26	10	1,56	<b>2,09</b>	3,46	10	1,56	<b>2,22</b>				
15	3,20	14	1,47	<b>2,17</b>	3,39	14	1,47	<b>2,30</b>				
20	3,16	19	1,37	<b>2,31</b>	3,35	19	1,37	<b>2,45</b>				
25	3,11	23	1,31	<b>2,37</b>	3,29	23	1,31	<b>2,50</b>				
30	3,02	27	1,27	<b>2,39</b>	3,20	27	1,27	<b>2,53</b>				
35	2,50	30	1,23	<b>2,04</b>	2,64	30	1,23	<b>2,15</b>				
40	2,02	32	1,22	<b>1,66</b>	2,12	33	1,21	<b>1,75</b>				
45	1,58	33	1,21	<b>1,30</b>	1,65	33	1,21	<b>1,36</b>				
50	1,17	31	1,22	<b>0,96</b>	1,21	32	1,22	<b>1,00</b>				
55	0,85	25	1,29	<b>0,66</b>	0,87	26	1,28	<b>0,68</b>				

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	0,71	2	1,83	<b>0,39</b>	0,81	2	1,83	<b>0,44</b>	0,91	2	1,83	<b>0,50</b>
5	0,71	3	1,79	<b>0,39</b>	0,81	3	1,79	<b>0,45</b>	0,91	4	1,76	<b>0,52</b>
10	0,70	6	1,69	<b>0,42</b>	0,80	7	1,66	<b>0,48</b>	0,90	7	1,66	<b>0,54</b>
15	0,69	9	1,59	<b>0,44</b>	0,79	10	1,56	<b>0,51</b>	0,89	11	1,53	<b>0,58</b>
20	0,77	11	1,53	<b>0,50</b>	0,86	12	1,51	<b>0,57</b>	0,95	13	1,49	<b>0,64</b>
25	0,83	12	1,51	<b>0,55</b>	0,92	14	1,47	<b>0,63</b>	1,01	15	1,45	<b>0,70</b>
30	0,90	13	1,49	<b>0,60</b>	0,98	15	1,45	<b>0,68</b>	1,07	16	1,43	<b>0,74</b>
35	0,92	13	1,49	<b>0,62</b>	0,98	14	1,47	<b>0,67</b>	1,05	16	1,43	<b>0,73</b>
40	0,95	12	1,51	<b>0,62</b>	0,99	13	1,49	<b>0,66</b>	1,04	15	1,45	<b>0,71</b>
45	0,98	11	1,53	<b>0,64</b>	1,01	12	1,51	<b>0,67</b>	1,04	13	1,49	<b>0,69</b>
50	0,97	10	1,56	<b>0,63</b>	0,99	10	1,56	<b>0,64</b>	1,01	11	1,53	<b>0,66</b>
55	0,98	9	1,59	<b>0,62</b>	0,99	9	1,59	<b>0,62</b>	0,99	9	1,59	<b>0,62</b>

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,01	2	1,83	<b>0,55</b>	1,11	2	1,83	<b>0,61</b>	1,21	2	1,83	<b>0,66</b>
5	1,01	4	1,76	<b>0,57</b>	1,11	4	1,76	<b>0,63</b>	1,21	4	1,76	<b>0,69</b>
10	1,00	7	1,66	<b>0,60</b>	1,10	8	1,62	<b>0,68</b>	1,19	8	1,62	<b>0,74</b>
15	0,98	11	1,53	<b>0,64</b>	1,08	11	1,53	<b>0,70</b>	1,18	12	1,51	<b>0,78</b>
20	1,05	14	1,47	<b>0,71</b>	1,14	14	1,47	<b>0,77</b>	1,23	14	1,47	<b>0,84</b>
25	1,10	15	1,45	<b>0,76</b>	1,19	16	1,43	<b>0,83</b>	1,28	17	1,41	<b>0,91</b>
30	1,15	17	1,41	<b>0,82</b>	1,23	18	1,39	<b>0,89</b>	1,32	19	1,37	<b>0,96</b>
35	1,11	17	1,41	<b>0,79</b>	1,18	18	1,39	<b>0,85</b>	1,24	19	1,37	<b>0,91</b>
40	1,08	16	1,43	<b>0,76</b>	1,13	17	1,41	<b>0,80</b>	1,18	18	1,39	<b>0,85</b>
45	1,07	14	1,47	<b>0,72</b>	1,10	15	1,45	<b>0,76</b>	1,13	16	1,43	<b>0,79</b>
50	1,02	12	1,51	<b>0,68</b>	1,04	13	1,49	<b>0,70</b>	1,06	13	1,49	<b>0,71</b>
55	1,00	10	1,56	<b>0,64</b>	1,01	10	1,56	<b>0,65</b>	1,01	11	1,53	<b>0,66</b>

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,31	2	1,83	<b>0,72</b>	1,41	2	1,83	<b>0,77</b>	1,51	2	1,83	<b>0,83</b>
5	1,31	4	1,76	<b>0,74</b>	1,41	4	1,76	<b>0,80</b>	1,50	4	1,76	<b>0,86</b>
10	1,29	8	1,62	<b>0,80</b>	1,39	8	1,62	<b>0,86</b>	1,49	8	1,62	<b>0,92</b>
15	1,27	12	1,51	<b>0,84</b>	1,37	12	1,51	<b>0,90</b>	1,47	12	1,51	<b>0,97</b>
20	1,33	15	1,45	<b>0,91</b>	1,42	15	1,45	<b>0,98</b>	1,51	16	1,43	<b>1,06</b>
25	1,37	17	1,41	<b>0,97</b>	1,46	18	1,39	<b>1,05</b>	1,55	18	1,39	<b>1,12</b>
30	1,40	19	1,37	<b>1,03</b>	1,49	20	1,35	<b>1,10</b>	1,57	20	1,35	<b>1,17</b>
35	1,31	20	1,35	<b>0,97</b>	1,37	20	1,35	<b>1,02</b>	1,44	21	1,34	<b>1,08</b>
40	1,22	19	1,37	<b>0,89</b>	1,27	20	1,35	<b>0,94</b>	1,32	20	1,35	<b>0,98</b>
45	1,16	17	1,41	<b>0,82</b>	1,19	17	1,41	<b>0,84</b>	1,22	18	1,39	<b>0,88</b>
50	1,08	14	1,47	<b>0,73</b>	1,09	15	1,45	<b>0,75</b>	1,11	15	1,45	<b>0,77</b>
55	1,02	11	1,53	<b>0,66</b>	1,03	11	1,53	<b>0,67</b>	1,03	12	1,51	<b>0,68</b>

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	1,61	3	1,79	<b>0,90</b>	1,71	3	1,79	<b>0,95</b>	1,81	3	1,79	<b>1,01</b>
5	1,60	4	1,76	<b>0,91</b>	1,70	4	1,76	<b>0,97</b>	1,80	4	1,76	<b>1,03</b>
10	1,59	8	1,62	<b>0,98</b>	1,69	8	1,62	<b>1,04</b>	1,79	9	1,59	<b>1,12</b>
15	1,56	13	1,49	<b>1,05</b>	1,66	13	1,49	<b>1,11</b>	1,75	13	1,49	<b>1,18</b>
20	1,61	16	1,43	<b>1,12</b>	1,70	16	1,43	<b>1,19</b>	1,79	16	1,43	<b>1,25</b>
25	1,64	19	1,37	<b>1,20</b>	1,73	19	1,37	<b>1,26</b>	1,82	19	1,37	<b>1,33</b>
30	1,66	21	1,34	<b>1,24</b>	1,75	21	1,34	<b>1,31</b>	1,83	22	1,32	<b>1,38</b>
35	1,51	22	1,32	<b>1,14</b>	1,57	22	1,32	<b>1,19</b>	1,64	23	1,31	<b>1,25</b>
40	1,37	21	1,34	<b>1,02</b>	1,42	22	1,32	<b>1,07</b>	1,47	22	1,32	<b>1,11</b>
45	1,25	19	1,37	<b>0,92</b>	1,29	20	1,35	<b>0,95</b>	1,32	20	1,35	<b>0,98</b>
50	1,13	16	1,43	<b>0,79</b>	1,15	17	1,41	<b>0,81</b>	1,16	17	1,41	<b>0,83</b>
55	1,04	12	1,51	<b>0,69</b>	1,05	12	1,51	<b>0,69</b>	1,05	13	1,49	<b>0,71</b>

**Grundkombination 5:**

$$S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n				
3	1,91	3	1,79	<b>1,06</b>	2,01	3	1,79	<b>1,12</b>				
5	1,90	4	1,76	<b>1,08</b>	2,00	4	1,76	<b>1,14</b>				
10	1,88	9	1,59	<b>1,19</b>	1,98	9	1,59	<b>1,25</b>				
15	1,85	13	1,49	<b>1,24</b>	1,95	13	1,49	<b>1,30</b>				
20	1,89	16	1,43	<b>1,32</b>	1,98	17	1,41	<b>1,41</b>				
25	1,91	20	1,35	<b>1,42</b>	2,00	20	1,35	<b>1,48</b>				
30	1,92	22	1,32	<b>1,45</b>	2,00	23	1,31	<b>1,53</b>				
35	1,71	23	1,31	<b>1,30</b>	1,77	24	1,30	<b>1,36</b>				
40	1,51	23	1,31	<b>1,15</b>	1,56	23	1,31	<b>1,19</b>				
45	1,35	21	1,34	<b>1,01</b>	1,38	21	1,34	<b>1,03</b>				
50	1,18	18	1,39	<b>0,85</b>	1,20	18	1,39	<b>0,86</b>				
55	1,06	13	1,49	<b>0,71</b>	1,07	13	1,49	<b>0,72</b>				

## 9.4. Erforderliche Befestigungsmittel für Staudruck 0,80 kN/m<sup>2</sup>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	1,25	3	0,49	<b>2,53</b>	1,54	3	0,49	<b>3,13</b>	1,84	3	0,49	<b>3,74</b>
5	1,24	4	0,48	<b>2,60</b>	1,54	5	0,46	<b>3,34</b>	1,84	5	0,46	<b>3,98</b>
10	1,23	9	0,40	<b>3,08</b>	1,53	9	0,40	<b>3,82</b>	1,82	9	0,40	<b>4,55</b>
15	1,21	13	0,36	<b>3,37</b>	1,50	14	0,35	<b>4,28</b>	1,79	14	0,35	<b>5,10</b>
20	1,23	17	0,33	<b>3,78</b>	1,51	18	0,32	<b>4,76</b>	1,79	18	0,32	<b>5,65</b>
25	1,24	20	0,30	<b>4,12</b>	1,51	21	0,30	<b>5,11</b>	1,78	22	0,29	<b>6,12</b>
30	1,24	23	0,29	<b>4,33</b>	1,50	24	0,28	<b>5,32</b>	1,76	25	0,28	<b>6,35</b>
35	1,11	25	0,28	<b>4,01</b>	1,31	27	0,27	<b>4,90</b>	1,51	28	0,26	<b>5,77</b>
40	0,99	26	0,27	<b>3,63</b>	1,14	27	0,27	<b>4,25</b>	1,29	29	0,26	<b>4,99</b>
45	0,88	25	0,28	<b>3,18</b>	0,98	27	0,27	<b>3,67</b>	1,08	29	0,26	<b>4,20</b>
50	0,77	23	0,29	<b>2,70</b>	0,83	25	0,28	<b>3,00</b>	0,89	27	0,27	<b>3,32</b>
55	0,69	20	0,30	<b>2,29</b>	0,71	21	0,30	<b>2,40</b>	0,73	23	0,29	<b>2,57</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	2,14	3	0,49	<b>4,35</b>	2,44	3	0,49	<b>4,96</b>	2,74	3	0,49	<b>5,57</b>
5	2,14	5	0,46	<b>4,63</b>	2,44	5	0,46	<b>5,28</b>	2,74	5	0,46	<b>5,93</b>
10	2,12	9	0,40	<b>5,29</b>	2,41	9	0,40	<b>6,03</b>	2,71	9	0,40	<b>6,77</b>
15	2,08	14	0,35	<b>5,93</b>	2,37	14	0,35	<b>6,75</b>	2,66	14	0,35	<b>7,58</b>
20	2,07	18	0,32	<b>6,54</b>	2,36	18	0,32	<b>7,43</b>	2,64	19	0,31	<b>8,54</b>
25	2,05	22	0,29	<b>7,06</b>	2,33	23	0,29	<b>8,12</b>	2,60	23	0,29	<b>9,07</b>
30	2,02	26	0,27	<b>7,41</b>	2,28	26	0,27	<b>8,36</b>	2,53	27	0,27	<b>9,48</b>
35	1,72	29	0,26	<b>6,66</b>	1,92	29	0,26	<b>7,45</b>	2,12	30	0,25	<b>8,40</b>
40	1,44	30	0,25	<b>5,68</b>	1,59	31	0,25	<b>6,35</b>	1,74	32	0,25	<b>7,04</b>
45	1,18	30	0,25	<b>4,68</b>	1,29	31	0,25	<b>5,15</b>	1,39	32	0,25	<b>5,62</b>
50	0,95	28	0,26	<b>3,61</b>	1,01	30	0,25	<b>3,98</b>	1,07	31	0,25	<b>4,27</b>
55	0,76	24	0,28	<b>2,70</b>	0,78	25	0,28	<b>2,83</b>	0,81	26	0,27	<b>2,97</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	3,04	3	0,49	<b>6,17</b>	3,34	3	0,49	<b>6,78</b>	3,64	3	0,49	<b>7,39</b>
5	3,04	5	0,46	<b>6,57</b>	3,33	5	0,46	<b>7,22</b>	3,63	5	0,46	<b>7,87</b>
10	3,00	10	0,38	<b>7,81</b>	3,30	10	0,38	<b>8,58</b>	3,59	10	0,38	<b>9,35</b>
15	2,95	14	0,35	<b>8,41</b>	3,24	14	0,35	<b>9,23</b>	3,53	14	0,35	<b>10,06</b>
20	2,92	19	0,31	<b>9,45</b>	3,20	19	0,31	<b>10,36</b>	3,48	19	0,31	<b>11,28</b>
25	2,87	23	0,29	<b>10,02</b>	3,14	23	0,29	<b>10,97</b>	3,41	23	0,29	<b>11,92</b>
30	2,79	27	0,27	<b>10,45</b>	3,05	27	0,27	<b>11,42</b>	3,31	28	0,26	<b>12,62</b>
35	2,33	30	0,25	<b>9,20</b>	2,53	31	0,25	<b>10,13</b>	2,74	31	0,25	<b>10,94</b>
40	1,89	33	0,24	<b>7,74</b>	2,04	33	0,24	<b>8,36</b>	2,20	34	0,24	<b>9,09</b>
45	1,49	33	0,24	<b>6,11</b>	1,60	34	0,24	<b>6,62</b>	1,70	35	0,24	<b>7,13</b>
50	1,13	32	0,25	<b>4,57</b>	1,19	33	0,24	<b>4,87</b>	1,25	34	0,24	<b>5,18</b>
55	0,83	27	0,27	<b>3,12</b>	0,86	28	0,26	<b>3,27</b>	0,88	29	0,26	<b>3,43</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	3,94	3	0,49	<b>8,00</b>	4,24	3	0,49	<b>8,60</b>	4,54	3	0,49	<b>9,21</b>
5	3,93	5	0,46	<b>8,51</b>	4,23	5	0,46	<b>9,16</b>	4,53	5	0,46	<b>9,81</b>
10	3,89	10	0,38	<b>10,12</b>	4,19	10	0,38	<b>10,89</b>	4,48	10	0,38	<b>11,65</b>
15	3,82	14	0,35	<b>10,88</b>	4,11	14	0,35	<b>11,71</b>	4,40	15	0,34	<b>12,84</b>
20	3,77	19	0,31	<b>12,19</b>	4,05	19	0,31	<b>13,10</b>	4,33	19	0,31	<b>14,01</b>
25	3,68	23	0,29	<b>12,87</b>	3,96	24	0,28	<b>14,05</b>	4,23	24	0,28	<b>15,02</b>
30	3,57	28	0,26	<b>13,61</b>	3,83	28	0,26	<b>14,60</b>	4,09	28	0,26	<b>15,59</b>
35	2,94	31	0,25	<b>11,76</b>	3,15	31	0,25	<b>12,58</b>	3,35	32	0,25	<b>13,55</b>
40	2,35	34	0,24	<b>9,72</b>	2,50	34	0,24	<b>10,35</b>	2,65	35	0,24	<b>11,12</b>
45	1,81	35	0,24	<b>7,57</b>	1,91	36	0,24	<b>8,11</b>	2,02	36	0,24	<b>8,55</b>
50	1,31	35	0,24	<b>5,51</b>	1,38	35	0,24	<b>5,77</b>	1,44	36	0,24	<b>6,10</b>
55	0,91	29	0,26	<b>3,53</b>	0,94	30	0,25	<b>3,70</b>	0,96	31	0,25	<b>3,85</b>

**Grundkombination 1:**  $S_{d,1} = g_{M,d} + S_d + 0,60 \cdot W_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n				
3	4,84	3	0,49	<b>9,82</b>	5,14	3	0,49	<b>10,43</b>				
5	4,83	5	0,46	<b>10,45</b>	5,13	5	0,46	<b>11,10</b>				
10	4,78	10	0,38	<b>12,42</b>	5,07	10	0,38	<b>13,19</b>				
15	4,69	15	0,34	<b>13,69</b>	4,98	15	0,34	<b>14,53</b>				
20	4,61	19	0,31	<b>14,93</b>	4,89	19	0,31	<b>15,84</b>				
25	4,50	24	0,28	<b>15,98</b>	4,77	24	0,28	<b>16,95</b>				
30	4,35	28	0,26	<b>16,58</b>	4,61	28	0,26	<b>17,57</b>				
35	3,55	32	0,25	<b>14,38</b>	3,76	32	0,25	<b>15,20</b>				
40	2,81	35	0,24	<b>11,76</b>	2,96	35	0,24	<b>12,40</b>				
45	2,12	37	0,23	<b>9,11</b>	2,23	37	0,23	<b>9,56</b>				
50	1,50	37	0,23	<b>6,44</b>	1,56	37	0,23	<b>6,71</b>				
55	0,99	32	0,25	<b>4,00</b>	1,02	32	0,25	<b>4,11</b>				

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + w_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	0,89	2	0,51	<b>1,75</b>	1,04	2	0,51	<b>2,05</b>	1,19	2	0,51	<b>2,34</b>
5	0,89	4	0,48	<b>1,86</b>	1,04	4	0,48	<b>2,18</b>	1,19	4	0,48	<b>2,49</b>
10	0,88	7	0,43	<b>2,05</b>	1,03	8	0,42	<b>2,48</b>	1,18	8	0,42	<b>2,84</b>
15	0,87	11	0,38	<b>2,32</b>	1,02	11	0,38	<b>2,70</b>	1,16	12	0,37	<b>3,16</b>
20	0,93	13	0,36	<b>2,59</b>	1,07	14	0,35	<b>3,05</b>	1,21	15	0,34	<b>3,54</b>
25	0,99	15	0,34	<b>2,88</b>	1,12	16	0,33	<b>3,36</b>	1,26	17	0,33	<b>3,86</b>
30	1,04	17	0,33	<b>3,18</b>	1,16	18	0,32	<b>3,66</b>	1,29	19	0,31	<b>4,18</b>
35	1,02	17	0,33	<b>3,13</b>	1,12	18	0,32	<b>3,52</b>	1,22	20	0,30	<b>4,04</b>
40	1,01	16	0,33	<b>3,02</b>	1,08	18	0,32	<b>3,40</b>	1,15	19	0,31	<b>3,73</b>
45	1,01	15	0,34	<b>2,94</b>	1,05	16	0,33	<b>3,16</b>	1,10	17	0,33	<b>3,38</b>
50	0,98	14	0,35	<b>2,79</b>	1,00	15	0,34	<b>2,93</b>	1,03	16	0,33	<b>3,09</b>
55	0,96	12	0,37	<b>2,61</b>	0,97	13	0,36	<b>2,70</b>	0,98	13	0,36	<b>2,73</b>

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + w_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	1,34	2	0,51	<b>2,64</b>	1,49	3	0,49	<b>3,02</b>	1,64	3	0,49	<b>3,33</b>
5	1,34	4	0,48	<b>2,80</b>	1,49	4	0,48	<b>3,12</b>	1,64	4	0,48	<b>3,43</b>
10	1,33	8	0,42	<b>3,19</b>	1,47	8	0,42	<b>3,55</b>	1,62	9	0,40	<b>4,05</b>
15	1,31	12	0,37	<b>3,55</b>	1,45	13	0,36	<b>4,04</b>	1,59	13	0,36	<b>4,44</b>
20	1,35	15	0,34	<b>3,95</b>	1,49	16	0,33	<b>4,47</b>	1,63	16	0,33	<b>4,89</b>
25	1,39	18	0,32	<b>4,38</b>	1,53	19	0,31	<b>4,94</b>	1,66	19	0,31	<b>5,38</b>
30	1,42	20	0,30	<b>4,72</b>	1,55	21	0,30	<b>5,23</b>	1,67	22	0,29	<b>5,75</b>
35	1,31	21	0,30	<b>4,44</b>	1,41	22	0,29	<b>4,86</b>	1,51	23	0,29	<b>5,29</b>
40	1,22	20	0,30	<b>4,07</b>	1,30	21	0,30	<b>4,38</b>	1,37	23	0,29	<b>4,78</b>
45	1,15	19	0,31	<b>3,72</b>	1,20	20	0,30	<b>3,98</b>	1,24	21	0,30	<b>4,21</b>
50	1,06	17	0,33	<b>3,25</b>	1,08	18	0,32	<b>3,42</b>	1,11	18	0,32	<b>3,50</b>
55	0,99	14	0,35	<b>2,83</b>	1,00	14	0,35	<b>2,86</b>	1,01	15	0,34	<b>2,96</b>

**Grundkombination 2:**  $S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + w_{D,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w}$	erf n
3	1,79	3	0,49	<b>3,63</b>	1,94	3	0,49	<b>3,94</b>	2,09	3	0,49	<b>4,24</b>
5	1,79	4	0,48	<b>3,74</b>	1,94	4	0,48	<b>4,06</b>	2,09	4	0,48	<b>4,37</b>
10	1,77	9	0,40	<b>4,42</b>	1,92	9	0,40	<b>4,79</b>	2,06	9	0,40	<b>5,16</b>
15	1,74	13	0,36	<b>4,84</b>	1,88	13	0,36	<b>5,24</b>	2,03	13	0,36	<b>5,65</b>
20	1,77	16	0,33	<b>5,31</b>	1,92	17	0,33	<b>5,88</b>	2,06	17	0,33	<b>6,31</b>
25	1,80	20	0,30	<b>5,98</b>	1,93	20	0,30	<b>6,43</b>	2,07	20	0,30	<b>6,88</b>
30	1,80	22	0,29	<b>6,20</b>	1,93	23	0,29	<b>6,75</b>	2,06	23	0,29	<b>7,20</b>
35	1,61	24	0,28	<b>5,73</b>	1,71	24	0,28	<b>6,09</b>	1,82	25	0,28	<b>6,56</b>
40	1,44	23	0,29	<b>5,04</b>	1,52	24	0,28	<b>5,38</b>	1,59	25	0,28	<b>5,74</b>
45	1,29	22	0,29	<b>4,44</b>	1,34	23	0,29	<b>4,69</b>	1,39	24	0,28	<b>4,94</b>
50	1,14	19	0,31	<b>3,69</b>	1,17	20	0,30	<b>3,88</b>	1,20	21	0,30	<b>4,04</b>
55	1,03	15	0,34	<b>3,00</b>	1,04	16	0,33	<b>3,10</b>	1,05	16	0,33	<b>3,14</b>

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	2,24	3	0,49	<b>4,54</b>	2,39	3	0,49	<b>4,85</b>	2,54	3	0,49	<b>5,15</b>
5	2,23	4	0,48	<b>4,68</b>	2,38	4	0,48	<b>4,99</b>	2,53	5	0,46	<b>5,49</b>
10	2,21	9	0,40	<b>5,53</b>	2,36	9	0,40	<b>5,90</b>	2,51	9	0,40	<b>6,27</b>
15	2,17	13	0,36	<b>6,05</b>	2,32	13	0,36	<b>6,45</b>	2,46	14	0,35	<b>7,02</b>
20	2,20	17	0,33	<b>6,74</b>	2,34	17	0,33	<b>7,18</b>	2,48	17	0,33	<b>7,61</b>
25	2,20	21	0,30	<b>7,45</b>	2,34	21	0,30	<b>7,90</b>	2,47	21	0,30	<b>8,36</b>
30	2,19	24	0,28	<b>7,78</b>	2,32	24	0,28	<b>8,24</b>	2,45	24	0,28	<b>8,70</b>
35	1,92	25	0,28	<b>6,92</b>	2,02	26	0,27	<b>7,42</b>	2,12	26	0,27	<b>7,79</b>
40	1,66	26	0,27	<b>6,11</b>	1,74	26	0,27	<b>6,39</b>	1,81	27	0,27	<b>6,78</b>
45	1,44	24	0,28	<b>5,12</b>	1,49	25	0,28	<b>5,39</b>	1,54	26	0,27	<b>5,66</b>
50	1,22	22	0,29	<b>4,20</b>	1,25	22	0,29	<b>4,30</b>	1,28	23	0,29	<b>4,47</b>
55	1,06	17	0,33	<b>3,25</b>	1,07	17	0,33	<b>3,29</b>	1,08	18	0,32	<b>3,41</b>

**Grundkombination 2:**

$$S_{d,2} = g_{M,d} + 0,50 \cdot s_d + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n				
3	2,69	3	0,49	<b>5,46</b>	2,84	3	0,49	<b>5,76</b>				
5	2,68	5	0,46	<b>5,81</b>	2,83	5	0,46	<b>6,13</b>				
10	2,65	9	0,40	<b>6,64</b>	2,80	9	0,40	<b>7,01</b>				
15	2,61	14	0,35	<b>7,43</b>	2,75	14	0,35	<b>7,85</b>				
20	2,62	18	0,32	<b>8,25</b>	2,76	18	0,32	<b>8,70</b>				
25	2,61	21	0,30	<b>8,82</b>	2,74	21	0,30	<b>9,28</b>				
30	2,58	25	0,28	<b>9,31</b>	2,71	25	0,28	<b>9,78</b>				
35	2,22	27	0,27	<b>8,31</b>	2,32	27	0,27	<b>8,68</b>				
40	1,89	27	0,27	<b>7,06</b>	1,96	28	0,26	<b>7,47</b>				
45	1,59	26	0,27	<b>5,85</b>	1,64	27	0,27	<b>6,14</b>				
50	1,31	24	0,28	<b>4,65</b>	1,34	24	0,28	<b>4,75</b>				
55	1,09	18	0,32	<b>3,45</b>	1,11	19	0,31	<b>3,58</b>				

**Grundkombination 3.1:**

$$S_{d,3.1} = g_{M,d} + W_{D,d}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Winddruck			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	0,44	1	0,52	<b>0,84</b>
5	0,44	2	0,51	<b>0,87</b>
10	0,44	5	0,46	<b>0,95</b>
15	0,44	7	0,43	<b>1,02</b>
20	0,51	8	0,42	<b>1,24</b>
25	0,59	8	0,42	<b>1,42</b>
30	0,66	9	0,40	<b>1,66</b>
35	0,73	9	0,40	<b>1,84</b>
40	0,81	9	0,40	<b>2,01</b>
45	0,87	9	0,40	<b>2,19</b>
50	0,90	10	0,38	<b>2,35</b>
55	0,93	10	0,38	<b>2,42</b>

**Grundkombination 3.2:**  $S_{d,3.2} = g_{M,d,stab} + W_{S,d}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Windsog			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,31	180	0,54	<b>2,42</b>
5	1,31	179	0,54	<b>2,42</b>
10	1,31	179	0,54	<b>2,42</b>
15	1,31	178	0,54	<b>2,42</b>
20	1,35	178	0,54	<b>2,50</b>
25	1,40	178	0,54	<b>2,59</b>
30	1,44	177	0,54	<b>2,67</b>
35	1,45	177	0,54	<b>2,68</b>
40	1,46	177	0,54	<b>2,70</b>
45	1,47	176	0,54	<b>2,71</b>
50	1,48	176	0,54	<b>2,72</b>
55	1,49	176	0,54	<b>2,74</b>

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	0,85	3	1,79	<b>0,47</b>	1,04	3	1,79	<b>0,58</b>	1,24	3	1,79	<b>0,69</b>
5	0,84	4	1,76	<b>0,48</b>	1,04	5	1,73	<b>0,60</b>	1,24	5	1,73	<b>0,72</b>
10	0,84	9	1,59	<b>0,53</b>	1,03	9	1,59	<b>0,65</b>	1,23	9	1,59	<b>0,77</b>
15	0,82	13	1,49	<b>0,55</b>	1,02	14	1,47	<b>0,69</b>	1,21	14	1,47	<b>0,82</b>
20	0,83	17	1,41	<b>0,59</b>	1,02	18	1,39	<b>0,74</b>	1,21	18	1,39	<b>0,87</b>
25	0,84	20	1,35	<b>0,62</b>	1,02	21	1,34	<b>0,76</b>	1,20	22	1,32	<b>0,91</b>
30	0,84	23	1,31	<b>0,64</b>	1,01	25	1,29	<b>0,79</b>	1,19	25	1,29	<b>0,92</b>
35	0,75	25	1,29	<b>0,58</b>	0,89	27	1,27	<b>0,70</b>	1,02	28	1,25	<b>0,82</b>
40	0,67	26	1,28	<b>0,53</b>	0,77	29	1,24	<b>0,62</b>	0,87	29	1,24	<b>0,70</b>
45	0,60	25	1,29	<b>0,47</b>	0,67	29	1,24	<b>0,54</b>	0,74	29	1,24	<b>0,59</b>
50	0,53	24	1,30	<b>0,41</b>	0,57	27	1,27	<b>0,45</b>	0,61	27	1,27	<b>0,48</b>
55	0,47	21	1,34	<b>0,35</b>	0,49	24	1,30	<b>0,37</b>	0,50	24	1,30	<b>0,39</b>

**Grundkombination 4:**  $S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,44	3	1,79	<b>0,81</b>	1,64	3	1,79	<b>0,92</b>	1,84	3	1,79	<b>1,03</b>
5	1,44	5	1,73	<b>0,84</b>	1,64	5	1,73	<b>0,95</b>	1,84	5	1,73	<b>1,07</b>
10	1,43	9	1,59	<b>0,90</b>	1,62	9	1,59	<b>1,02</b>	1,82	9	1,59	<b>1,15</b>
15	1,40	14	1,47	<b>0,95</b>	1,60	14	1,47	<b>1,08</b>	1,79	14	1,47	<b>1,21</b>
20	1,40	18	1,39	<b>1,01</b>	1,59	18	1,39	<b>1,14</b>	1,77	19	1,37	<b>1,30</b>
25	1,38	22	1,32	<b>1,05</b>	1,57	23	1,31	<b>1,19</b>	1,75	23	1,31	<b>1,33</b>
30	1,36	26	1,28	<b>1,06</b>	1,53	26	1,28	<b>1,20</b>	1,70	27	1,27	<b>1,35</b>
35	1,16	29	1,24	<b>0,93</b>	1,30	29	1,24	<b>1,04</b>	1,43	30	1,23	<b>1,16</b>
40	0,97	30	1,23	<b>0,79</b>	1,07	32	1,22	<b>0,88</b>	1,17	32	1,22	<b>0,97</b>
45	0,80	30	1,23	<b>0,65</b>	0,87	33	1,21	<b>0,72</b>	0,94	33	1,21	<b>0,78</b>
50	0,65	29	1,24	<b>0,52</b>	0,69	31	1,22	<b>0,56</b>	0,73	31	1,22	<b>0,59</b>
55	0,52	25	1,29	<b>0,40</b>	0,54	27	1,27	<b>0,42</b>	0,55	27	1,27	<b>0,44</b>

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	2,04	3	1,79	<b>1,14</b>	2,24	3	1,79	<b>1,25</b>	2,44	3	1,79	<b>1,36</b>
5	2,04	5	1,73	<b>1,18</b>	2,24	5	1,73	<b>1,30</b>	2,44	5	1,73	<b>1,41</b>
10	2,02	10	1,56	<b>1,30</b>	2,21	10	1,56	<b>1,42</b>	2,41	10	1,56	<b>1,55</b>
15	1,98	14	1,47	<b>1,35</b>	2,17	14	1,47	<b>1,48</b>	2,37	14	1,47	<b>1,61</b>
20	1,96	19	1,37	<b>1,43</b>	2,15	19	1,37	<b>1,57</b>	2,34	19	1,37	<b>1,71</b>
25	1,93	23	1,31	<b>1,47</b>	2,11	23	1,31	<b>1,61</b>	2,29	23	1,31	<b>1,74</b>
30	1,88	27	1,27	<b>1,48</b>	2,05	27	1,27	<b>1,62</b>	2,22	28	1,25	<b>1,77</b>
35	1,57	30	1,23	<b>1,27</b>	1,70	31	1,22	<b>1,39</b>	1,84	31	1,22	<b>1,50</b>
40	1,28	33	1,21	<b>1,06</b>	1,38	34	1,20	<b>1,15</b>	1,48	34	1,20	<b>1,23</b>
45	1,01	33	1,21	<b>0,84</b>	1,08	35	1,19	<b>0,90</b>	1,15	35	1,19	<b>0,96</b>
50	0,77	32	1,22	<b>0,63</b>	0,81	34	1,20	<b>0,67</b>	0,85	34	1,20	<b>0,71</b>
55	0,57	28	1,25	<b>0,45</b>	0,59	29	1,24	<b>0,47</b>	0,60	29	1,24	<b>0,49</b>

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	2,64	3	1,79	<b>1,47</b>	2,84	3	1,79	<b>1,58</b>	3,04	3	1,79	<b>1,70</b>
5	2,64	5	1,73	<b>1,53</b>	2,84	5	1,73	<b>1,64</b>	3,03	5	1,73	<b>1,76</b>
10	2,61	10	1,56	<b>1,68</b>	2,81	10	1,56	<b>1,80</b>	3,00	10	1,56	<b>1,93</b>
15	2,56	14	1,47	<b>1,74</b>	2,75	14	1,47	<b>1,87</b>	2,95	15	1,45	<b>2,03</b>
20	2,53	19	1,37	<b>1,85</b>	2,71	19	1,37	<b>1,98</b>	2,90	19	1,37	<b>2,12</b>
25	2,47	23	1,31	<b>1,88</b>	2,65	24	1,30	<b>2,04</b>	2,83	24	1,30	<b>2,18</b>
30	2,40	28	1,25	<b>1,91</b>	2,57	28	1,25	<b>2,05</b>	2,74	28	1,25	<b>2,19</b>
35	1,98	31	1,22	<b>1,62</b>	2,11	32	1,22	<b>1,74</b>	2,25	32	1,22	<b>1,85</b>
40	1,58	34	1,20	<b>1,32</b>	1,68	35	1,19	<b>1,41</b>	1,78	35	1,19	<b>1,49</b>
45	1,22	35	1,19	<b>1,02</b>	1,29	36	1,19	<b>1,09</b>	1,36	36	1,19	<b>1,14</b>
50	0,89	35	1,19	<b>0,75</b>	0,93	36	1,19	<b>0,78</b>	0,97	36	1,19	<b>0,82</b>
55	0,62	30	1,23	<b>0,50</b>	0,64	31	1,22	<b>0,52</b>	0,66	31	1,22	<b>0,54</b>

**Grundkombination 4:**

$$S_{k,4} = g_{M,k} + s_k + 0,60 \cdot w_{D,k}$$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n				
3	3,24	3	1,79	<b>1,81</b>	3,44	3	1,79	<b>1,92</b>				
5	3,23	5	1,73	<b>1,87</b>	3,43	5	1,73	<b>1,99</b>				
10	3,20	10	1,56	<b>2,06</b>	3,40	10	1,56	<b>2,18</b>				
15	3,14	15	1,45	<b>2,16</b>	3,33	15	1,45	<b>2,30</b>				
20	3,09	19	1,37	<b>2,26</b>	3,28	19	1,37	<b>2,39</b>				
25	3,01	24	1,30	<b>2,32</b>	3,20	24	1,30	<b>2,46</b>				
30	2,92	28	1,25	<b>2,33</b>	3,09	28	1,25	<b>2,46</b>				
35	2,38	32	1,22	<b>1,96</b>	2,52	32	1,22	<b>2,07</b>				
40	1,89	35	1,19	<b>1,58</b>	1,99	35	1,19	<b>1,66</b>				
45	1,43	37	1,18	<b>1,21</b>	1,50	37	1,18	<b>1,27</b>				
50	1,02	37	1,18	<b>0,86</b>	1,06	37	1,18	<b>0,90</b>				
55	0,67	32	1,22	<b>0,55</b>	0,69	33	1,21	<b>0,57</b>				

**Grundkombination 5:**  $S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	0,75				1,00				1,25			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	0,61	2	1,83	<b>0,33</b>	0,71	2	1,83	<b>0,39</b>	0,81	2	1,83	<b>0,44</b>
5	0,61	4	1,76	<b>0,35</b>	0,71	4	1,76	<b>0,40</b>	0,81	4	1,76	<b>0,46</b>
10	0,60	7	1,66	<b>0,36</b>	0,70	8	1,62	<b>0,43</b>	0,80	8	1,62	<b>0,49</b>
15	0,60	11	1,53	<b>0,39</b>	0,69	12	1,51	<b>0,46</b>	0,79	12	1,51	<b>0,52</b>
20	0,64	13	1,49	<b>0,43</b>	0,73	14	1,47	<b>0,50</b>	0,82	15	1,45	<b>0,57</b>
25	0,67	15	1,45	<b>0,46</b>	0,76	17	1,41	<b>0,54</b>	0,85	17	1,41	<b>0,60</b>
30	0,71	17	1,41	<b>0,50</b>	0,79	18	1,39	<b>0,57</b>	0,87	19	1,37	<b>0,64</b>
35	0,69	17	1,41	<b>0,49</b>	0,76	19	1,37	<b>0,55</b>	0,82	20	1,35	<b>0,61</b>
40	0,69	16	1,43	<b>0,48</b>	0,73	19	1,37	<b>0,54</b>	0,78	19	1,37	<b>0,57</b>
45	0,69	15	1,45	<b>0,47</b>	0,72	18	1,39	<b>0,52</b>	0,75	18	1,39	<b>0,54</b>
50	0,66	14	1,47	<b>0,45</b>	0,68	16	1,43	<b>0,48</b>	0,70	16	1,43	<b>0,49</b>
55	0,65	13	1,49	<b>0,44</b>	0,66	14	1,47	<b>0,45</b>	0,67	14	1,47	<b>0,45</b>

**Grundkombination 5:**  $S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	1,50				1,75				2,00			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	0,91	2	1,83	<b>0,50</b>	1,01	3	1,79	<b>0,56</b>	1,11	3	1,79	<b>0,62</b>
5	0,91	4	1,76	<b>0,52</b>	1,01	4	1,76	<b>0,57</b>	1,11	4	1,76	<b>0,63</b>
10	0,90	8	1,62	<b>0,55</b>	1,00	8	1,62	<b>0,61</b>	1,10	9	1,59	<b>0,69</b>
15	0,89	12	1,51	<b>0,58</b>	0,98	13	1,49	<b>0,66</b>	1,08	13	1,49	<b>0,72</b>
20	0,92	15	1,45	<b>0,63</b>	1,01	16	1,43	<b>0,71</b>	1,10	16	1,43	<b>0,77</b>
25	0,94	18	1,39	<b>0,68</b>	1,03	19	1,37	<b>0,75</b>	1,12	19	1,37	<b>0,82</b>
30	0,96	20	1,35	<b>0,71</b>	1,05	21	1,34	<b>0,78</b>	1,13	22	1,32	<b>0,85</b>
35	0,89	21	1,34	<b>0,67</b>	0,96	22	1,32	<b>0,72</b>	1,02	23	1,31	<b>0,78</b>
40	0,83	21	1,34	<b>0,62</b>	0,88	23	1,31	<b>0,67</b>	0,93	23	1,31	<b>0,71</b>
45	0,78	19	1,37	<b>0,57</b>	0,81	21	1,34	<b>0,61</b>	0,84	21	1,34	<b>0,63</b>
50	0,72	17	1,41	<b>0,51</b>	0,74	19	1,37	<b>0,54</b>	0,75	19	1,37	<b>0,55</b>
55	0,67	15	1,45	<b>0,46</b>	0,68	16	1,43	<b>0,48</b>	0,69	16	1,43	<b>0,48</b>

**Grundkombination 5:**  $S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	2,25				2,50				2,75			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,21	3	1,79	<b>0,67</b>	1,31	3	1,79	<b>0,73</b>	1,41	3	1,79	<b>0,79</b>
5	1,21	4	1,76	<b>0,69</b>	1,31	4	1,76	<b>0,74</b>	1,41	4	1,76	<b>0,80</b>
10	1,19	9	1,59	<b>0,75</b>	1,29	9	1,59	<b>0,81</b>	1,39	9	1,59	<b>0,88</b>
15	1,17	13	1,49	<b>0,79</b>	1,27	13	1,49	<b>0,85</b>	1,37	13	1,49	<b>0,92</b>
20	1,20	17	1,41	<b>0,85</b>	1,29	17	1,41	<b>0,92</b>	1,39	17	1,41	<b>0,98</b>
25	1,21	20	1,35	<b>0,90</b>	1,30	20	1,35	<b>0,97</b>	1,39	20	1,35	<b>1,03</b>
30	1,22	22	1,32	<b>0,92</b>	1,30	23	1,31	<b>0,99</b>	1,39	23	1,31	<b>1,06</b>
35	1,09	24	1,30	<b>0,84</b>	1,16	24	1,30	<b>0,89</b>	1,23	25	1,29	<b>0,95</b>
40	0,98	24	1,30	<b>0,75</b>	1,02	25	1,29	<b>0,79</b>	1,07	25	1,29	<b>0,83</b>
45	0,88	22	1,32	<b>0,66</b>	0,91	24	1,30	<b>0,70</b>	0,94	24	1,30	<b>0,72</b>
50	0,77	20	1,35	<b>0,57</b>	0,79	21	1,34	<b>0,59</b>	0,81	21	1,34	<b>0,61</b>
55	0,70	16	1,43	<b>0,49</b>	0,70	17	1,41	<b>0,50</b>	0,71	17	1,41	<b>0,50</b>

**Grundkombination 5:**  $S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,00				3,25				3,50			
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n
3	1,51	3	1,79	<b>0,84</b>	1,61	3	1,79	<b>0,90</b>	1,71	3	1,79	<b>0,95</b>
5	1,50	4	1,76	<b>0,86</b>	1,60	5	1,73	<b>0,93</b>	1,70	5	1,73	<b>0,99</b>
10	1,49	9	1,59	<b>0,94</b>	1,59	9	1,59	<b>1,00</b>	1,69	9	1,59	<b>1,06</b>
15	1,46	13	1,49	<b>0,98</b>	1,56	13	1,49	<b>1,05</b>	1,66	14	1,47	<b>1,13</b>
20	1,48	17	1,41	<b>1,05</b>	1,57	17	1,41	<b>1,12</b>	1,67	17	1,41	<b>1,18</b>
25	1,48	21	1,34	<b>1,11</b>	1,57	21	1,34	<b>1,18</b>	1,66	21	1,34	<b>1,25</b>
30	1,48	24	1,30	<b>1,13</b>	1,56	24	1,30	<b>1,20</b>	1,65	24	1,30	<b>1,27</b>
35	1,29	25	1,29	<b>1,00</b>	1,36	26	1,28	<b>1,06</b>	1,43	26	1,28	<b>1,12</b>
40	1,12	26	1,28	<b>0,88</b>	1,17	27	1,27	<b>0,93</b>	1,22	27	1,27	<b>0,97</b>
45	0,97	25	1,29	<b>0,76</b>	1,01	26	1,28	<b>0,79</b>	1,04	26	1,28	<b>0,82</b>
50	0,83	22	1,32	<b>0,63</b>	0,85	23	1,31	<b>0,65</b>	0,87	23	1,31	<b>0,66</b>
55	0,72	18	1,39	<b>0,52</b>	0,73	18	1,39	<b>0,52</b>	0,73	18	1,39	<b>0,53</b>

**Grundkombination 5:**  $S_{k,5} = g_{M,k} + 0,50 \cdot s_k + w_{D,k}$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]											
	3,75				4,00							
	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n	$S_{d,res}$	$\alpha$	$F_{d,w.}$	erf n				
3	1,81	3	1,79	<b>1,01</b>	1,91	3	1,79	<b>1,06</b>				
5	1,80	5	1,73	<b>1,05</b>	1,90	5	1,73	<b>1,10</b>				
10	1,78	9	1,59	<b>1,12</b>	1,88	9	1,59	<b>1,18</b>				
15	1,75	14	1,47	<b>1,19</b>	1,85	14	1,47	<b>1,26</b>				
20	1,76	18	1,39	<b>1,27</b>	1,85	18	1,39	<b>1,33</b>				
25	1,75	21	1,34	<b>1,31</b>	1,84	22	1,32	<b>1,39</b>				
30	1,73	25	1,29	<b>1,34</b>	1,82	25	1,29	<b>1,41</b>				
35	1,49	27	1,27	<b>1,18</b>	1,56	27	1,27	<b>1,23</b>				
40	1,27	28	1,25	<b>1,02</b>	1,32	28	1,25	<b>1,06</b>				
45	1,07	27	1,27	<b>0,85</b>	1,11	28	1,25	<b>0,88</b>				
50	0,89	24	1,30	<b>0,68</b>	0,91	25	1,29	<b>0,70</b>				
55	0,74	19	1,37	<b>0,54</b>	0,75	20	1,35	<b>0,56</b>				

## 9.5. Zusammenfassung

Abhängig von Dachneigung und charakteristischer Schneelast ergibt sich folgende Tabelle mit Anhaltswerten für die Anzahl der erforderlichen Befestigungspunkte pro m<sup>2</sup> Modulfläche.

### Erforderliche Anzahl an Befestigungsmitteln pro m<sup>2</sup> bei Staudruck $q = 1,30 \text{ kN/m}^2$

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]									
	0,00		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
3	4,1		4,1	4,1	4,1	4,5	5,1	5,7	6,4	7,0
5	4,1		4,1	4,1	4,1	4,7	5,5	6,1	6,8	7,4
10	4,1		4,1	4,1	4,8	5,5	6,3	7,0	7,7	8,5
15	4,1		4,1	4,4	5,2	6,0	7,0	7,8	8,7	9,5
20	4,2		4,2	4,9	5,9	6,7	7,8	8,7	9,6	10,4
25	4,3		4,4	5,3	6,4	7,4	8,3	9,4	10,3	11,3
30	4,5		4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,8
35	4,5		4,5	5,2	6,0	7,0	7,7	8,6	9,6	10,3
40	4,5		4,5	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	8,1	8,9
45	4,5		4,5	4,5	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1
50	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,8	5,1	5,4
55	4,5		4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]									
	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
3	7,6	8,2	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4	13,0
5	8,1	8,7	9,4	10,0	10,6	11,3	11,9	12,6	13,2	13,9
10	9,2	9,9	10,7	11,4	12,7	13,4	14,2	15,0	15,7	16,5
15	10,3	11,1	12,0	12,8	13,6	14,4	15,3	16,1	16,9	17,7
20	11,3	12,2	13,5	14,4	15,3	16,2	17,1	18,0	18,9	19,9
25	12,2	13,3	14,3	15,2	16,2	17,1	18,1	19,0	20,0	20,9
30	12,8	13,7	14,9	15,9	16,9	17,8	18,8	19,8	21,1	22,1
35	11,3	12,1	13,1	14,0	14,8	15,6	16,6	17,4	18,2	19,0
40	9,5	10,2	10,8	11,5	12,2	12,9	13,5	14,2	15,0	15,6
45	7,6	8,1	8,6	9,1	9,6	10,0	10,6	11,0	11,6	12,0
50	5,7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,3	7,5	7,9	8,1	8,5
55	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,8	4,9	5,1	5,2

**Erforderliche Anzahl an Befestigungsmitteln pro m<sup>2</sup> bei Staudruck q = 0,80 kN/m<sup>2</sup>**

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]									
	0,00		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
3	2,4		2,5	3,1	3,7	4,3	5,0	5,6	6,2	6,8
5	2,4		2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	5,9	6,6	7,2
10	2,4		3,1	3,8	4,6	5,3	6,0	6,8	7,8	8,6
15	2,4		3,4	4,3	5,1	5,9	6,8	7,6	8,4	9,2
20	2,5		3,8	4,8	5,7	6,5	7,4	8,5	9,5	10,4
25	2,6		4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,0	11,0
30	2,7		4,3	5,3	6,3	7,4	8,4	9,5	10,5	11,4
35	2,7		4,0	4,9	5,8	6,7	7,5	8,4	9,2	10,1
40	2,7		3,6	4,3	5,0	5,7	6,3	7,0	7,7	8,4
45	2,7		3,2	3,7	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6
50	2,7		2,8	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6	4,9
55	2,7		2,7	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3

Dachneigung $\alpha$ [°]	Schneelast $s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]									
	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
3	7,4	8,0	8,6	9,2	9,8	10,4	11,0	11,6	12,3	12,9
5	7,9	8,5	9,2	9,8	10,5	11,1	11,7	12,4	13,0	13,7
10	9,3	10,1	10,9	11,7	12,4	13,2	14,0	14,7	15,5	16,3
15	10,1	10,9	11,7	12,8	13,7	14,5	15,4	16,2	17,1	17,9
20	11,3	12,2	13,1	14,0	14,9	15,8	16,8	17,7	18,6	19,5
25	11,9	12,9	14,0	15,0	16,0	16,9	17,9	18,9	19,8	20,8
30	12,6	13,6	14,6	15,6	16,6	17,6	18,6	19,5	20,5	21,9
35	10,9	11,8	12,6	13,5	14,4	15,2	16,0	16,9	17,7	18,7
40	9,1	9,7	10,4	11,1	11,8	12,4	13,0	13,8	14,5	15,1
45	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	9,6	10,0	10,6	11,0	11,5
50	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,1	7,3	7,7	8,0
55	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3	4,4	4,5	4,7

Die so ermittelte Anzahl der Befestigungspunkte dient als Kalkulationsgrundlage. Die Verteilung auf der Dachfläche erfolgt nach statischen und konstruktiven Erfordernissen!

## **10. Hinweise für die Anwendung der statischen Berechnung und für die Ausführung**

1. Bei den Lastannahmen für Schnee sind eventuell mögliche Schneeanhäufungen (z. B. in Kehlen) nicht berücksichtigt, hier sind evtl. zusätzliche Befestigungspunkte erforderlich. Ab Dachneigungen von 30 ° muss das ungehinderte Abrutschen des Schnees gewährleistet sein (keine Schneefanggitter o.ä.).
2. Die in Rand- und Eckbereichen von Dächern auftretenden Sogspitzen sind nicht abgedeckt. Bei Montage in diesen Bereichen sind ggf. zusätzliche Verankerungen erforderlich. Die Windlastannahmen gelten für die Dachbereiche H, I und N und für einen Staudruck von  $q = 1,30 \text{ kN/m}^2$  bzw.  $q = 0,80 \text{ kN/m}^2$  nach DIN EN 1991-1-4.
3. Der statische Nachweis für das montierte Schienensystem muss gesondert erbracht werden, zusätzliche systembedingte Lasten (z. B. Temperatur) sind hierbei zu berücksichtigen.
4. Bei der Verteilung der Befestigungspunkte auf der Dachfläche sollte die Unterkonstruktion gleichmäßig belastet werden. Einsparungen durch, z. B. ein Auslassen von jedem zweiten Sparren, sind aufgrund von entstehenden Lastumlagerungen ohne statischen Nachweis nicht zulässig.
5. Durch die Montage von Solarmodulen wird die Dachlast erhöht und die Lasteinleitung verändert (Punktlasten statt Flächenlasten). Für das Dachtragwerk ist ein gesonderter statischer Nachweis erforderlich.
6. Die angegebenen Mindestabmessungen für die Randabstände und Verankerungslängen der Schrauben sind einzuhalten (vgl. Seite 4 und 5). Die Mindestrandabstände in der Platte sind nicht eingehalten. Die Platte ist deshalb, entsprechend Seite 4 zu vergrößern. Die Schrauben müssen im Sparren vorgebohrt werden.
7. Die zulässige Durchbiegung kann aufgrund der Vielzahl von Möglichkeiten bei der Dacheindeckung nicht einheitlich berücksichtigt werden. Die Berechnung gilt demzufolge nur für lichte Abstände des Befestigungssystems zur Dacheindeckung von  $\geq 20 \text{ mm}$ .
8. Für die Verformungsbegrenzung wurde der Teilsicherheitsbeiwert des Materials berücksichtigt. Teilsicherheitsbeiwerte für die Lasten wurden, da keine Gefahr für Leib und Leben besteht nicht angesetzt. In Extremfällen (Lasten höher als statisch angesetzt) kann dies zur Beschädigung der Dacheindeckung führen.
9. Die Anzahl der Befestigungselemente hängt maßgeblich vom Abstand der Anschlussplatte zur Oberkante Sparren ab. Eine Reduzierung dieses Abstandes wird auch die Anzahl der erforderlichen Befestigungselemente verringern.
10. Die Berechnungen der Stockschraube sind nur für eine Ausrichtung der Trägerplatte in Dachneigung geführt. Alle anderen Einbauvarianten müssen getrennt geprüft werden.
11. Die der statischen Berechnung zugrunde gelegten Materialien mit deren Festigkeitsklassen sind sicherzustellen (Anschlussplatte S 275, Stockschraube SFK 70 und Unterkonstruktion C 24).