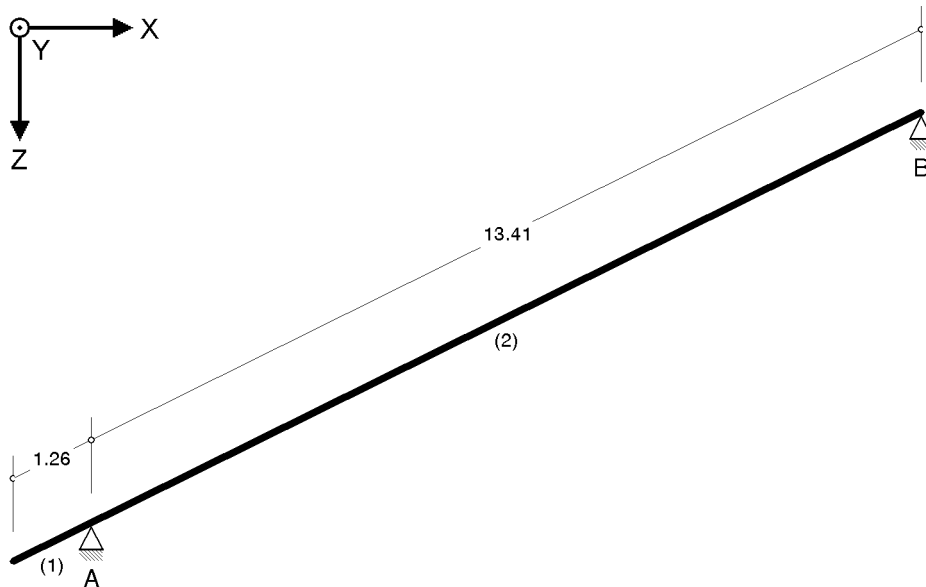


POSITION 2: KEHLSPARREN

System: Kehlsparren



Systemkennwerte

Gesamtlänge:	14.68 m
Neigungswinkel:	26.34°
Material:	Nadelholz: C24 mit $E = 11000 \text{ N/mm}^2$
Querschnitt:	$b=24.0 \text{ cm}$, $h=28.0 \text{ cm}$
Normen:	Eurocode: EN 1990 (Lastfaktoren), EN 1991 (Wind- und Schneelasten), EN 1995 (Holzbau)
nat. Anhang:	NA-DE (Deutschland)

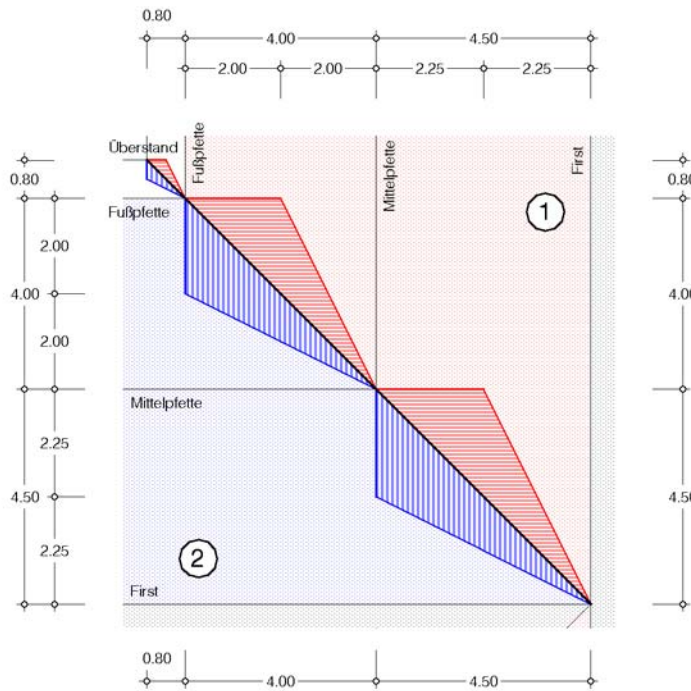
Lager, Gelenke, Einkerbungen

ξ läuft vom unteren Balkenende in Stabrichtung nach oben.
Spalte c weist die Tiefe der Einkerbung senkrecht zur Stabachse aus.

Knoten	bei ξ m	Lager in Richtung			Gelenk	c cm
		X	Y	Z		
-	-	-	-	-	-	cm
A	1.26	starr	starr	starr	-	0.0
B	14.68	starr	starr	starr	-	0.0

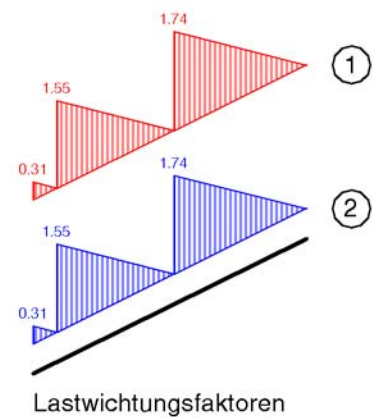
Lastwichtungsfaktoren

Die den angrenzenden Dachflächen zugeordneten Flächenlasten werden mit den Lastwichtungsfaktoren multipliziert als Linienlast auf dem Sparren angeordnet.



Draufsicht

Proj.	Faktor	Ordin.
0.40	0.7736	0.31
2.00	0.7736	1.55
2.25	0.7736	1.74
0.40	0.7736	0.31
2.00	0.7736	1.55
2.25	0.7736	1.74



Lastwichtungsfaktoren

Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben.

verwendete Symbole: Einwirkung Lastfall

ständige Lasten

- 1: Eigengewicht
- 2: Außenhaut
- 3: Innenausbau

Immer wirkend

- additiv (Eigengewicht der tragenden Konstruktion)
- additiv (Eigengewicht der Außenhaut)
- additiv (Eigengewicht des Innenausbaus)

Mannlasten

- 4: Mannlast(1)
- 5: Mannlast(2)

Kategorie H: Dächer

- alternativ (auf Dachüberstand (unten, links))
- alternativ (in Feldmitte (Feld 1))

Windlasten

- 6: Wind diagonal
- 7: Wind von links
- 8: Wind von oben

Windlasten

- alternativ
- alternativ
- alternativ

Schneelasten

- 9: Schnee voll

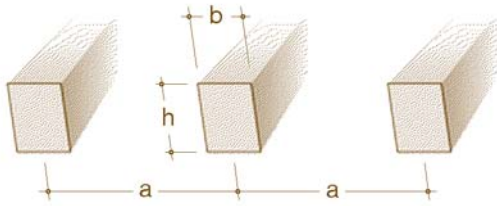
Schneelasten (Orte bis NN+1000m)

- alternativ

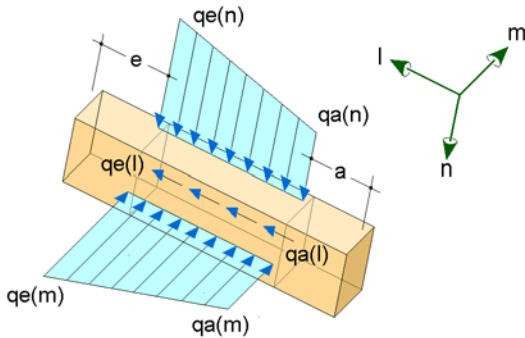
Lastfall 1: Eigengewicht

Eigengewicht der tragenden Konstruktion

Kehlsparren: Wichte $\gamma = 5.00 \text{ kN/m}^3$ \Rightarrow Gleichstreckenlast: $0.28 \cdot 0.24 \cdot 5.00 =$ **0.34 kN/m**
Schiftersparren: Wichte $\gamma = 5.00 \text{ kN/m}^3$ \Rightarrow Flächenlast: $0.20 \cdot 0.14 \cdot 5.00 / 0.80 =$ **0.17 kN/m²**



$h = 20.00 \text{ cm}$
 $b = 14.00 \text{ cm}$
 $a = 0.80 \text{ m}$



Richtung:	
lotrecht	senkrecht von oben nach unten
Wind1	senkrecht auf Dachfläche 1) ¹
Wind2	senkrecht auf Dachfläche 2) ¹
) ¹ positiv = Druck

Abschnittseinteilung siehe Systemskizze

Trapezlasten (abschnittsweise) zu Lastfall 1: Eigengewicht

Abschn.	Richtung	a m	qa kN/m	qa(l) kN/m	qa(m) kN/m	qa(n) kN/m	e m	qe kN/m	qe(l) kN/m	qe(m) kN/m	qe(n) kN/m	aus
1	lotrecht	0.00	0.336	-0.149	0.000	0.301	0.00	0.336	-0.149	0.000	0.301	Eigengewicht
1	lotrecht	0.00	0.054	-0.024	0.000	0.049	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
1	lotrecht	0.00	0.054	-0.024	0.000	0.049	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	0.00	0.336	-0.149	0.000	0.301	0.00	0.336	-0.149	0.000	0.301	Eigengewicht
2	lotrecht	0.00	0.271	-0.120	0.000	0.243	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	6.31	0.305	-0.135	0.000	0.273	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	0.00	0.271	-0.120	0.000	0.243	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	6.31	0.305	-0.135	0.000	0.273	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2

Lastfall 2: Außenhaut

Eigengewicht der Außenhaut

Beschreibung	Ordinate
Falzziegel nach DIN 456 einschl. Lattung	0.550 kN/m ²
Dampfsperre aus Kunststoffbahn	0.020 kN/m ²
6 cm Faserdämmstoffe nach DIN 18 165	0.060 kN/m ²
Lastsumme:	0.630 kN/m²

Trapezlasten (abschnittsweise) zu Lastfall 2: Außenhaut

Abschn.	Richtung	a m	qa kN/m	qa(l) kN/m	qa(m) kN/m	qa(n) kN/m	e m	qe kN/m	qe(l) kN/m	qe(m) kN/m	qe(n) kN/m	aus
1	lotrecht	0.00	0.195	-0.086	0.000	0.175	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
1	lotrecht	0.00	0.195	-0.086	0.000	0.175	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	0.00	0.975	-0.432	0.000	0.874	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	6.31	1.097	-0.487	0.000	0.983	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	0.00	0.975	-0.432	0.000	0.874	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	6.31	1.097	-0.487	0.000	0.983	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2

Lastfall 3: Innenausbau

Eigengewicht des Innenausbaus

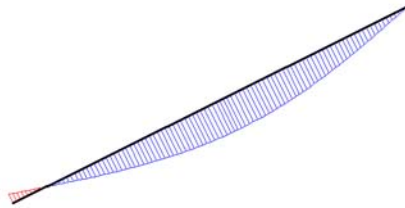
Beschreibung	Ordinate
3/5 Lattung	0.030 kN/m ²
1,3 cm Spanplatte DIN 68 763	0.100 kN/m ²
Lastsumme:	0.130 kN/m²

Trapezlasten (abschnittsweise) zu Lastfall 3: Innenausbau

Abschn.	Richtung	a	qa	qa(l)	qa(m)	qa(n)	e	qe	qe(l)	qe(m)	qe(n)	aus
-	-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	
1	lotrecht	0.00	0.040	-0.018	0.000	0.036	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
1	lotrecht	0.00	0.040	-0.018	0.000	0.036	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	0.00	0.201	-0.089	0.000	0.180	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	6.31	0.226	-0.100	0.000	0.203	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	0.00	0.201	-0.089	0.000	0.180	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	6.31	0.226	-0.100	0.000	0.203	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Summe aus allen ständigen Lasten



(max w = 150.2 mm, min w = -44.8 mm)

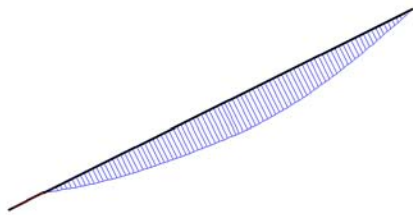
extremale Auflagerreaktionen

Summe aus allen ständigen Lasten in kN

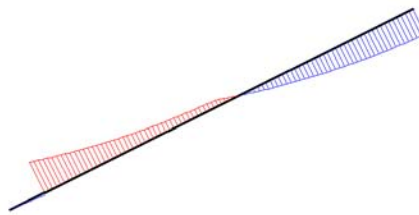
Lager	H	V
A	0.02	14.86
B	-0.02	11.13

extremale Schnittgrößen

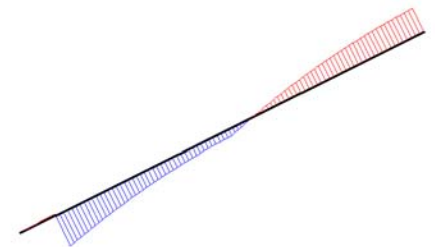
Summe aus allen ständigen Lasten



max Mm = 39.69 kNm, min Mm = -0.52 kNm



max N = 4.95 kN, min N = -6.23 kN

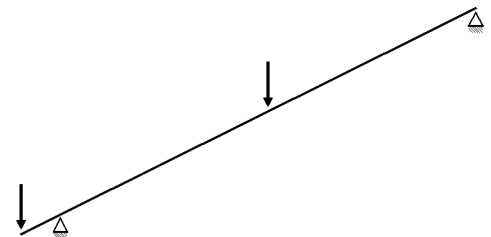


max Vn = 12.61 kN, min Vn = -9.97 kN

Einwirkung der Mannlasten

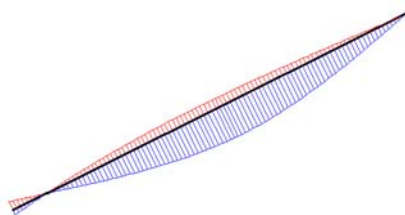
Die Mannlasten werden jeweils in der Feldmitte bzw. am Kragarmende angeordnet. Lastordinate: P = 1.00 kN. Es werden folgende alternative Lastfälle untersucht.

LF	Bezeichnung	Erläuterung
4	Mannlast(1)	auf Dachüberstand (unten, links)
5	Mannlast(2)	in Feldmitte (Feld 1)



extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Mannlasten



(max w = 9.3 mm, min w = -2.7 mm)

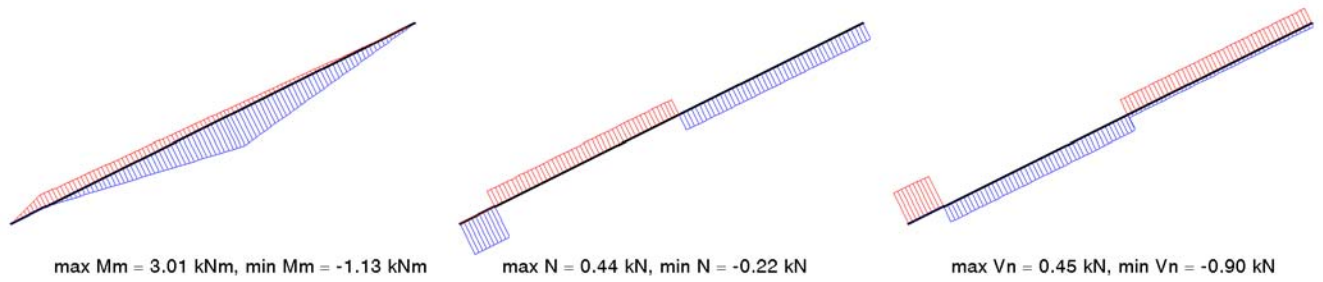
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Mannlasten in kN

Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	0.00	0.04	0.00	1.08
B	-0.04	0.00	-0.08	0.50

extremale Schnittgrößen

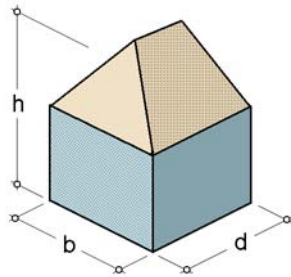
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Mannlasten



Einwirkung der Windlasten

Bodenrauigkeitsprofil nach DIN 1055-4 bzw. DIN EN 1991-1-4/NA: Binnenland

- Windzone: 2
- h + NN: 60 m
- Faktor: 1.0000
- q_{ref}: 0.39 kN/m²
- h: 10.25 m
- b: 8.50 m
- d: 12.00 m
- ⇒ q(h): 0.67 kN/m²



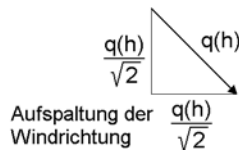
Es werden folgende alternative Lastfälle untersucht.

LF	Bezeichnung	Erklärung
6	Wind diagonal	
7	Wind von links	
8	Wind von oben	

Lastfall 6: Wind diagonal

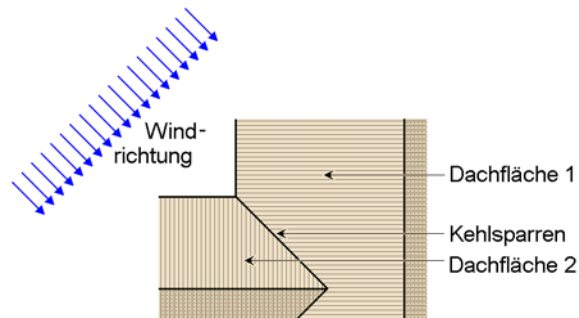
Außendruckbeiwerte $c_{pe,10}$ im Bereich des Kehlsparrens gemäß DIN 1055-4:2005-03 - Tab.7 bzw. EN 1991-1-4 Tab.7.5

- Unsicherheitsfaktor:
- $f_u = 1.20$



(+) = Druck (-) = Sog

Dachfläche	Winkel	$c_{pe,10}$	$q = f_u \cdot c_{pe,10} \cdot q(h) / \sqrt{2}$
1	35°	0.70	0.40 kN/m ²
2	35°	0.70	0.40 kN/m ²



Trapezlasten (abschnittsweise) zu Lastfall 6: Wind diagonal

Abschn.	Richtung	a	qa	qa(l)	qa(m)	qa(n)	e	qe	qe(l)	qe(m)	qe(n)	aus
-	-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	
1	Wind1	0.00	0.123	0.000	-0.050	0.112	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
1	Wind2	0.00	0.123	0.000	0.050	0.112	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	Wind1	0.00	0.615	0.000	-0.249	0.562	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	Wind1	6.31	0.692	0.000	-0.281	0.632	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	Wind2	0.00	0.615	0.000	0.249	0.562	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	Wind2	6.31	0.692	0.000	0.281	0.632	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2

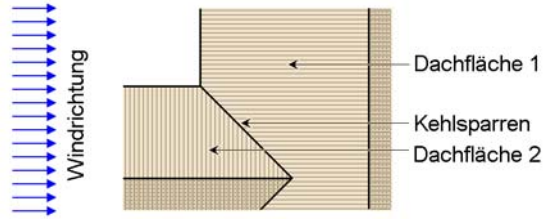


Lastfall 7: Wind von links

Außendruckbeiwerte $c_{pe,10}$ im Bereich des Kehlsparrens
gemäß DIN 1055-4:2005-03 - Tab.7 bzw. EN 1991-1-4 Tab.7.5

(+) = Druck (-) = Sog

Dachfläche	Winkel	Bereich	$c_{pe,10}$	$q = c_{pe,10} * q(h)$
1	35°	G	0.70	0.47 kN/m ²
2	35°	I	-0.37	-0.25 kN/m ²



Trapezlasten (abschnittsweise) zu Lastfall 7: Wind von links

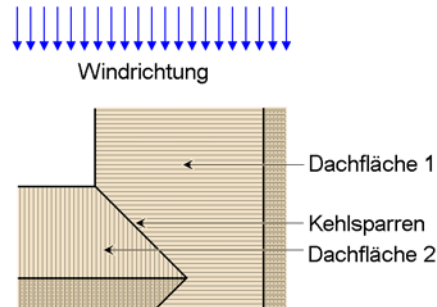
Abschn.	Richtung	a	qa	qa(1)	qa(m)	qa(n)	e	qe	qe(1)	qe(m)	qe(n)	aus
-	-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	
1	W1nd1	0.00	0.145	0.000	-0.059	0.132	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
1	W1nd2	0.00	-0.076	0.000	-0.031	-0.069	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	W1nd1	0.00	0.725	0.000	-0.294	0.662	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	W1nd1	6.31	0.815	0.000	-0.331	0.745	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	W1nd2	0.00	-0.380	0.000	-0.154	-0.347	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	W1nd2	6.31	-0.427	0.000	-0.173	-0.390	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2

Lastfall 8: Wind von oben

Außendruckbeiwerte $c_{pe,10}$ im Bereich des Kehlsparrens
gemäß DIN 1055-4:2005-03 - Tab.7 bzw. EN 1991-1-4 Tab.7.5

(+) = Druck (-) = Sog

Dachfläche	Winkel	Bereich	$c_{pe,10}$	$q = c_{pe,10} * q(h)$
1	35°	I	-0.37	-0.25 kN/m ²
2	35°	G	0.70	0.47 kN/m ²

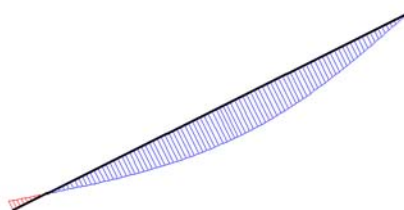


Trapezlasten (abschnittsweise) zu Lastfall 8: Wind von oben

Abschn.	Richtung	a	qa	qa(1)	qa(m)	qa(n)	e	qe	qe(1)	qe(m)	qe(n)	aus
-	-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	
1	W1nd1	0.00	-0.076	0.000	0.031	-0.069	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
1	W1nd2	0.00	0.145	0.000	0.059	0.132	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	W1nd1	0.00	-0.380	0.000	0.154	-0.347	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	W1nd1	6.31	-0.427	0.000	0.173	-0.390	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	W1nd2	0.00	0.725	0.000	0.294	0.662	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	W1nd2	6.31	0.815	0.000	0.331	0.745	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten



(max w = 54.0 mm. min w = -16.1 mm)

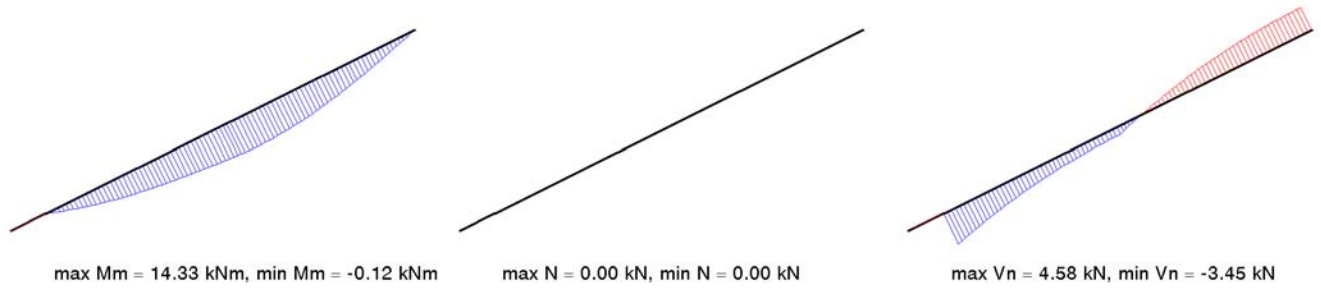
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten in kN

Lager	Hx		V		Hy	
	min	max	min	max	min	max
A	0.00	2.10	0.00	4.24	-1.88	1.88
B	0.00	1.53	0.00	3.09	-1.38	1.38

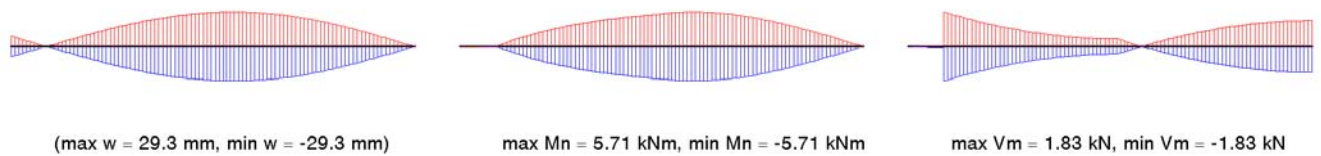
extremale Schnittgrößen

Extremale aus vertikalen Lastanteilen aller Lastfälle der Einwirkung Windlasten



extremale Schnittgrößen

Extremale aus horizontalen Lastanteilen aller Lastfälle der Einwirkung Windlasten



Einwirkung der Schneelasten

Schneelastzone: 1
 h + NN: 60 m
 $\Rightarrow s_k$: 0.65 kN/m²

Es wird folgender Lastfall untersucht.

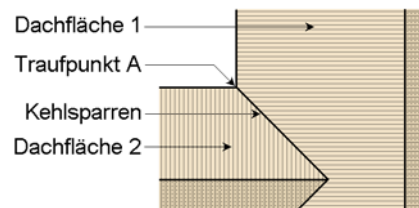
LF	Bezeichnung
9	Schnee voll

Lastfall 9: Schnee voll

Lastermittlung nach EN 1991-1-3

Wird das Abrutschen des Schnees durch Schneefanggitter o. ä. behindert, so wird der Formbeiwert μ_1 unabhängig von der Dachneigung mit 0.8 festgelegt.

Dachfläche	Neigung	μ_1	$q = \mu_1 s_k \cos \alpha$
1	35	0.67	0.35 kN/m ²
2	35	0.67	0.35 kN/m ²

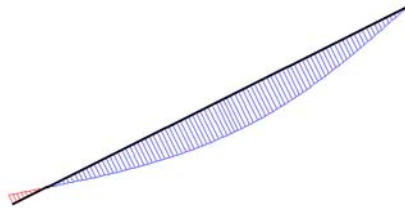


Trapezlasten (abschnittsweise) zu Lastfall 9: Schnee voll

Abschn.	Richtung	a	qa	qa(1)	qa(m)	qa(n)	e	qe	qe(1)	qe(m)	qe(n)	aus
-	-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	
1	lotrecht	0.00	0.110	-0.049	0.000	0.098	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
1	lotrecht	0.00	0.110	-0.049	0.000	0.098	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	0.00	0.549	-0.244	0.000	0.492	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	6.31	0.618	-0.274	0.000	0.554	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 1
2	lotrecht	0.00	0.549	-0.244	0.000	0.492	7.10	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2
2	lotrecht	6.31	0.618	-0.274	0.000	0.554	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	Dachfläche 2

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten



(max $w = 47.3$ mm, min $w = -14.1$ mm)

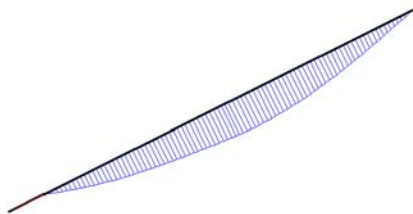
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten in kN

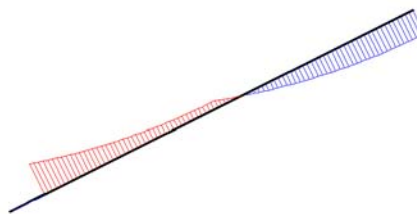
Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	0.00	0.00	0.00	4.62
B	0.00	0.00	0.00	3.38

extremale Schnittgrößen

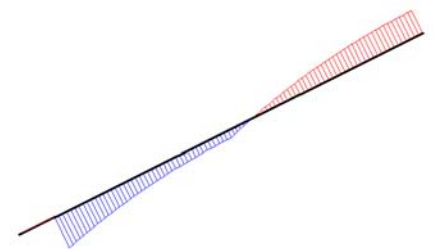
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten



max $M_m = 12.55$ kNm, min $M_m = -0.10$ kNm



max $N = 1.50$ kN, min $N = -1.98$ kN



max $V_n = 4.01$ kN, min $V_n = -3.02$ kN

Hauptnachweis

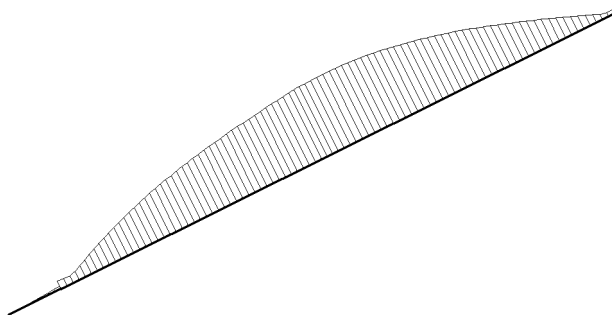
Nachweis der Tragfähigkeit für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

Nutzungsklasse des Bauwerks	1
Materialsicherheitsbeiwert	1.30
Schnittgrößenkombination	nach EN 1990

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte, Klassen der Lasteinwirkungsdauer

Einwirkung	γ_{sup}	γ_{inf}	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}	KLED	k_{mod}
ständige Lasten	1.35	1.00	1.00	1.00	ständig	0.60
Mannlasten	1.50	0.00	1.00	0.00	kurz	0.90
Windlasten	1.50	0.00	1.00	0.60	k. - s.k.	1.00
Schneelasten	1.50	0.00	1.00	0.50	kurz	0.90

maximaler Ausnutzungsgrad
max $U = 1.54$



Gebrauchstauglichkeitsnachweise

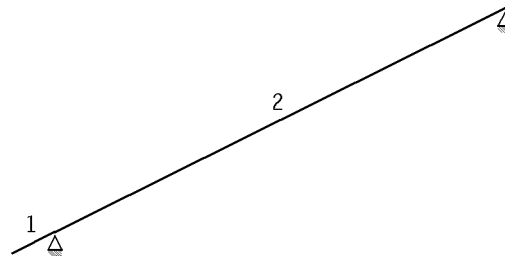


Vergleichslängen

zur Ermittlung des Ausnutzungsgrades

Abschnitt	wahre	l_v	l_v
	Länge	lotr.	hor.
-	m	m	m
1	1.26	1.26	1.26
2	13.41	13.41	13.41

Abschnitte



Grenzwerte

Verformung	im Feld	am Kragarm
w_{inst}	$l_v/300$	$l_v/150$
w_{fin}	$l_v/200$	$l_v/100$

Gebrauchstauglichkeitsnachweis w_{inst}

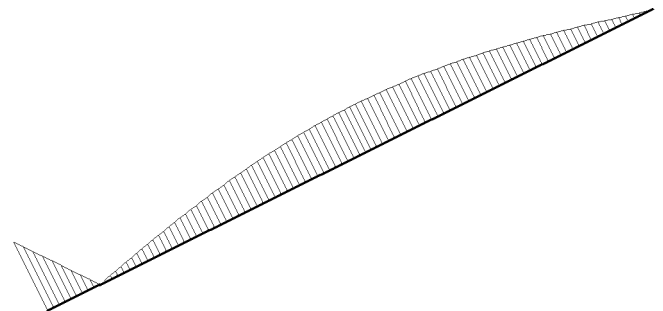
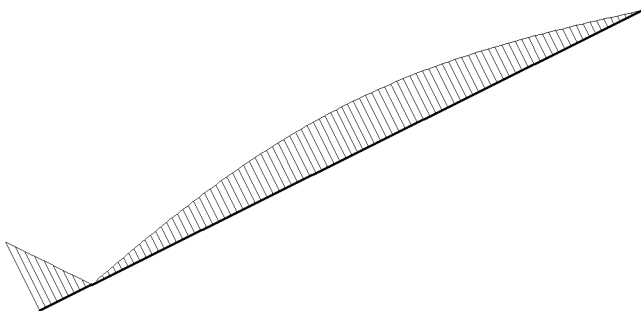
Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_0
Mannlasten	0.00
Windlasten	0.60
Schneelasten	0.50

Nutzungsstufe 1
 $\Rightarrow k_{def} = 0.60$

maximaler Ausnutzungsgrad
 aus lotrechten Lastanteilen
 max $U = 8.15$

maximaler Ausnutzungsgrad
 aus horizontalen Lastanteilen
 max $U = 1.04$



Gebrauchstauglichkeitsnachweis w_{fin}

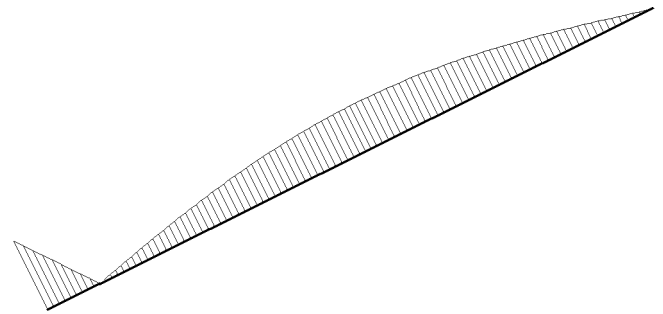
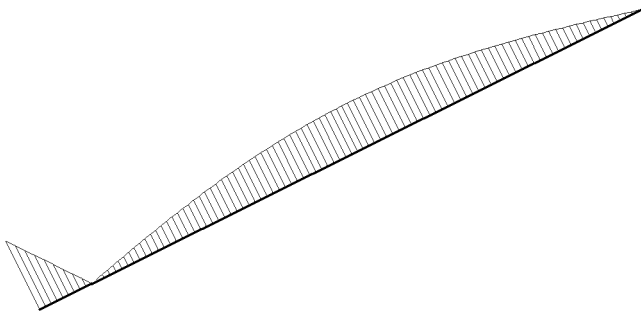
Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_0	Ψ_2
Mannlasten	0.00	0.00
Windlasten	0.60	0.00
Schneelasten	0.50	0.00

Nutzungsstufe 1
 $\Rightarrow k_{def} = 0.60$

maximaler Ausnutzungsgrad
aus lotrechten Lastanteilen
max U = 7.56

maximaler Ausnutzungsgrad
aus horizontalen Lastanteilen
max U = 0.69



extremale Lagerreaktionen auf charakteristischem Lastniveau

Positive vertikale Reaktionskräfte (V) wirken von unten nach oben. Positive horizontale Reaktionskräfte (Hx) wirken von rechts nach links. Mannlasten und Schneelasten wirken niemals gleichzeitig. Ergibt sich aus den berechneten Mannlastfällen max Av < 1.0, so wird max Av = 1.0 gesetzt. Hierdurch wird der Fall berücksichtigt, dass die Mannlast direkt auf dem Lager steht.

	G kN	Hx kN	Q V kN	Hy kN	Hx kN	G+Q V kN	Hy kN	aus
Lager A								
min AHx	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	14.86	0.00	G
max AHx	0.02	2.13	4.24	0.00	2.15	19.09	0.00	G+M+W
min Av	14.86	0.00	0.00	0.00	0.02	14.86	0.00	G
max Av	14.86	2.10	8.85	0.00	2.11	23.71	0.00	G+W+S
min AHy	0.00	0.59	1.19	-1.88	0.61	16.04	-1.88	G+W
max AHy	0.00	0.59	1.19	1.88	0.61	16.04	1.88	G+W
Lager B								
min BHx	-0.02	-0.04	-0.08	0.00	-0.05	11.05	0.00	G+M
max BHx	-0.02	1.53	3.59	0.00	1.52	14.72	0.00	G+M+W
min Bv	11.13	-0.04	-0.08	0.00	-0.05	11.05	0.00	G+M
max Bv	11.13	1.53	6.47	0.00	1.52	17.60	0.00	G+W+S
min BHy	0.00	0.43	0.87	-1.38	0.41	12.00	-1.38	G+W
max BHy	0.00	0.43	0.87	1.38	0.41	12.00	1.38	G+W