

1.3 Charakteristische Schneelasten (DIN EN 1991-1-3)

(KLED: kurz)

Schneelastzone	:	<div>2</div>	Geländehöhe ü.NN	A	:	<div>300</div>	m
Dachneigung	α_1	<div>49,0</div>	°	Dachneigung	α_2	<div>49,0</div>	°
Abgleiten gehindert	α_1	<div></div>	ja	Abgleiten gehindert	α_2	<div></div>	ja
		<div>x</div>	nein			<div>x</div>	nein

1.3.1 Schneelasten auf Dachflächen

- Charakteristische Schneelast auf dem Boden, nach NPD zu 4.1(1) DIN EN 1991-1-3

$$s_k = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,25 + 1,91 \cdot \left[\frac{A + 140}{760} \right]^2 \\ 0,85 \end{array} \right.$$

$$s_k = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,25 + 1,91 \cdot \left[\frac{300 + 140}{760} \right]^2 \\ 0,85 \end{array} \right. = 0,89 \quad = 0,89 \text{ kN/m}^2$$

- Formbeiwert der Schneelasten, nach Tabelle 5.2 DIN EN 1991-1-3

Dachneigung α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
Formbeiwert μ_1	0,80	$0,80 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ$	0

$$\mu_1(\alpha_1) = \max. \left\{ \begin{array}{l} 0,29 \\ 0,00 \end{array} \right. \quad (\text{ungehindertes Abgleiten, nicht maßgebend!}) \quad = 0,29$$

$$\mu_1(\alpha_2) = \max. \left\{ \begin{array}{l} 0,29 \\ 0,00 \end{array} \right. \quad (\text{ungehindertes Abgleiten, nicht maßgebend!}) \quad = 0,29$$

- Schneelasten und Lastfälle, nach Bild 5.3 DIN EN 1991-1-3

Fall 1:

$$s_{1,k} = \mu_1 (\alpha_1) * s_k = 0,29 * 0,89 = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{2,k} = \mu_1 (\alpha_2) * s_k = 0,29 * 0,89 = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

Fall 2:

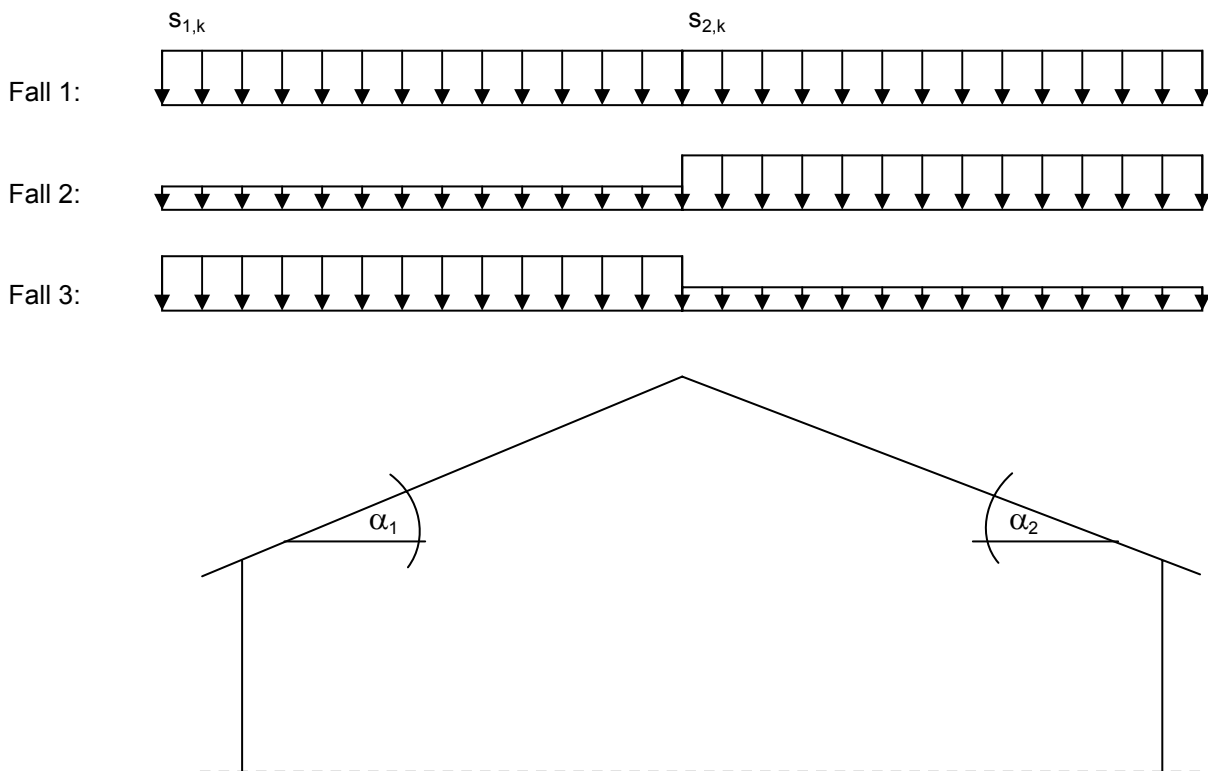
$$s_{1,k} = 0,5 * \mu_1 (\alpha_1) * s_k = 0,5 * 0,29 * 0,89 = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{2,k} = \mu_1 (\alpha_2) * s_k = 0,29 * 0,89 = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

Fall 3:

$$s_{1,k} = \mu_1 (\alpha_1) * s_k = 0,29 * 0,89 = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{2,k} = 0,5 * \mu_1 (\alpha_2) * s_k = 0,5 * 0,29 * 0,89 = 0,13 \text{ kN/m}^2$$



(schematische Darstellung)

1.4 Charakteristische Windlasten auf Satteldächer (DIN EN 1991-1-4)

(KLED: kurz/sehr kurz)

Windlastzone : 1 (Binnenland)

Dach:

Dachneigung	α_1	49,0 °
Dachneigung	α_2	49,0 °
Dachbreite	b_D	11,20 m (Giebel)
Dachlänge	l_D	12,00 m (Traufe)

Gebäude:

max. Firsthöhe	h	11,00 m (≤ 25 m !)
Gebäudebreite	b_G	10,50 m (Giebel)
Gebäudelänge	l_G	11,00 m (Traufe)

1.4.1 Windlasten auf Dachflächen

Für die Tragsicherheitsnachweise (STR) werden die Windlasten mit den $c_{pe,10}$ -Werten ermittelt.Für die Tragsicherheitsnachweise (EQU), Windsog werden die Windlasten ungünstig mit den $c_{pe,1}$ -Werten ermittelt.

- Böhengeschwindigkeitsdruck, konstant über Gebäudehöhe nach Tabelle NA.B.3, DIN EN 1991-1-4/NA

Als Bezugshöhe für den Böhengeschwindigkeitsdruck wird die maximale Firsthöhe über Grund angenommen.

$$q_p = 0,65 \text{ kN/m}^2 \quad \text{für: } 10\text{m} < h < 18\text{m}$$

- Außendruckbeiwerte für Satteldächer nach Tabelle 7.4.a, DIN EN 1991-1-4

Anströmrichtung $\theta = 0^\circ/180^\circ, \pm 45^\circ$

α_i [°]	Bereich F		Bereich G		Bereich H		Bereich I		Bereich J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30
	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30
	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30

Interpolation für $\alpha_1 = 49,0^\circ$

α_1 49	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30
	0,70	0,70	0,70	0,70	0,63	0,63	-0,05	-0,05	-0,08	-0,08

α_i [°]	Bereich F		Bereich G		Bereich H		Bereich I		Bereich J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30
	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30
	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30

Interpolation für $\alpha_2 = 49,0^\circ$

α_2 49	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30
	0,70	0,70	0,70	0,70	0,63	0,63	-0,05	-0,05	-0,08	-0,08

Anströmrichtung $\theta = 90^\circ/270^\circ, \pm 45^\circ$

α_i [°]	Bereich							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
45	-1,10	-1,50	-1,40	-2,00	-0,90	-1,20	-0,50	-0,50
60	-1,10	-1,50	-1,20	-2,00	-0,80	-1,00	-0,50	-0,50
Interpolation für $\alpha_1 = 49,0^\circ$								
α_1 49	-1,10	-1,50	-1,35	-2,00	-0,87	-1,15	-0,50	-0,50

α_i [°]	Bereich							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
45	-1,10	-1,50	-1,40	-2,00	-0,90	-1,20	-0,50	-0,50
60	-1,10	-1,50	-1,20	-2,00	-0,80	-1,00	-0,50	-0,50
Interpolation für $\alpha_2 = 49,0^\circ$								
α_2 49,0	-1,10	-1,50	-1,35	-2,00	-0,87	-1,15	-0,50	-0,50

- Winddruck auf die Dachflächen

$$w_{e,k} = c_{pe} \times q_p$$

Anströmrichtung $\theta = 0^\circ/180^\circ, \pm 45^\circ$ ohne Berücksichtigung der Lasteinzugsfläche

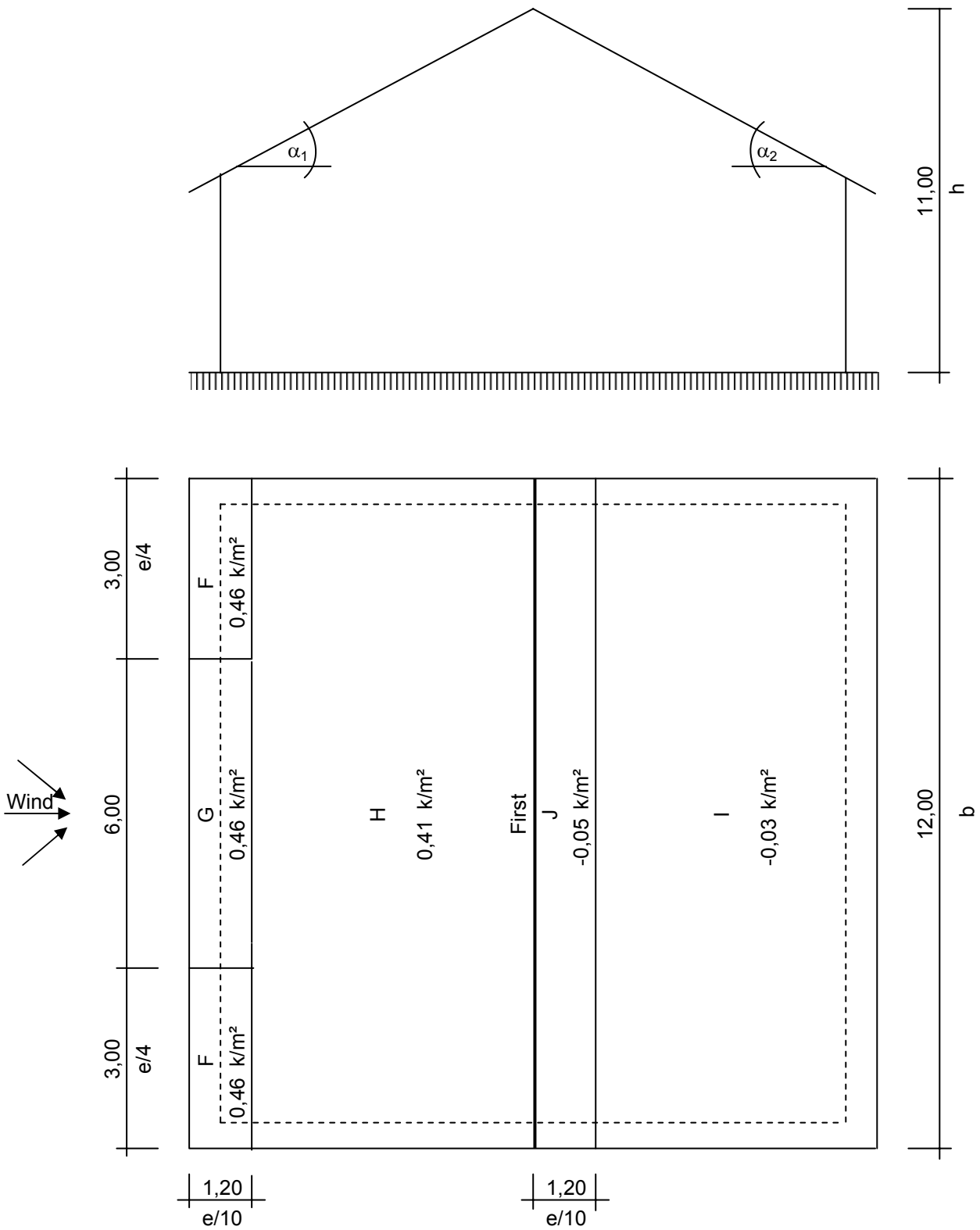
α_i [°]	$w_{e,k}$ [kN/m ²] Bereich									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
α_1 49,0	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	-0,13	-0,13	-0,20	-0,20
	0,46	0,46	0,46	0,46	0,41	0,41	-0,03	-0,03	-0,05	-0,05
α_2 49,0	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	-0,13	-0,13	-0,20	-0,20
	0,46	0,46	0,46	0,46	0,41	0,41	-0,03	-0,03	-0,05	-0,05

Anströmrichtung $\theta = 90^\circ/270^\circ, \pm 45^\circ$ ohne Berücksichtigung der Lasteinzugsfläche

α_i [°]	$w_{e,k}$ [kN/m ²] Bereich							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
α_1 49,0	-0,72	-0,98	-0,88	-1,30	-0,57	-0,75	-0,33	-0,33
α_2 49,0	-0,72	-0,98	-0,88	-1,30	-0,57	-0,75	-0,33	-0,33

- Einteilung der Dachflächen nach Bild 7.8, DIN EN 1991-1-4

$$\theta = 0^\circ / 180^\circ, \pm 45^\circ$$



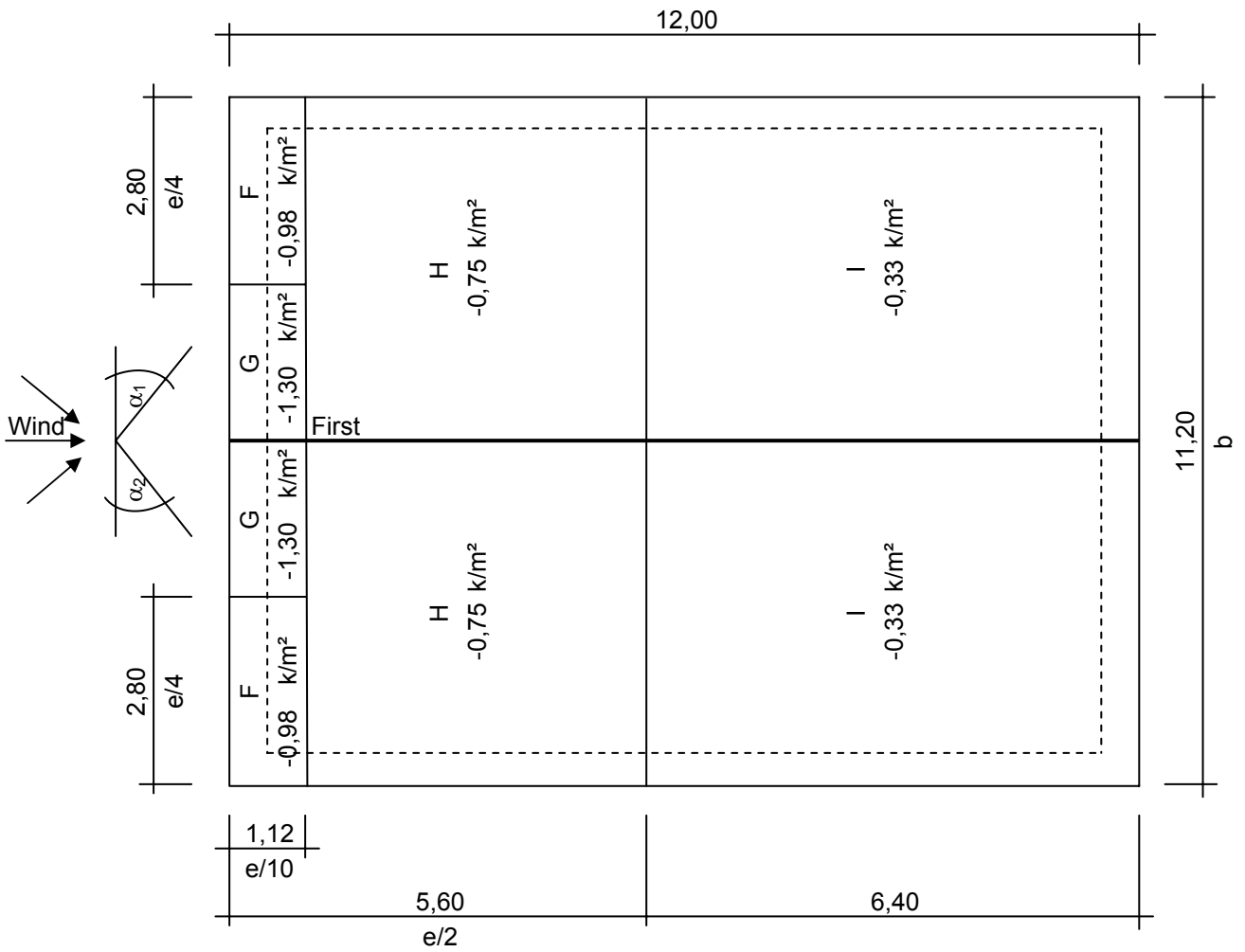
$$e = \min \begin{cases} b = 12,00 \text{ m} \\ 2 \cdot h = 22,00 \text{ m} \end{cases}$$

$$e = 12,00 \text{ m}$$

(schematische Darstellung)

[m]

$$\theta = 90^\circ / 270^\circ, \pm 45^\circ$$



$$e = \min \begin{cases} b = 11,20 \text{ m} \\ 2 * h = 22,00 \text{ m} \end{cases}$$

$$e = 11,20 \text{ m}$$

(schematische Darstellung)

[m]

Pos. 101.1 Grundlatten und Verbindungsmittel GK : 0 NKL : 2

Einbauvariante : druckfeste Dämmung mit Teilgewindeschrauben

Sparrenabstand e_{Sp} : 65,0 cm Lattenabstand max. s_L^a : 40,0 cm Dachneigung α : 49,0 °Grundlatten : Latte - DIN 4074-1 - S10 K TS (C24) - Fi/Ta
 $d_{GL} / b_{GL} = \quad / \quad$ mm bzw. 40 / 60 mm

Dämmung : Druckfeste Wärmedämmung nach DIN 4108-10 - DAD - min CS(10)50

Dachbauschrauben : Teilgewindeschrauben mit Senkkopf - Würth - ASSY 3.0
(charakteristische Tragfähigkeitswerte siehe Seite 16)

1.0 Lastannahmen

1.1 Charakteristische Eigenlasten (DIN EN 1991-1-1) (KLED: ständig)

• Eigenlast Dacheindeckung inkl. Traglatten

$$g_{z,k} = g_k \cdot \cos \alpha_{\max} \cdot e_{Sp} = 0,55 \cdot \cos 49,0 \cdot 0,650 = 0,23 \text{ kN/m}$$

$$g_{y,k} = g_k \cdot \sin \alpha_{\max} \cdot e_{Sp} = 0,55 \cdot \sin 49,0 \cdot 0,650 = 0,27 \text{ kN/m}$$

• Eigenlast Grundlatten

$$g_{z,k} = g_k \cdot d_{GL} \cdot b_{GL} \cdot \cos \alpha_{\max} = 4,20 \cdot 0,04 \cdot 0,06 \cdot \cos 49,0 = 0,01 \text{ kN/m}$$

$$g_{y,k} = g_k \cdot d_{GL} \cdot b_{GL} \cdot \sin \alpha_{\max} = 4,20 \cdot 0,04 \cdot 0,06 \cdot \sin 49,0 = 0,01 \text{ kN/m}$$

$$g_{1z,k} = 0,24 \text{ kN/m}$$

$$g_{1y,k} = 0,28 \text{ kN/m}$$

• Eigenlast Dämmung

$$g_{z,k} = g_k \cdot t_D \cdot \cos \alpha_{\max} \cdot e_{Sp} = 1,00 \cdot 0,12 \cdot \cos 49,0 \cdot 0,650 = g_{2z,k} = 0,05 \text{ kN/m}$$

$$g_{y,k} = g_k \cdot t_D \cdot \sin \alpha_{\max} \cdot e_{Sp} = 1,00 \cdot 0,12 \cdot \sin 49,0 \cdot 0,650 = g_{2y,k} = 0,06 \text{ kN/m}$$

1.2 Charakteristische Schneelasten (DIN EN 1991-1-3) (KLED: kurz)

• Schneelast auf die Dachflächen

$$s_{z,k} = s_k \cdot \cos^2 \alpha \cdot e_{Sp} = 0,26 \cdot \cos^2 49,0 \cdot 0,650 = 0,07 \text{ kN/m}$$

$$s_{y,k} = s_k \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot e_{Sp} = 0,26 \cdot \sin 49,0 \cdot \cos 49,0 \cdot 0,650 = 0,08 \text{ kN/m}$$

1.3 Charakteristische Windlasten (DIN EN 1991-1-4) (KLED: kurz/sehr kurz)

• Maximaler Winddruck auf die Dachflächen, Anströmrichtung $\theta = 0^\circ / 180^\circ$ (STR, $c_{pe,1}$)

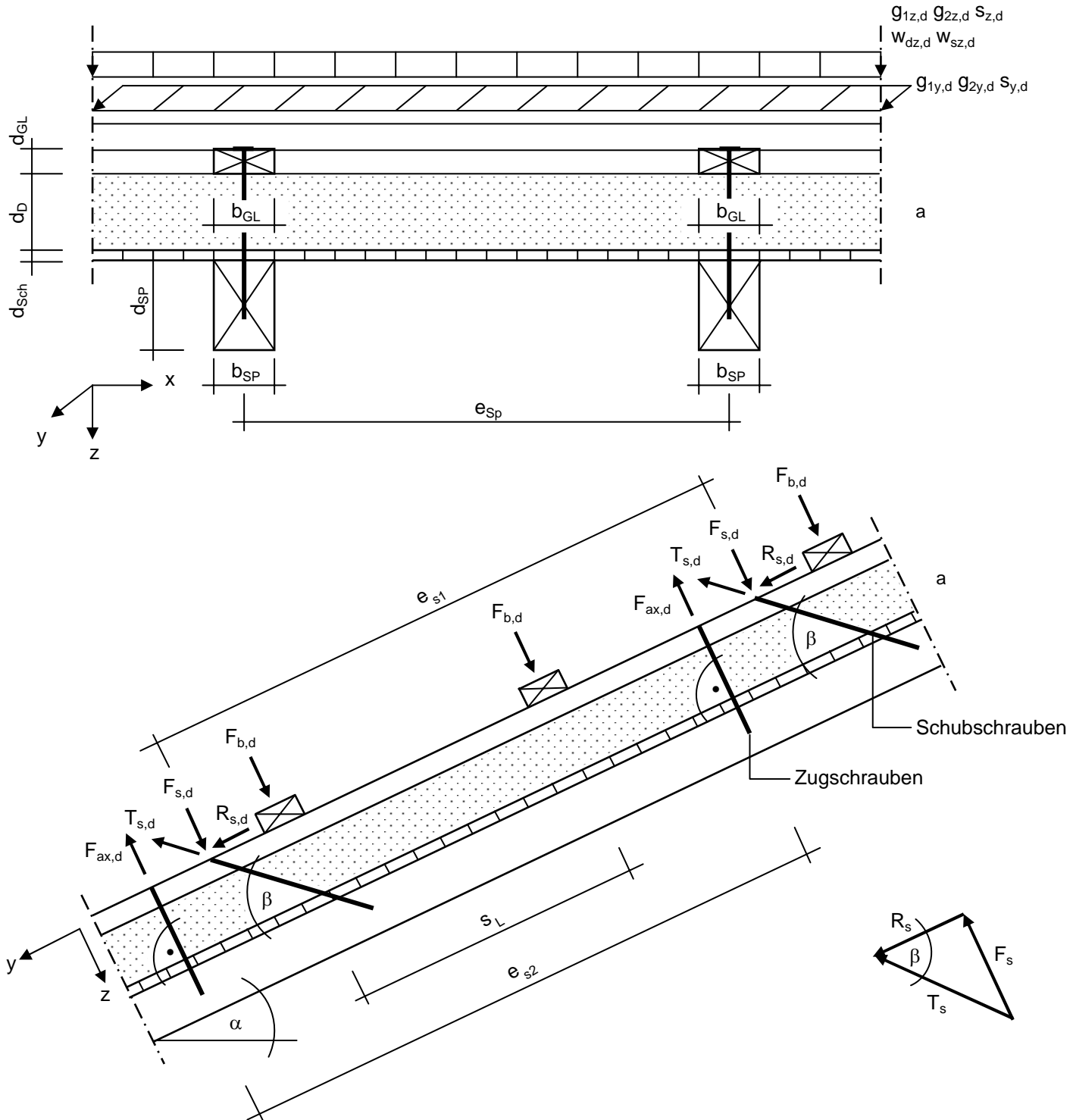
$$w_{dz,k} = w_{eG,k} \cdot e_{Sp} = 0,46 \cdot 0,650 = 0,30 \text{ kN/m}$$

• Maximaler Windsog auf die Dachflächen, Anströmrichtung $\theta = 90^\circ / 270^\circ$ (EQU, $c_{pe,1}$)

$$w_{sz,k} = w_{eG,k} \cdot e_{Sp} = -1,30 \cdot 0,650 = -0,85 \text{ kN/m}$$

a abhängig von der Dacheindeckung

2.0 System und Belastung



a Feuchtigkeitsperren sind nicht dargestellt.

(schematische Darstellung)

2.1 Geometrie

e_{SP}	b_{SP}	d_{SP}	s_L	α	d_{GL}	b_{GL}	t_D	d_{Sch}	e_{s1}	e_{s2}	β
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[°]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[°]
65,0	8,0	16	40,0	49	40	60	120	22	1,49	1,75	60

2.2 Lastzusammenstellung, charakteristische Werte

LF 1 Eigenlast				LF 2 Schnee		LF 3 Winddruck	LF 4 Windsog
$g_{1z,k}$	$g_{1y,k}$	$g_{2z,k}$	$g_{2y,k}$	$s_{z,k}$	$s_{y,k}$	$w_{dz,k}$	$w_{sz,k}$
[kN/m]				[kN/m]		[kN/m]	[kN/m]
0,24	0,28	0,05	0,06	0,07	0,08	0,30	-0,85

3.0 Lastfallkombinationen und Bemessungslasten

3.1 Lastfallkombinationen $E_d = \sum \gamma_g \cdot G_{k,i} \oplus \gamma_Q \cdot Q_{k,i} \oplus \sum \gamma_Q \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

LK	KLED	k_{mod} [-]	LF 1 Eigenlast				LF 2 Schnee		LF 3 Winddruck		LF 4 Windsog	
			$g_{1z,k},$	$g_{1y,k}$	$g_{2z,k},$	$g_{2y,k}$	$s_{z,k},$	$s_{y,k}$	$w_{dz,k}$		$w_{sz,k}$	
			$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	γ_Q	Ψ_0^a	γ_Q	Ψ_0	γ_Q	Ψ_0
			1,35	1,00	1,35	1,00	1,50	0,50	1,50	0,60	1,50	0,60
1	ständig	0,60	1,35		1,35		-		-		-	
2	kurz	0,90	1,35		1,35		1,50		-		-	
3	k./s.k	1,00	1,35		1,35		-		1,50		-	
4	k./s.k	1,00	1,35		1,35		1,50		1,50	* 0,60	-	
5	k./s.k	1,00	1,35		1,35		1,50	* 0,50	1,50		-	
6	k./s.k	1,00	1,00		1,00		-		-		1,50	

3.2 Bemessungslasten

LK	KLED	k_{mod} [-]	LF 1 Eigenlast [kN/m]				LF 2 Schnee [kN/m]		LF 3 Winddruck [kN/m]		LF 4 Windsog [kN/m]	
			$g_{1z,d}$	$g_{1y,d}$	$g_{2z,d}$	$g_{2y,d}$	$s_{z,d}$	$s_{y,d}$	$w_{dz,d}$		$w_{sz,d}$	
1	ständig	0,60	0,33	0,37	0,07	0,08	-	-	-		-	
2	kurz	0,90	0,33	0,37	0,07	0,08	0,11	0,13	-		-	
3	k./s.k	1,00	0,33	0,37	0,07	0,08	-	-	0,45		-	
4	k./s.k	1,00	0,33	0,37	0,07	0,08	0,11	0,13	0,27		-	
5	k./s.k	1,00	0,33	0,37	0,07	0,08	0,05	0,06	0,45		-	
6	k./s.k	1,00	0,24	0,28	0,05	0,06	-	-	-		-1,27	

a DIN EN 1990/NA NPD zu A.1.2.2 Tabelle NA.A.1.1, für Orte bis zu NN + 1000m

4.0 Schraubenkräfte, Dachschub

$$\Sigma R_{s,d} = g_{1y,d} * e_{s1} \oplus g_{2y,d} * e_{s1} \oplus s_{y,d} * e_{s1}$$

$$\Sigma T_{s,d} = \Sigma F_{ax,d} = \Sigma R_{s,d} / \cos \beta$$

4.1 $T_{s,d}$ in Schraubenrichtung, Schubschrauben $e_{s1} = 1,49 \text{ m}$ $\beta = 60^\circ$

	aus LF 1 Eigenlast	aus LF 2 Schnee	aus LF 3 Winddruck	aus LF 4 Windsog		
	$R_{s,d}$	$R_{s,d}$	$R_{s,d}$	$R_{s,d}$	$\Sigma R_{s,d}$	$\Sigma T_{s,d}$
LK	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	0,676	-	-	-	0,676	1,353
2	0,676	0,187	-	-	0,863	1,727
3	0,676	-	-	-	0,676	1,353
4	0,676	0,187	-	-	0,863	1,727
5	0,676	0,094	-	-	0,770	1,540

5.0 Schraubenkräfte, Windsog

$$\Sigma F_{ax,d} = g_{1z,d} * e_{s2} \oplus w_{sz,d} * e_{s2}$$

5.1 $F_{ax,d}$ in Schraubenrichtung, Sogschrauben $e_{s2} = 1,75 \text{ m}$ $\beta = 90^\circ$

	aus LF 1 Eigenlast	aus LF 2 Schnee	aus LF 3 Winddruck	aus LF 4 Windsog		
	$F_{ax,d}$	$F_{ax,d}$	$F_{ax,d}$	$F_{ax,d}$		$\Sigma F_{ax,d}$
LK	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[kN]
6	0,422	-	-	-2,218		-1,796

6.0 Schnittkräfte für die Grundlatten und Dämmung, Dachschub und Winddruck

$$\begin{aligned}\Sigma F_{b,d} &= g_{1z,d} * s_L \oplus s_{z,d} * s_L \oplus w_{dz,d} * s_L \\ \Sigma F_{s,d} &= \Sigma R_{s,d} * \tan \beta = g_{1y,d} * e_{s,1} * \tan \beta \oplus g_{2y,d} * e_{s1} * \tan \beta \oplus s_{y,d} * e_{s1} * \tan \beta \\ \Sigma V_{z,d} &= \frac{(\Sigma F_{b,d} + \Sigma F_{s,d})}{2} \\ \Sigma M_{y,d} &= \frac{(\Sigma F_{b,d} + \Sigma F_{s,d}) * l_{char}}{4} \quad (\text{für } l_{char} \text{ siehe Seite 15})\end{aligned}$$

6.1 $F_{b,d}$ Punktlasten im Bereich der Traglatten, rechtwinklig zur Grundlatte. $s_L = 0,40 \text{ m}$

	aus LF 1 Eigenlast	aus LF 2 Schnee	aus LF 3 Winddruck	aus LF 4 Windsog	
LK	$F_{b,d}$ [kN]	$F_{b,d}$ [kN]	$F_{b,d}$ [kN]	$F_{b,d}$ [kN]	$\Sigma F_{b,d}$ [kN]
1	0,130	-	-	-	0,130
2	0,130	0,044	-	-	0,174
3	0,130	-	0,179	-	0,310
4	0,130	0,044	0,108	-	0,282
5	0,130	0,022	0,179	-	0,331

6.2 $F_{s,d}$ im Bereich des Schraubenkopfes, rechtwinklig zur Grundlatte. $e_{s1} = 1,49 \text{ m}$ $\beta = 60^\circ$

	aus LF 1 Eigenlast	aus LF 2 Schnee	aus LF 3 Winddruck	aus LF 4 Windsog		
LK	$R_{s,d}$ [kN]	$R_{s,d}$ [kN]	$R_{s,d}$ [kN]	$R_{s,d}$ [kN]	$\Sigma R_{s,d}$ [kN]	$\Sigma F_{s,d}$ [kN]
1	0,676	-	-	-	0,676	1,172
2	0,676	0,187	-	-	0,863	1,496
3	0,676	-	-	-	0,676	1,172
4	0,676	0,187	-	-	0,863	1,496
5	0,676	0,094	-	-	0,770	1,334

6.3 Querkräfte für die Grundlatten

LK	$\Sigma F_{b,d}$ [kN]	$\Sigma F_{s,d}$ [kN]	$\Sigma V_{z,d}$ [kN]
1	0,130	1,172	0,651
2	0,174	1,496	0,835
3	0,310	1,172	0,741
4	0,282	1,496	0,889
5	0,331	1,334	0,833

6.4 Biegemomente für die Grundlatten $l_{char} = 0,41 \text{ m}$

LK	$\Sigma F_{b,d}$ [kN]	$\Sigma F_{s,d}$ [kN]	$\Sigma M_{y,d}$ [kNm]
1	0,130	1,172	0,133
2	0,174	1,496	0,171
3	0,310	1,172	0,152
4	0,282	1,496	0,182
5	0,331	1,334	0,171

7.0 Schnittkräfte für die Grundlatten, Windsog

Die Schnittkräfte werden vereinfacht und konservativ für einen Einfeldträger berechnet.

$$\Sigma V_{z,d} = g_{z,d} * e_{s2} / 2 \oplus w_{sz,d} * e_{s2} / 2$$

$$\Sigma M_{y,d} = g_{z,d} * e_{s2}^2 / 8 \oplus w_{sz,d} * e_{s2} / 8$$

7.1 Querkräfte für die Grundlatten $e_{s2} = 1,75 \text{ m}$

	aus LF 1 Eigenlast $V_{zGL,d}$	aus LF 2 Schnee $V_{zGL,d}$	aus LF 3 Winddruck $V_{zGL,d}$	aus LF 4 Windsog $V_{zGL,d}$	
LK	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	$\Sigma V_{z,d}$ [kN]
6	0,211	-	-	-1,109	-0,898

7.2 Biegemomente für die Grundlatten $e_{s2} = 1,75 \text{ m}$

	aus LF 1 Eigenlast $M_{yGL,d}$	aus LF 2 Schnee $M_{yGL,d}$	aus LF 3 Winddruck $M_{yGL,d}$	aus LF 4 Windsog $M_{yGL,d}$	
LK	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	$\Sigma M_{y,d}$ [kNm]
6	0,092	-	-	-0,485	-0,393

7.0 Tragfähigkeitsnachweis der Grundlatten

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{\sum M_{y,d} / W_{y,net}}{k_{mod} * f_{m,k} * k_{h,y} / \gamma_m} \leq 1$$

$$\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} = \frac{1,5 * \sum V_{z,d} / A_{net}}{k_{mod} * f_{v,k} * k_{cr} / \gamma_m} \leq 1$$

Mit:

$$A_{net} = (b_{GL} - d) * d_{GL}$$

$$W_{y,net} = \frac{(b_{GL} - d) * d_{GL}^2}{6}$$

$$k_{cr} = 2,00 / f_{v,k}$$

$$k_{h,y} = \min \begin{cases} (150 / d_{GL})^{0,2} \\ 1,30 \end{cases}$$

7.1 Charakteristische Querschnittswerte, Grundlatten

d _{GL} [mm]	b _{GL} [mm]	A _{net} [mm ²]	W _{y, net} [cm ³]	I _{yGL} [cm ⁴]	E _{GL} [kN/cm ²]	f _{m,k} [N/mm ²]	f _{v,k} [N/mm ²]	ρ _k [kg/m ³]	k _{cr} [-]	k _{h,y} [-]	γ _m [-]
40	60	2080	13,87	32,00	1100	24,00	4,00	350,00	0,50	1,30	1,30

7.2 Schubspannungsnachweis (DIN EN 1995-1-1/NA, 6.1.7)

LK	KLED	k _{mod} [-]	τ _{z,d} [N/mm ²]	f _{v,d} [N/mm ²]	$\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}$ [-]	≤ 1
1	ständig	0,60	0,469	0,923	0,509	< 1
2	kurz	0,90	0,602	1,385	0,435	< 1
3	k./s.k.	1,00	0,534	1,538	0,347	< 1
4	k./s.k.	1,00	0,641	1,538	0,416	< 1
5	k./s.k.	1,00	0,600	1,538	0,390	< 1
6	k./s.k.	1,00	0,648	1,538	0,421	< 1

7.3 Biegespannungsnachweis (DIN EN 1995-1-1, 6.1.6)

LK	KLED	k _{mod} [-]	σ _{m,y,d} [N/mm ²]	f _{m,y,d} [N/mm ²]	$\frac{ \sigma_{m,y,d} }{f_{m,y,d}}$ [-]	≤ 1
1	ständig	0,60	9,615	14,400	0,668	< 1
2	kurz	0,90	12,329	21,600	0,571	< 1
3	k./s.k.	1,00	10,940	24,000	0,456	< 1
4	k./s.k.	1,00	13,124	24,000	0,547	< 1
5	k./s.k.	1,00	12,297	24,000	0,512	< 1
6	k./s.k.	1,00	-28,334	24,000	1,181	> 1

8.0 Tragfähigkeitsnachweis der Wärmedämmung

$$\frac{\sigma_{D,d}}{\sigma_{R,d}} = \frac{(1,5 * \Sigma F_{b,d} + \Sigma F_{s,d}) / (2 * I_{char} * w)}{1,10 * \sigma_{10\%}} \leq 1$$

Mit:

$$I_{char} = \sqrt[4]{\frac{4 * E_{GL} * I_{GL}}{w_{ef} * K}} \leq e_{Sp} !$$

$$w_{ef} = w + t_D / 2$$

$$w = \min \begin{cases} b_{GL} \\ b_{SP} \end{cases} \quad (\text{Schalung, nicht maßgebend})$$

$$K = \frac{E_D}{t_D}$$

$$E_D = \sigma_{10\%} / \varepsilon$$

8.1 Charakteristische Querschnittswerte, Ausparrendämmung

t_D [mm]	$\sigma_{10\%}$ [kPa]	E_D [kN/cm ²]	w_{ef} [cm]	w [cm]	K [kN/cm ³]	I_{char} [cm]
120	50	0,05	12,0	6,0	0,0042	40,96

8.2 Druckspannungsnachweis

LK	$\sigma_{D,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]	$\frac{\sigma_{D,d}}{\sigma_{R,d}}$ [-]	≤ 1	
1	0,028	0,055	0,506	< 1	OK !
2	0,036	0,055	0,650	< 1	OK !
3	0,033	0,055	0,605	< 1	OK !
4	0,039	0,055	0,709	< 1	OK !
5	0,037	0,055	0,677	< 1	OK !

9.0 Tragfähigkeitsnachweis der Verbindungsmittel, Würth Teilgewindeschrauben mit Senkkopf

$$\frac{\Sigma F_{ax,d}}{R_{ax,d}} = \frac{\Sigma F_{ax,d}}{k_{mod} * F_{ax,Rk} / \gamma_m}$$

9.1 Charakteristische Querschnittswerte, Schubschrauben ASSY 3.0 (ETA 11/0190, 27.06.2013)

d	l	d _h	l _{ef}	β	e _{s1}	f _{ax,k}	f _{head,k}	f _{tens,k}	γ _m	γ _{M2}
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[-]	[-]
8,0	320	15,00	100	60	1,49	11,00	13,00	20,00	1,30	1,25

9.2 Charakteristische Querschnittswerte, Zugschrauben ASSY 3.0 (ETA 11/0190, 27.06.2013)

d	l	d _h	l _{ef}	β	e _{s2}	f _{ax,k}	f _{head,k}	f _{tens,k}	γ _m	γ _{M2}
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[-]	[-]
8,0	280	15,00	98	90	1,75	11,00	13,00	20,00	1,30	1,25

9.3 Charakteristische Tragfähigkeit in Richtung der Schraubenachse

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod}}{\gamma_m} * \frac{f_{ax,k} * d * l_{ef} * k_1 * k_2}{1,2 * \cos^2 \beta + \sin^2 \beta} * \left[\frac{\rho_{k1}}{350} \right]^{0,8} \quad (a) \\ \frac{k_{mod}}{\gamma_m} * f_{head,k} * d_h^2 * \left[\frac{\rho_{k2}}{350} \right]^{0,8} \quad (b) \\ \frac{1}{\gamma_{M2}} * f_{tens,k} \quad (c) \end{array} \right.$$

Mit:

$$k_1 = \min \left\{ \frac{1}{220 / t_d} \right. \quad (\text{nur für Schubshrauben anzuwenden})$$

$$k_2 = \min \left\{ \frac{1}{\sigma_{10\%} / 0,12} \right. \quad (\text{nur für Schubshrauben anzuwenden})$$

$$\rho_{k1} = 350 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{Sparren})$$

$$\rho_{k2} = 350 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{Grundlatte})$$

9.4 Nachweis auf Herausziehen, Schubschrauben

LK	KLED	k _{mod}	a F _{ax,d} [kN]	b F _{ax,d} [kN]	c F _{ax,d} [kN]	R _{ax,d} [kN]	$\frac{\Sigma F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \leq 1$ [-]	
1	ständig	0,60	1,61	1,35	16,00	1,35	1,002	> 1 FAIL !
2	kurz	0,90	2,42	2,03	16,00	2,03	0,853	< 1 OK !
3	k./s.k	1,00	2,69	2,25	16,00	2,25	0,601	< 1 OK !
4	k./s.k	1,00	2,69	2,25	16,00	2,25	0,768	< 1 OK !
5	k./s.k	1,00	2,69	2,25	16,00	2,25	0,684	< 1 OK !

9.5 Nachweis auf Herausziehen, Zugschrauben

LK	KLED	k_{mod}	a	b	c	$R_{\text{ax,d}}$ [kN]	$\frac{ \sum F_{\text{ax,d}} }{R_{\text{ax,d}}} \leq 1$
			$F_{\text{ax,d}}$ [kN]	$F_{\text{ax,d}}$ [kN]	$F_{\text{ax,d}}$ [kN]		$\frac{ \sum F_{\text{ax,d}} }{R_{\text{ax,d}}}$ [-]
6	k./s.k	1,00	6,63	2,25	16,00	2,25	0,798 < 1 OK !

10.0 Zulässige Abstände und Abmessungen der Verbindungsmittel

10.1 Geometrie, Schubschrauben ASSY 3.0 (ETA 11/0190, 27.06.2013)

	d_{GL} [mm]	b_{GL} [mm]	d [mm]	l [mm]	t_2 [mm]	l_g [mm]	l_{ef} [mm]	β [°]	$a_{3,t}$ [mm]	a_1 [mm]	$a_{4,c}$ [mm]	e_{s1} [m]
erf.	30	50	6,0	-	-	-	40	30	200	200	24	1,75
vorh.	40	60	8,0	320	109,8	100	100	60	200	200	30	1,49

10.2 Geometrie, Zugschrauben ASSY 3.0 (ETA 11/0190, 27.06.2013)

	d_{GL} [mm]	b_{GL} [mm]	d [mm]	l [mm]	t_2 [mm]	l_g [mm]	l_{ef} [mm]	β [°]	$a_{3,c}$ [mm]	a_1 [mm]	$a_{4,c}$ [mm]	e_{s2} [m]
erf.	30	50	6,0	-	-	-	40	90	200	200	24	1,75
vorh.	40	60	8,0	280	98	100	98	90	200	200	30	1,75

erf $d_{GL} \geq 30$ mm (für $d = 6,0; 8,0$ mm)
 ≥ 40 mm (für $d = 10$ mm)

erf $b_{GL} \geq 50$ mm (für $d = 6,0; 8,0$ mm)
 ≥ 60 mm (für $d = 10$ mm)

erf $l_{ef} \geq 40$ mm
 $\geq 4 \cdot d$

vorh $l_{ef} = \min \begin{cases} l_g \\ 100 \text{ mm} \\ t_2 \end{cases}$ (Schubschrauben)

erf $d \geq 6,0$ mm

erf $e_{s1} \leq 1,75$ m

erf $e_{s2} \leq 1,75$ m

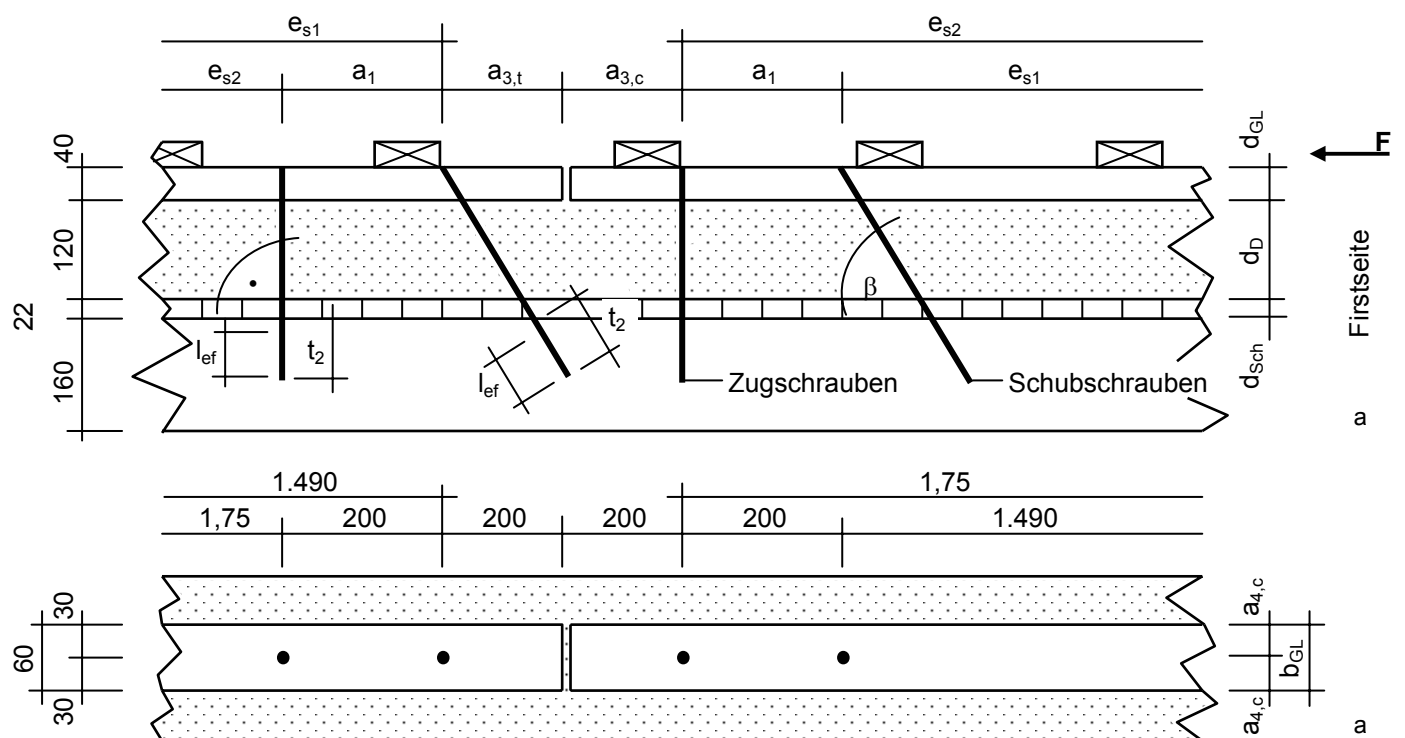
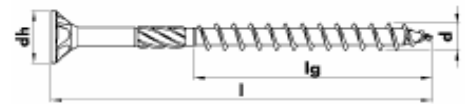
erf $a_1 \geq 25 \cdot d$

erf $a_{3,t} \geq 25 \cdot d$

erf $a_{3,c} \geq 25 \cdot d$

erf $a_{4,c} \geq 3 \cdot d$

erf $\beta \geq 30^\circ$ (Schubschrauben)



a Feuchtigkeitsperren sind nicht dargestellt.

(schematische Darstellung)

[mm]