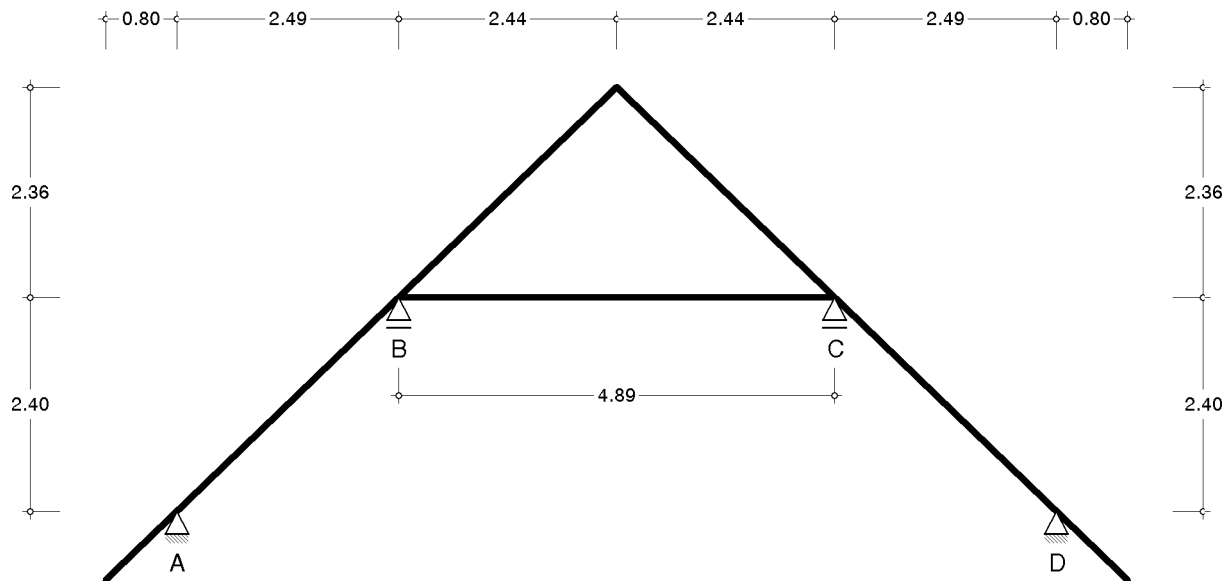


1. Systemangaben

1.1. statisches System



1.2. Systemkennwerte

Dachneigungen:	links: 44.00° - rechts: 44.00°
Firstpunkt:	Die Sparren sind im Firstpunkt gelenkig miteinander verbunden.
Kehlbalken:	Der Kehlbalken ist mit den Sparren gelenkig verbunden.
Sparrenabstand:	0.850 m
Material:	BSH (EC): GL24h
Querschnitte:	b/h in cm: linker Sparren 8.0/18.0, rechter Sparren 8.0/18.0, Kehlbalken 12.0/22.0
Einkerbungen:	an den Lagerpunkten: A: 3.0cm, B: 3.0cm, C: 3.0cm, D: 3.0cm
Dachüberstände:	links: 0.80 m, rechts: 0.80 m
Normen:	Eurocode: EN 1990 (Lastfaktoren), EN 1991 (Wind- und Schneelasten), EN 1995 (Holzbau)
nat. Anhang:	NA-DE (Deutschland)

1.3. elastische Rechenwerte

Balken	Länge m	$E_{0,mean}$ N/mm ²	h cm	b cm	A cm ²	I cm ⁴	W cm ³
Sparren (links)	7.966	11500	18.0	8.0	144.0	3888.0	432.0
Sparren (rechts)	7.966	11500	18.0	8.0	144.0	3888.0	432.0
Kehlbalken	4.888	11500	22.0	12.0	264.0	10648.0	968.0

1.4. 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(1)

immer wirkend

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

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.

 Kehlbalkennutzlast	Kategorie A: Wohn- und Aufenthaltsräume
 4: Nutzlast	additiv (Nutzlast auf Kehlbalken)
 Windlasten	Windlasten
 5: Wind von links (1)	alternativ (Mittelbereich (Druck, Druck))
 6: Wind von links (2)	alternativ (Mittelbereich (Druck, Sog))
 7: Wind von links (3)	alternativ (Mittelbereich (Sog, Sog))
 8: Wind von links (4)	alternativ (Mittelbereich (Sog, Druck))
 9: Wind von rechts (1)	alternativ (Mittelbereich (Druck, Druck))
 10: Wind von rechts (2)	alternativ (Mittelbereich (Sog, Druck))
 11: Wind von rechts (3)	alternativ (Mittelbereich (Sog, Sog))
 12: Wind von rechts (4)	alternativ (Mittelbereich (Druck, Sog))
 13: Wind auf Giebel (1)	alternativ (Randbereich)
 14: Wind auf Giebel (2)	alternativ (mittlerer Bereich)
 15: Wind auf Giebel (3)	alternativ (hinterer Bereich)
 Schneelasten	Orte bis NN+1000m
 16: Schnee voll	alternativ
 17: Verwehung links	alternativ
 18: Verwehung rechts	alternativ

2. ständige Lasten

2.1. Lastfall 1: Eigengewicht

Eigengewicht der tragenden Konstruktion

Wichte $\gamma = 5.00 \text{ kN/m}^3$ (für alle Tragglieder)

2.2. Lastfall 2: Außenhaut

Eigengewicht der Außenhaut

Lastordinate: $q = \text{Lastsumme} \cdot \text{Sparrenabstand} = 0.807 \text{ kN/m}$
(auf beiden Sparren)

Beschreibung	Ordinate
Falzziegel	0.550 kN/m ²
Schalung / Lattung	0.150 kN/m ²
Solar- / Photovoltaik	0.250 kN/m ²
Lastsumme:	0.950 kN/m²

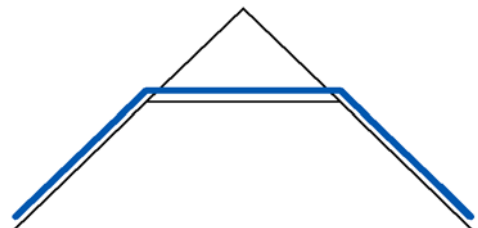
2.3. Lastfall 3: Innenausbau (1)

Lastfall 3: Innenausbau (1)

Eigengewicht des Innenausbaus

Lastordinate: $q = \text{Lastsumme} \cdot \text{Sparrenabstand} = 0.297 \text{ kN/m}$
(Lastanordnung: siehe nebenstehende Skizze)

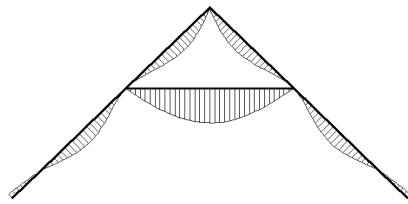
Beschreibung	Ordinate
Dämmung und Verkleidung	0.350 kN/m ²
Lastsumme:	0.350 kN/m²



2.4. Extremale der Einwirkung ständige Lasten

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Summe aus allen ständigen Lasten



(max $w = 2.6 \text{ mm}$, min $w = -0.4 \text{ mm}$)

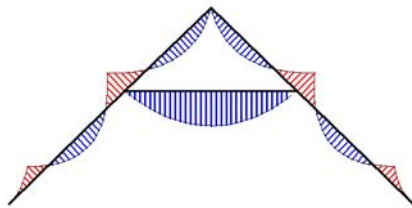
extremale Auflagerreaktionen

Summe aus allen ständigen Lasten in kN

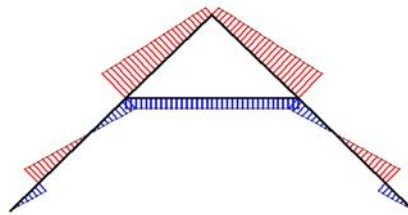
Lager	H	V
A	-0.26	3.42
B	-	5.99
C	-	5.99
D	0.26	3.42

extremale Schnittgrößen

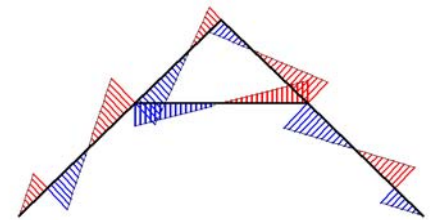
Summe aus allen ständigen Lasten



max $M = 1.28 \text{ kNm}$, min $M = -0.96 \text{ kNm}$



max $N = 1.17 \text{ kN}$, min $N = -2.90 \text{ kN}$



max $V = 1.59 \text{ kN}$, min $V = -1.59 \text{ kN}$

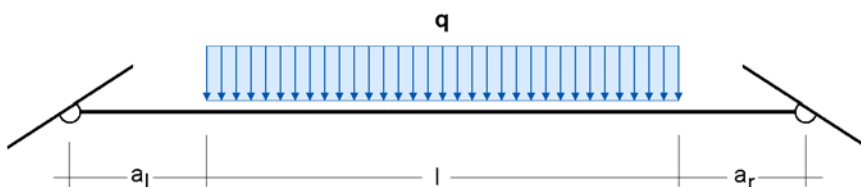
3. Kehlbalkennutzlasten

3.1. Einwirkung der Kehlbalkennutzlasten

Die Kehlbalkennutzlast wird wie in der nachfolgenden Skizze dargestellt angeordnet.

Lastordinate: $q = 2.00 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{Sparrenabstand} = 1.700 \text{ kN/m}$

Abstände: $a_1 = 1.00 \text{ m}$, $l = 2.89 \text{ m}$, $a_2 = 1.00 \text{ m}$



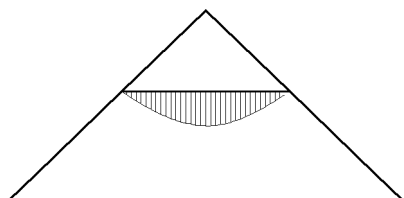
Es werden folgende additive Lastfälle untersucht.

LF	Bezeichnung
4	Nutzlast

3.2. Extremale der Einwirkung Kehlbalkennutzlast

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Kehlbalkennutzlast



(max $w = 8.3 \text{ mm}$, min $w = 0.0 \text{ mm}$)

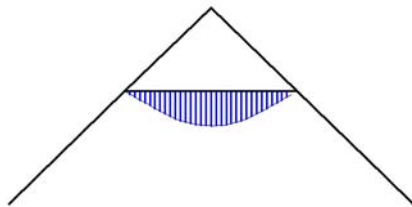
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Kehlbalkennutzlast in kN

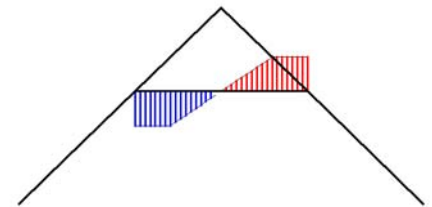
Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	0.00	0.00	0.00	0.00
B	-	-	0.00	2.45
C	-	-	0.00	2.45
D	0.00	0.00	0.00	0.00

extremale Schnittgrößen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Kehlbalkennutzlast



max M = 4.23 kNm, min M = 0.00 kNm



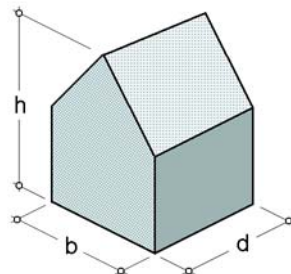
max V = 2.45 kN, min V = -2.45 kN

4. Windlasten

4.1. Einwirkung der Windlasten

Bodenrauigkeitsprofil nach EC 1-1-4\NA-DE: Binnenland

Windzone: 2
h + NN: 67 m
Faktor: 1.0000
q_{ref}: 0.39 kN/m²
h: 8.90 m
b: 9.85 m
d: 10.92 m
⇒ q(h): **0.64 kN/m²**



Es werden folgende alternative Lastfälle untersucht.

LF	Bezeichnung	Erläuterung
5	Wind von links (1)	Mittelbereich (Druck,Druck)
6	Wind von links (2)	Mittelbereich (Druck,Sog)
7	Wind von links (3)	Mittelbereich (Sog,Sog)
8	Wind von links (4)	Mittelbereich (Sog,Druck)
9	Wind von rechts (1)	Mittelbereich (Druck, Druck)
10	Wind von rechts (2)	Mittelbereich (Sog, Druck)
11	Wind von rechts (3)	Mittelbereich (Sog, Sog)
12	Wind von rechts (4)	Mittelbereich (Druck, Sog)
13	Wind auf Giebel (1)	Randbereich
14	Wind auf Giebel (2)	mittlerer Bereich
15	Wind auf Giebel (3)	hinterer Bereich

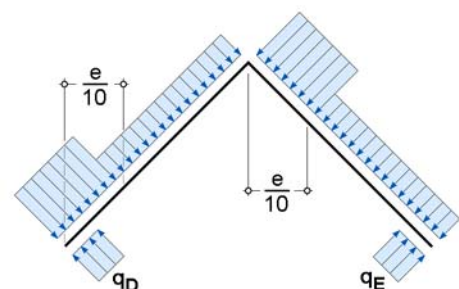
Wind von links

Die Pfeile in der nebenstehenden Prinzipskizze stellen positive Lastrichtungen dar (Druck). Bei negativen Werten (Sog) für q zeigt die Last in entgegengesetzter Richtung.

$$e = \min(d, 2h) = 10.92 \Rightarrow \frac{e}{10} = 1.09$$

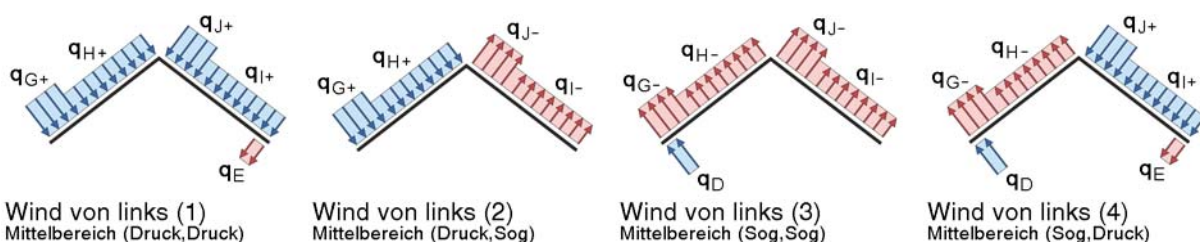
EC 1-1-4	Tabelle 7.4a					Tabelle 7.1	
Eingang	$\alpha = 44.00^\circ$					$h/b = 0.90$	
Bereich	F	G	H	I	J	D	E
c _{pe,10} (-)	-0.03	-0.03	-0.01	-0.21	-0.31	+0.79	-0.47
q _l - kN/m	-0.02	-0.02	-0.01	-0.12	-0.17	+0.42	-0.26
c _{pe,10} (+)	+0.70	+0.70	+0.59	+0.00	+0.00		
q _l + kN/m	+0.38	+0.38	+0.32	+0.00	+0.00		

$$q = c_{pe,10} * q(h) * \text{Sparrenabstand in kN/m}$$



q_D und q_E werden nur bei definierten Dachüberständen angesetzt, wenn sie den örtlichen Effekt ungünstig verstärken.

untersuchte Lastfälle (Wind von links)



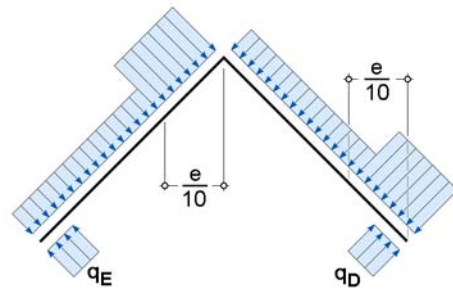
Wind von rechts

Die Pfeile in der nebenstehenden Prinzipskizze stellen positive Lastrichtungen dar (Druck).
Bei negativen Werten (Sog) für q zeigt die Last in entgegengesetzter Richtung.

$$e = \min(d, 2h) = 10.92 \Rightarrow \frac{e}{10} = 1.09$$

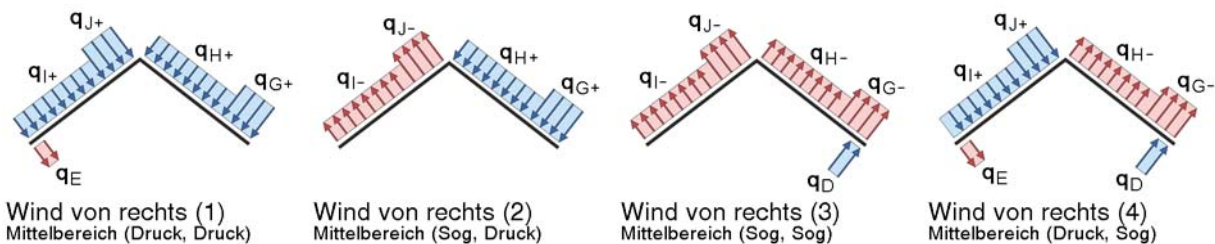
EC 1-1-4	Tabelle 7.4a					Tabelle 7.1	
Eingang	$\alpha = 44.00^\circ$					$h/b = 0.90$	
Bereich	F	G	H	I	J	D	E
$c_{pe,10} (-)$	-0.03	-0.03	-0.01	-0.21	-0.31	+0.79	-0.47
$q() \text{ kN/m}$	-0.02	-0.02	-0.01	-0.12	-0.17	+0.42	-0.26
$c_{pe,10} (+)$	+0.70	+0.70	+0.59	+0.00	+0.00		
$q() \text{ kN/m}$	+0.38	+0.38	+0.32	+0.00	+0.00		

$$q = c_{pe,10} * q(h) * \text{Sparrenabstand in kN/m}$$



q_D und q_E werden nur bei definierten Dachüberständen angesetzt, wenn sie den örtlichen Effekt ungünstig verstärken.

untersuchte Lastfälle (Wind von rechts)

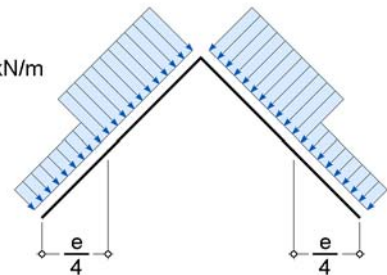


Wind auf Giebel

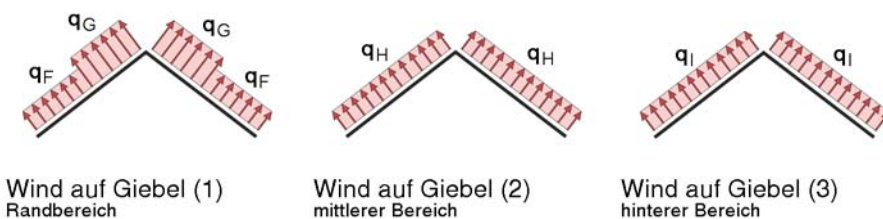
Die Pfeile in der nebenstehenden Prinzipskizze stellen positive Lastrichtungen dar (Druck).
Bei negativen Werten (Sog) für q zeigt die Last in entgegengesetzter Richtung.

$$e = \min(d, 2h) = 9.85 \text{ m} \Rightarrow \frac{e}{4} = 2.46 \text{ m} \quad q = c_{pe,10} * q(h) * \text{Sparrenabstand in kN/m}$$

EC 1-1-4	Tabelle 7.4b							
Eingang	linker Sparren $\alpha = 44.00^\circ$				rechter Sparren $\alpha = 44.00^\circ$			
Bereich	F	G	H	I	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1.10	-1.40	-0.89	-0.50	-1.10	-1.40	-0.89	-0.50
$q \text{ kN/m}$	-0.59	-0.76	-0.48	-0.27	-0.59	-0.76	-0.48	-0.27



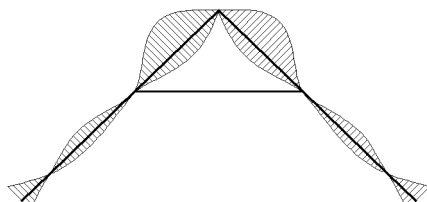
untersuchte Lastfälle (Wind auf Giebel)



4.2. Extremale der Einwirkung Windlasten

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten



(max $w = 0.6 \text{ mm}$, min $w = -1.5 \text{ mm}$)

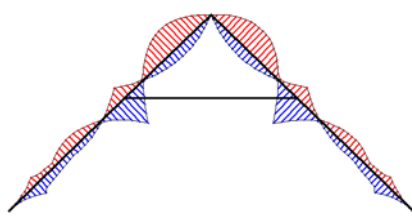
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten in kN

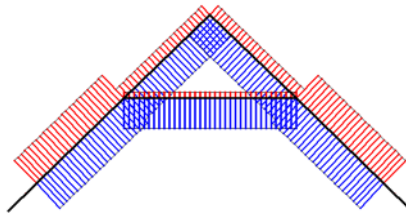
Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	-1.29	1.51	-0.91	0.79
B	-	-	-3.02	1.59
C	-	-	-3.02	1.59
D	-1.51	1.29	-0.91	0.79

extremale Schnittgrößen

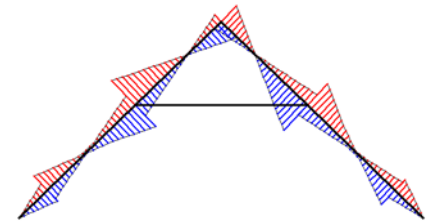
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten



max M = 0.93 kNm, min M = -0.67 kNm



max N = 1.19 kN, min N = -1.10 kN



max V = 1.56 kN, min V = -1.56 kN

5. Schneelasten

5.1. Einwirkung der Schneelasten

Schneelastzone: 2

h + NN: 67 m

⇒ s_k : 0.85 kN/m²

Gebäudemodell: freistehend

Es werden folgende alternative Lastfälle untersucht.

LF	Bezeichnung
16	Schnee voll
17	Verwehung links
18	Verwehung rechts

5.2. Lastfall 16: Schnee voll

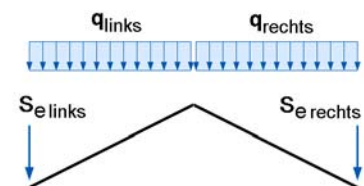
linke Seite: $\alpha = 44^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.43 \rightarrow q_{links} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.31 \text{ kN/m}$

rechte Seite: $\alpha = 44^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.43 \rightarrow q_{rechts} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.31 \text{ kN/m}$

Einzellasten
(nur bei Dachüberständen) $S_{e links} = 0.4 a (\mu_1(\alpha) s_k)^2 / \gamma = 0.01 \text{ kN}$
 $S_{e rechts} = 0.4 a (\mu_1(\alpha) s_k)^2 / \gamma = 0.01 \text{ kN}$

a = Sparrenabstand, $\gamma = 3.0 \text{ kN/m}^3$

Lastermittlung nach DIN 1055-5 Abs. 4.2.3 und Abs. 5.1 sowie Musterliste der techn. Baubestimmungen vom Febr. 2007 wie auch EC 1-1-3 (NA-DE)



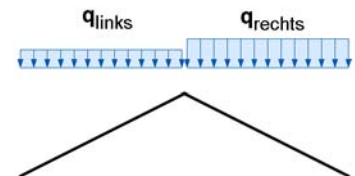
5.3. Lastfall 17: Verwehung links

linke Seite: $\alpha = 44^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.43 \rightarrow q_{links} = \frac{1}{2} a \mu_1(\alpha) s_k = 0.15 \text{ kN/m}$

rechte Seite: $\alpha = 44^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.43 \rightarrow q_{rechts} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.31 \text{ kN/m}$

a = Sparrenabstand

Lastermittlung nach DIN 1055-5 Abs. 4.2.3 wie auch EC 1-1-3 (NA-DE)



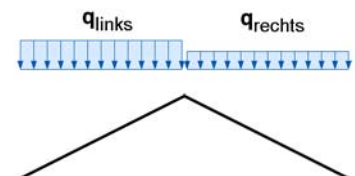
5.4. Lastfall 18: Verwehung rechts

linke Seite: $\alpha = 44^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.43 \rightarrow q_{links} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.31 \text{ kN/m}$

rechte Seite: $\alpha = 44^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.43 \rightarrow q_{rechts} = \frac{1}{2} a \mu_1(\alpha) s_k = 0.15 \text{ kN/m}$

a = Sparrenabstand

Lastermittlung nach DIN 1055-5 Abs. 4.2.3 wie auch EC 1-1-3 (NA-DE)

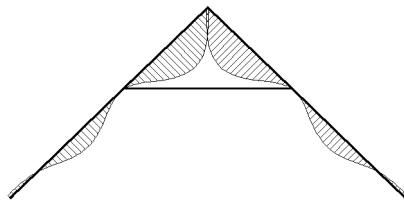


5.5. Extremale der Einwirkung Schneelasten

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten



(max $w = 0.3$ mm, min $w = 0.0$ mm)

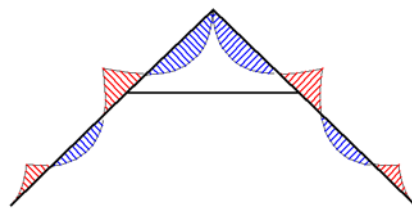
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten in kN

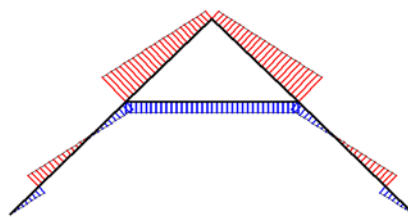
Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	-0.07	0.00	0.00	0.67
B	-	-	0.00	1.11
C	-	-	0.00	1.11
D	0.00	0.07	0.00	0.67

extremale Schnittgrößen

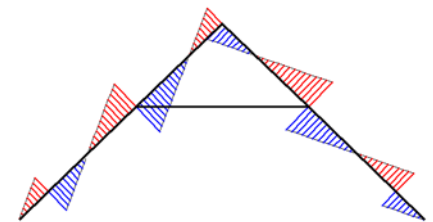
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten



max $M = 0.14$ kNm, min $M = -0.21$ kNm



max $N = 0.24$ kN, min $N = -0.74$ kN



max $V = 0.33$ kN, min $V = -0.33$ kN

6. Nachweise

6.1. Tragfähigkeitsnachweise

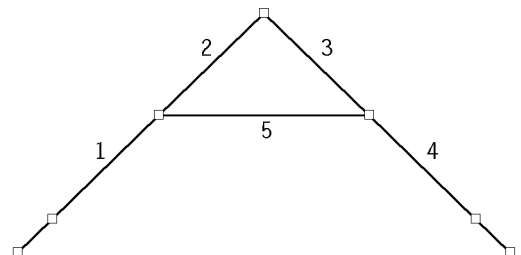
6.1.1. Stabilität

Die Stabilität des Systems wird im Rahmen des Tragfähigkeitsnachweises mit Hilfe des Ersatzstabverfahrens nachgewiesen (nicht jedoch im Bereich von Einkerbungen)

β = Knicklängenbeiwert, l_{ef} = Ersatzstablänge, k_c = Knickbeiwert nach EC5(1) 6.3.2.

Abschnitt	Länge	β	l_{ef}	$\Rightarrow k_c$
1	3.46	1.00	3.46	0.7183
2	3.40	1.00	3.40	0.7336
3	3.40	1.00	3.40	0.7336
4	3.46	1.00	3.46	0.7183
5	4.89	1.00	4.89	0.5802

Abschnitte



6.1.2. Hauptnachweis

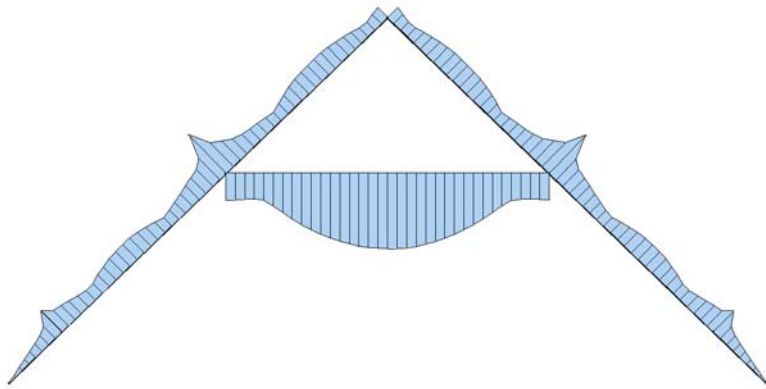
Nachweis der Tragfähigkeit für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

Nutzungsklasse des Bauwerks	2
Materialsicherheitsbeiwert	1.30
Nettoquerschnitte	Einkerbungen werden berücksichtigt
Schnittgrößenkombination	nach Eurocode

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
Kehlbalkennutzlast	1.50	0.00	1.00	0.70	mittel	0.80
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

6.1.2.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	0.41
rechter Sparren	0.41
Kehlbaalken	0.57

6.1.3. Sondernachweis "Norddeutsche Tiefebene"

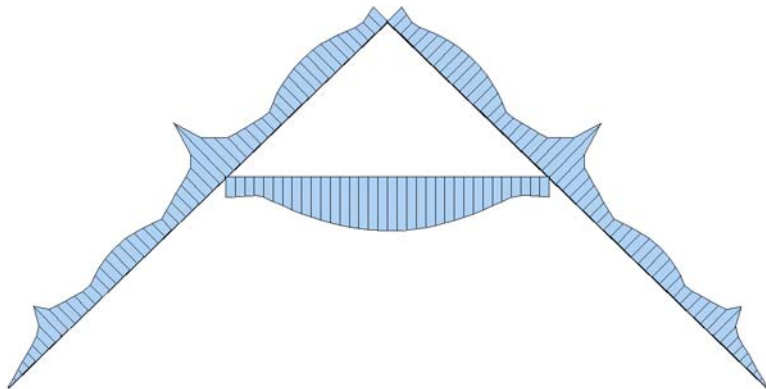
Nachweis der Tragfähigkeit für außergewöhnliche Bemessungssituationen

Nutzungsklasse des Bauwerks	2
Materialsicherheitsbeiwert	1.00
Nettoquerschnitte	Einkerbungen werden berücksichtigt
Schnittgrößenkombination	nach Eurocode EN 1990

Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte, Klassen der Lasteinwirkungsdauer

Einwirkung	γ_{sup}	γ_{inf}	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}	KLED	k_{mod}
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig	0.60
Kehlbaalkennutzlast	1.00	0.00	0.50	0.30	mittel	0.80
Windlasten	1.00	0.00	0.20	0.00	k. - s.k.	1.00
Schneelasten	2.30	2.30	1.00	1.00	kurz	0.90

6.1.3.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	0.23
rechter Sparren	0.23
Kehlbaalken	0.16

6.1.4. Brandschutznachweis

Brandschutznachweis

Brandbeanspruchung der Sparren	vierseitig
Brandbeanspruchung des Kehlbaalkens	vierseitig
Ausbildung des Kehlbaalkens	einteilig
geforderte Widerstandsdauer	30 Minuten
Abbrandtiefe	2.40 cm
Nachweisverfahren	mit reduziertem Querschnitt nach EC5 1-2 (4.2.2)
Materialsicherheitsbeiwert	1.00
Schnittgrößenkombination	nach Eurocode EN 1990

ideelle Querschnitte und Festigkeitswerte (vereinfachtes Verfahren)

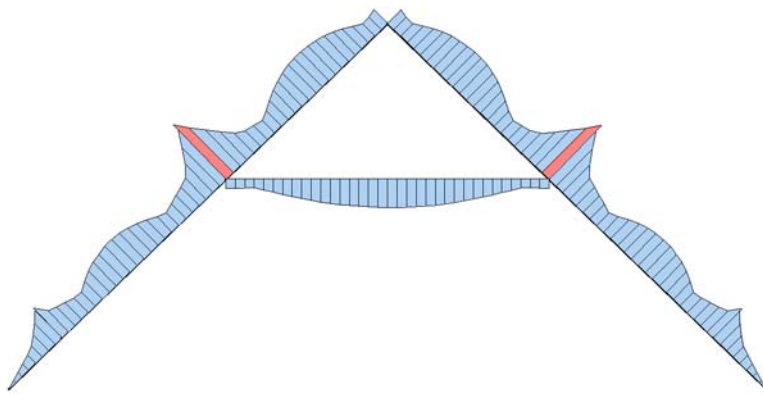
	h_i cm	b_i cm	$f_{m,d}$ N/mm ²	$f_{c0,d}$ N/mm ²	$f_{t,d}$ N/mm ²
Sparren (links)	11.80	1.80	27.60	27.60	22.08
Sparren (rechts)	11.80	1.80	27.60	27.60	22.08
Kehlbalken	15.80	5.80	27.60	27.60	22.08

Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	γ_{sup}	γ_{inf}	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	1.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.00	0.30	0.30
Windlasten	1.00	0.00	0.20	0.00
Schneelasten	1.00	0.00	0.00	0.00

Die Knickbeiwerte k_c gemäß DIN 1052 10.3 werden für den Brandschutznachweis aus dem nach DIN 4102-22 5.5.2.2 verbleibenden Restquerschnitt, unter Berücksichtigung der reduzierten Festigkeits- und Steifigkeitsparameter ermittelt. Die Ersatzstablänge wird wie beim Hauptnachweis angenommen.

6.1.4.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	1.04
rechter Sparren	1.04
Kehlbalken	0.39

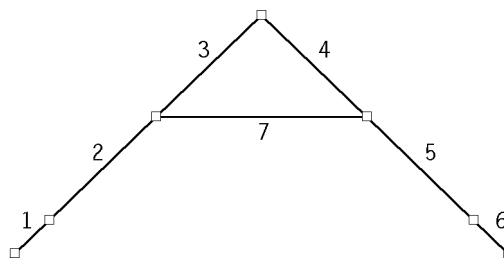
6.2. Gebrauchstauglichkeitsnachweise

6.2.1. Vergleichslängen

zur Ermittlung des Ausnutzungsgrades

Abschnitt	Länge m	l_v m
-	-	-
1	1.11	1.11
2	3.46	3.46
3	3.40	3.40
4	3.40	3.40
5	3.46	3.46
6	1.11	1.11
7	4.89	4.89

Abschnitte



6.2.2. Grenzwerte

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

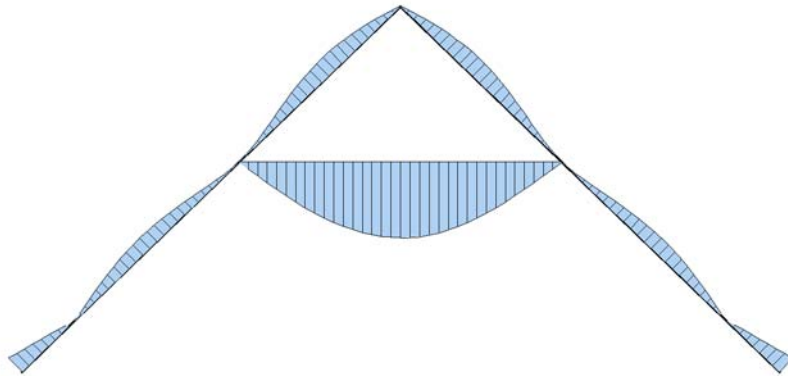
6.2.3. Bemessungssituation w_{inst}

Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_0
Kehlbalkennutzlast	0.70
Windlasten	0.60
Schneelasten	0.50

Nutzungs-kategorie 2
 $\Rightarrow k_{def} = 0.80$

6.2.3.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	0.17
rechter Sparren	0.17
Kahlbalken	0.67

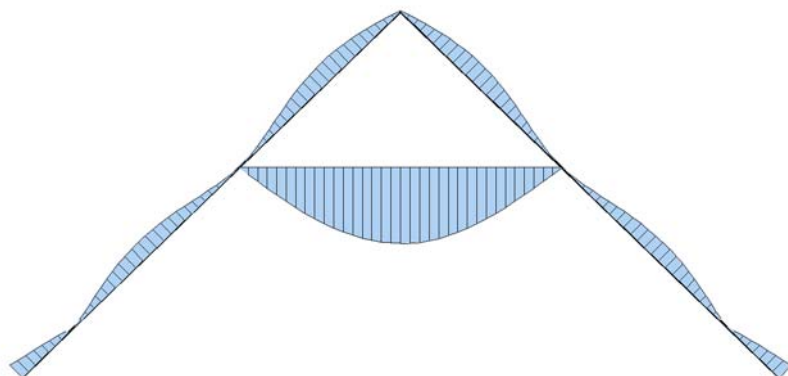
6.2.4. Bemessungssituation w_{fin}

Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_0	Ψ_2
Kehlbalkennutzlast	0.70	0.30
Windlasten	0.60	0.00
Schneelasten	0.50	0.00

Nutzungs-kategorie 2
 $\Rightarrow k_{def} = 0.80$

6.2.4.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	0.15
rechter Sparren	0.15
Kahlbalken	0.61

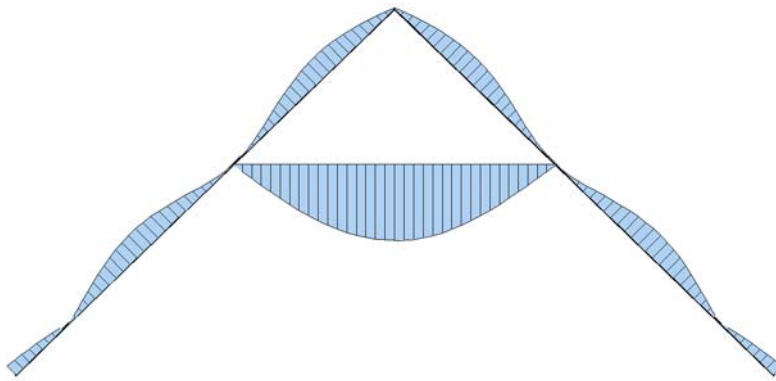
6.2.5. Bemessungssituation $w_{net,fin}$

Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_2
Kehlbalkennutzlast	0.30
Windlasten	0.00
Schneelasten	0.00

Nutzungs-kategorie 2
 $\Rightarrow k_{def} = 0.80$

6.2.5.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	0.16
rechter Sparren	0.16
Kehlbalken	0.56

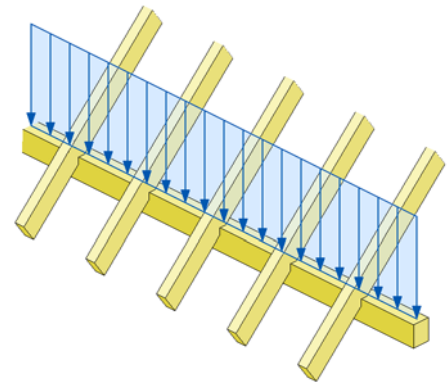
7. Lagerreaktionen und Anschlussschnittgrößen

extremale Lagerreaktionen

auf charakteristischem Lastniveau

Positive vertikale Reaktionskräfte (V) wirken von unten nach oben.
Positive horizontale Reaktionskräfte (H) wirken von rechts nach links.

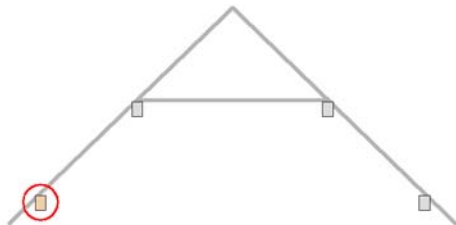
	G	Q		G+Q	
	kN/m	H kN/m	V kN/m	H kN/m	V kN/m
Lager A					
min A _H	-0.31	-1.60	-0.29	-1.90	3.74
max A _H	-0.31	1.78	-0.18	1.47	3.85
min A _V	4.02	-1.52	-1.08	-1.83	2.95
max A _V	4.02	-0.46	1.71	-0.77	5.74
Lager B					
min B _V	7.05	0.00	-3.55	0.00	3.50
max B _V	7.05	0.00	6.07	0.00	13.12
Lager C					
min C _V	7.05	0.00	-3.55	0.00	3.50
max C _V	7.05	0.00	6.07	0.00	13.12
Lager D					
min D _H	0.31	-1.78	-0.18	-1.47	3.85
max D _H	0.31	1.60	-0.29	1.90	3.74
min D _V	4.02	1.52	-1.08	1.83	2.95
max D _V	4.02	0.46	1.71	0.77	5.74



Die Werte beschreiben eine Linienlast in Pfettenlaufrichtung. Mannlasten, die nur einmal pro Dach anzusetzen sind, bleiben hier unberücksichtigt.

8. Pfette A

8.1. Lage, Kennwerte, Erläuterungen

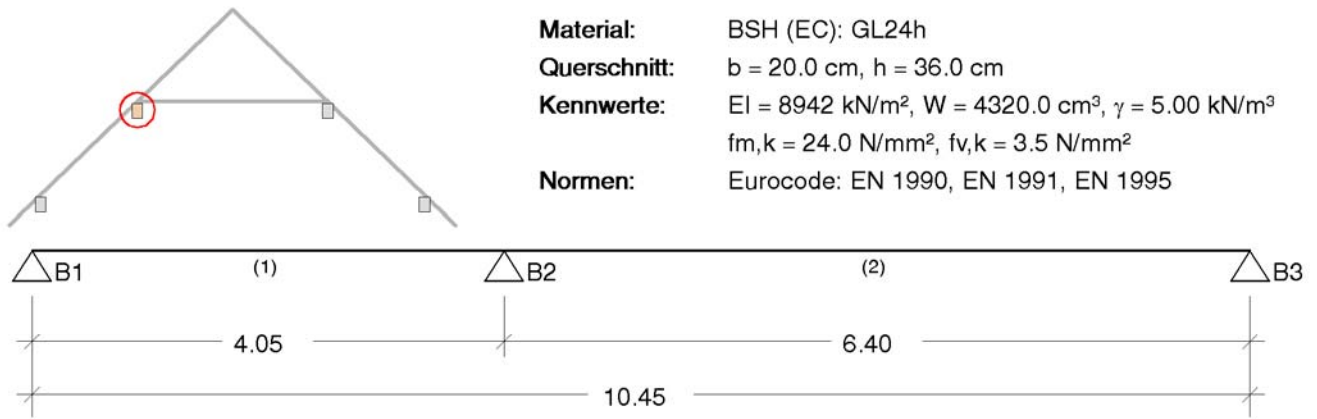


Material: Nadelholz: C24
Querschnitt: b = 18.0 cm, h = 18.0 cm

Die Pfette wird kontinuierlich auf dem Stahlbetondrempel gelagert. Zur Lagesicherung und gegen Abheben wird die Pfette in regelmäßigen Abständen ≤ 1.50 m durch einen Anker der Marke ABC gesichert.

9. Pfette B

9.1. Lage, Kennwerte und statisches System



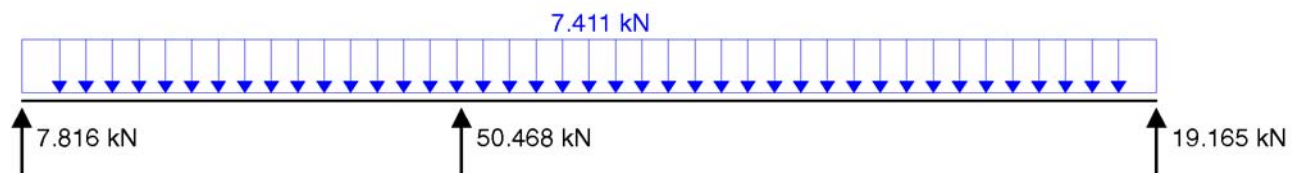
9.2. Belastung

Die Struktur der Belastung entspricht der der Sparrenberechnung. Ausnahme: Die ständigen Lasten werden zu einem Lastfall zusammengefasst. Die Lasten rekrutieren sich im Wesentlichen aus den Lagerreaktionskräften (Lager B) der Sparrenberechnung. Ausnahme: Mannlasten.
Es werden hier nur die relevanten Lastfälle protokolliert, die einen signifikanten Beitrag zu den Extremalen der zugeordneten Einwirkung leisten.

9.2.1. ständige Lasten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

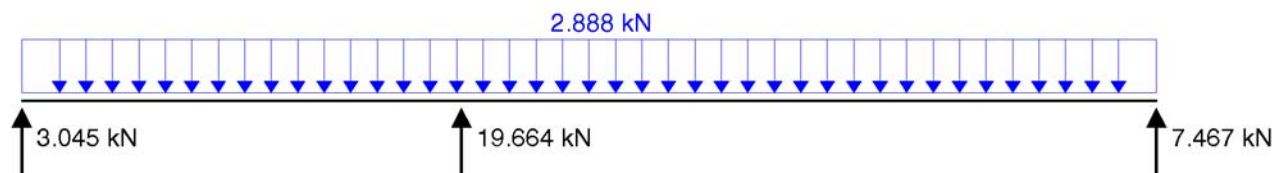
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Eigengewicht	0.685 kN / 0.850 m	0.805 kN/m
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Außenhaut	4.060 kN / 0.850 m	4.777 kN/m
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Innenausbau(1)	1.249 kN / 0.850 m	1.469 kN/m
Eigengewicht Pfette (5.000 kN/m ³ * 0.360 m * 0.200 m)		0.360 kN/m
Summe ständige Lasten (vertikal)		7.411 kN/m



9.2.2. Nutzlast (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

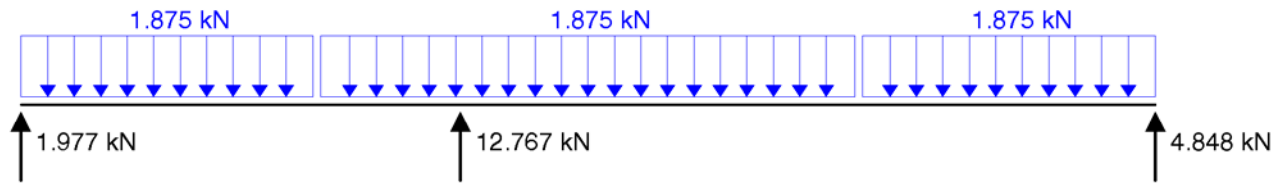
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Nutzlast	2.455 kN / 0.850 m	2.888 kN/m
--	--------------------	------------



9.2.3. Wind von links (2)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

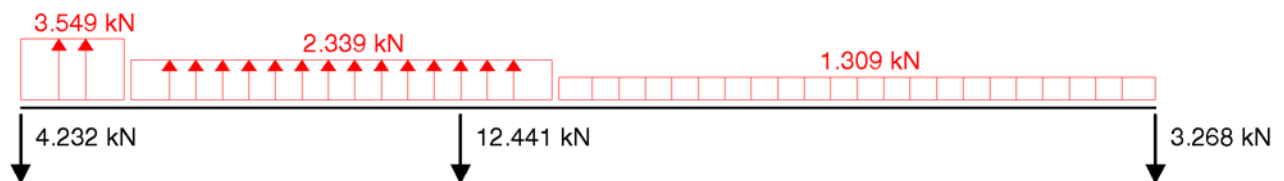
q1 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	1.594 kN / 0.850 m	1.875 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	1.594 kN / 0.850 m	1.875 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	1.594 kN / 0.850 m	1.875 kN/m



9.2.4. Wind von vorne

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

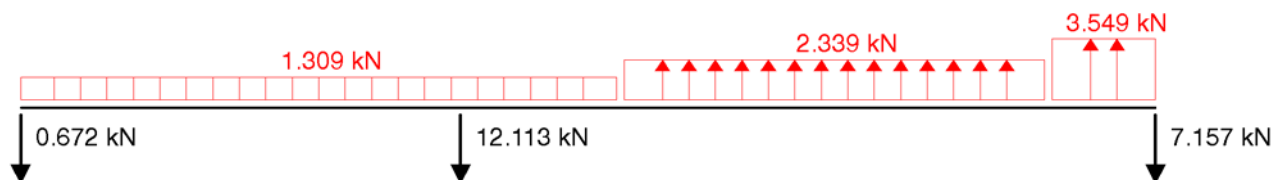
q1 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)	-3.017 kN / 0.850 m	-3.549 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)	-1.988 kN / 0.850 m	-2.339 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)	-1.113 kN / 0.850 m	-1.309 kN/m



9.2.5. Wind von hinten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

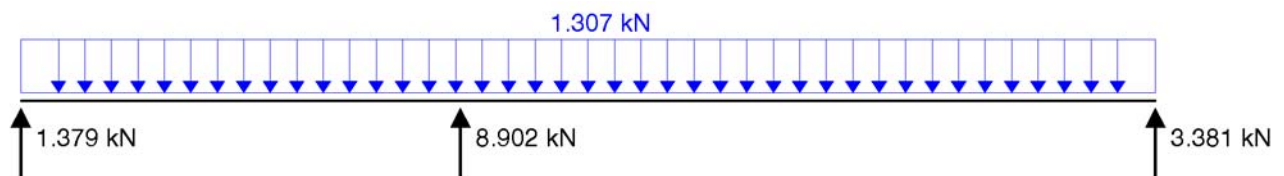
q1 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)	-1.113 kN / 0.850 m	-1.309 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)	-1.988 kN / 0.850 m	-2.339 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)	-3.017 kN / 0.850 m	-3.549 kN/m



9.2.6. Schnee (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

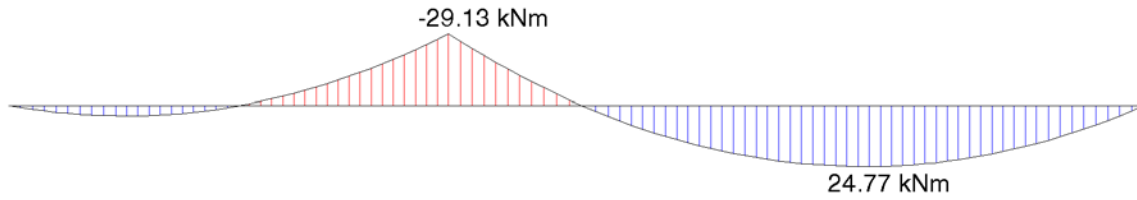
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Schnee voll	1.111 kN / 0.850 m	1.307 kN/m
---	--------------------	------------



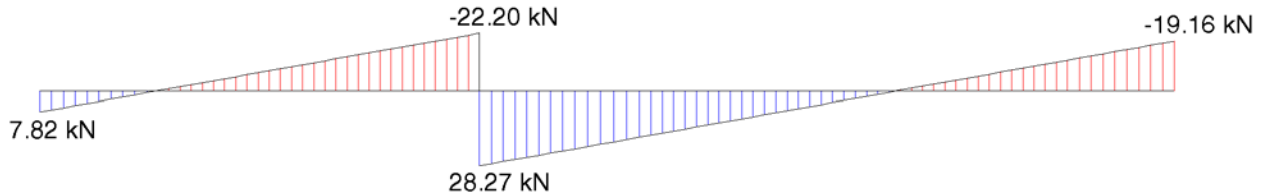
9.3. Extremale der Einwirkungen

9.3.1. ständige Lasten

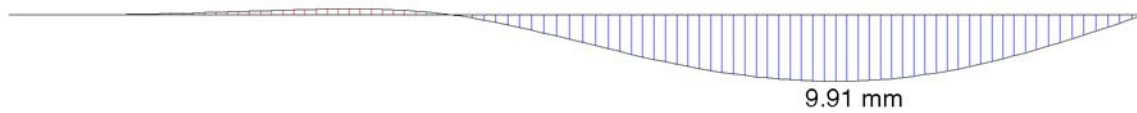
extremale Momente aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

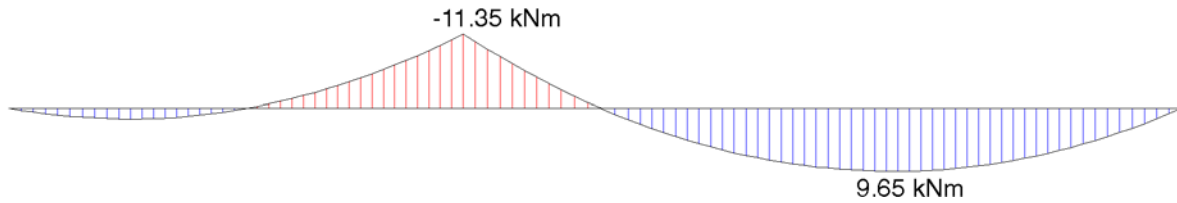


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

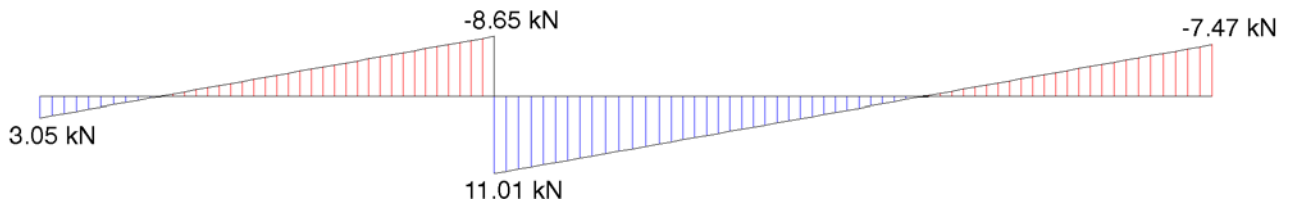


9.3.2. extremale Nutzlasten

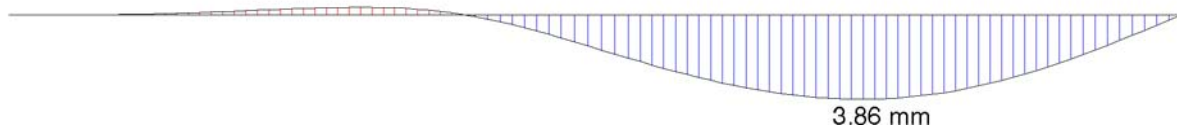
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

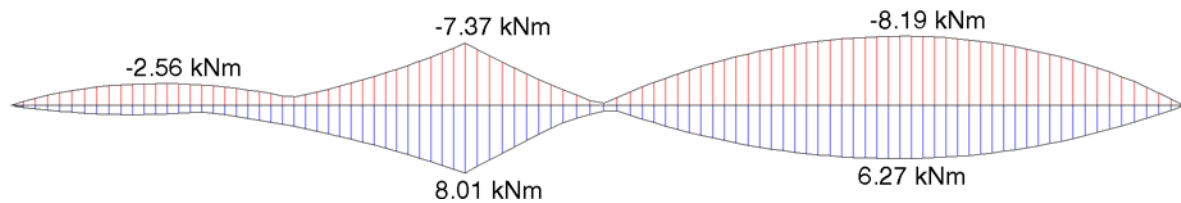


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

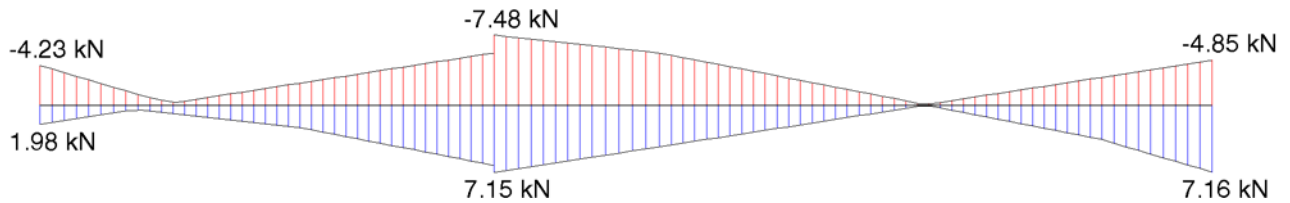


9.3.3. extreme Windlasten

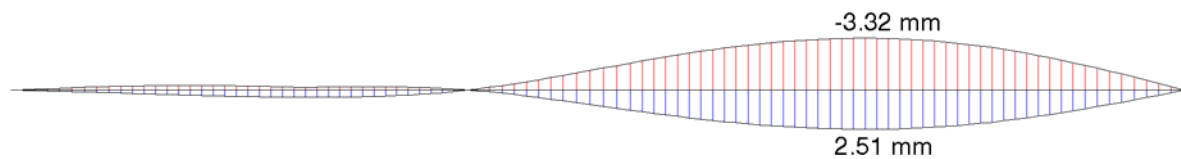
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Wind)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Wind)

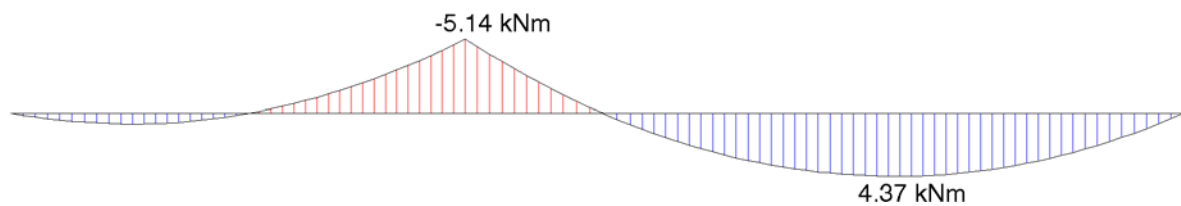


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Wind)

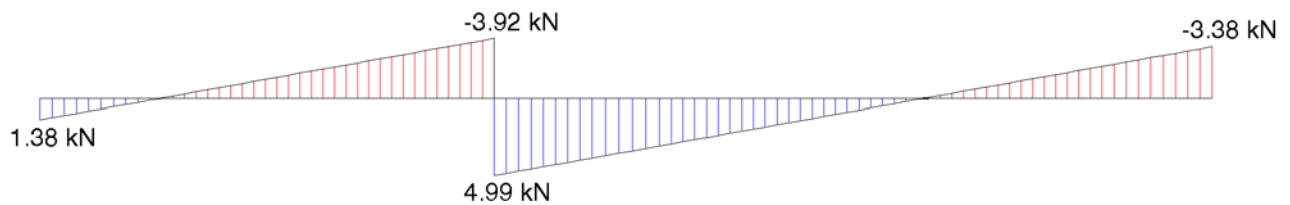


9.3.4. extreme Schneelasten

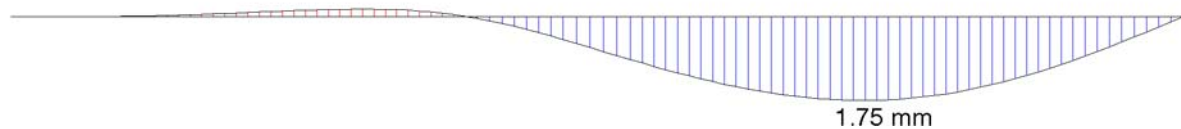
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Schnee)



9.4. Nachweise

9.4.1. Ausnutzungsgrade in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation

Die Ermittlung der Extremalwerte für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation wird k_{mod} -gruppenweise unter Variation der Leiteinwirkung mit den in der Sparrenberechnung ausgewiesenen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten durchgeführt. Näheres siehe Kapitel 6.1.2. Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 (6.1.6 Biegung und 6.1.7 Schub) mit $\gamma_M = 1.30$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 88\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.2. Ausnutzungsgrade in der außergewöhnlichen Bemessungssituation "Nordeutsche Tiefebene"

Die Ermittlung der Extremalwerte für die außergewöhnliche Bemessungssituation wird k_{mod} -gruppenweise unter Variation der Leiteinwirkung mit den in der Sparrenberechnung ausgewiesenen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten durchgeführt. Näheres siehe Kapitel 6.1.3. Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 (6.1.6 Biegung und 6.1.7 Schub) mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 50\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.3. Ausnutzungsgrade beim Brandschutznachweis

Nachweisverfahren, geforderte Widerstandsdauer, Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.1.4. Brandbeanspruchung: vierseitig. $h_{red} = 29.8$ cm, $b_{red} = 13.8$ cm, $k_\varphi = 1.15$, $k_{mod} = 1.00$, $f_{md} = 27.6$ N/mm². Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 6.1.6 mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 60\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.4. Ausnutzungsgrade der Gebrauchstauglichkeit ohne Kriecheinfluss (w_{inst})

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 76\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.5. Ausnutzungsgrade der Gebrauchstauglichkeit mit Kriecheinfluss (w_{fin})

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.80$.

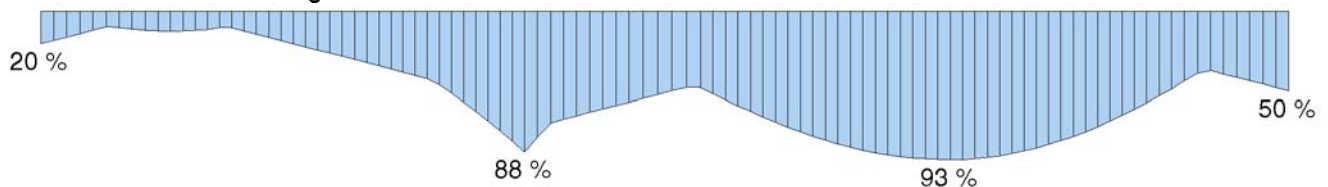
$\max U = 78\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.6. Ausnutzungsgrade der Gebrauchstauglichkeit mit Kriecheinfluss ($w_{fin,net}$)

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die quasi-ständige Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.80$.

$\max U = 93\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.7. Maximale Ausnutzung aller Nachweise



$\max U = 93\% \Rightarrow$ alle Nachweise erfüllt.

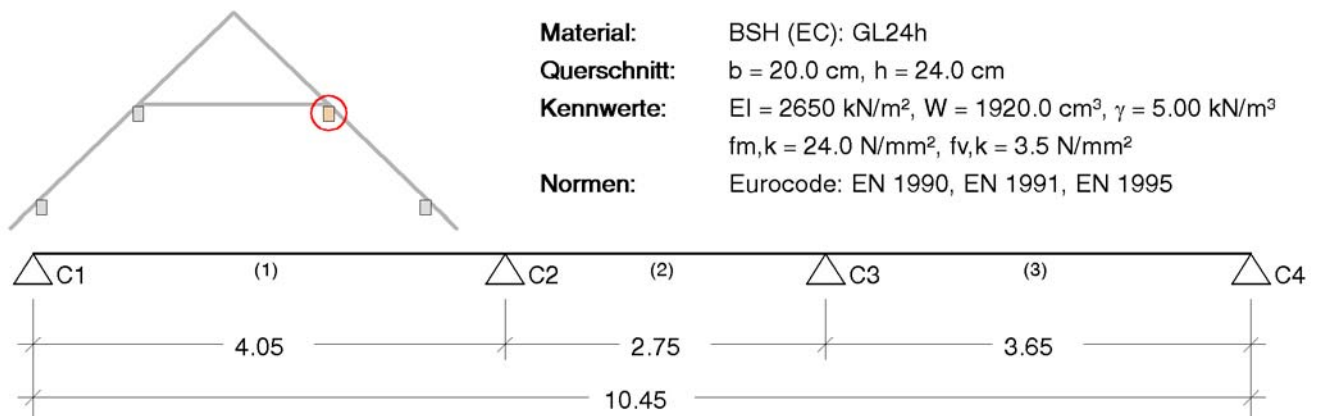
9.5. extreme Lagerreaktionen

Abkürzungen: G: ständige Lasten, M: Mannlasten, N: Nutzlasten, W: Windlasten, S: Schneelasten

Lager	G kN	M kN	N kN	W kN	S kN	Σ kN
maximal vertikal:						
B1	7.816	---	3.045	1.977	1.379	14.217
B2	50.468	---	19.664	12.767	8.902	91.801
B3	19.165	---	7.467	4.848	3.381	34.861
minimal vertikal:						
B1	7.816	---	0.000	-4.232	0.000	3.584
B2	50.468	---	0.000	-12.441	0.000	38.027
B3	19.165	---	0.000	-7.157	0.000	12.008

10. Pfette C

10.1. Lage, Kennwerte und statisches System



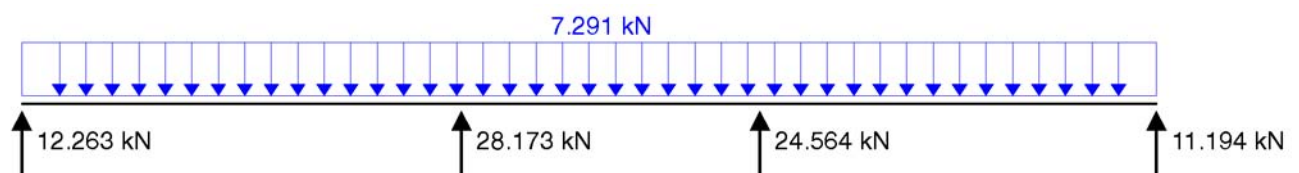
10.2. Belastung

Die Struktur der Belastung entspricht der der Sparrenberechnung. Ausnahme: Die ständigen Lasten werden zu einem Lastfall zusammengefasst. Die Lasten rekrutieren sich im Wesentlichen aus den Lagerreaktionskräften (Lager C) der Sparrenberechnung. Ausnahme: Mannlasten.
 Es werden hier nur die relevanten Lastfälle protokolliert, die einen signifikanten Beitrag zu den Extremalen der zugeordneten Einwirkung leisten.

10.2.1. ständige Lasten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Eigengewicht	0.685 kN / 0.850 m	0.805 kN/m
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Außenhaut	4.060 kN / 0.850 m	4.777 kN/m
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Innenausbau(1)	1.249 kN / 0.850 m	1.469 kN/m
Eigengewicht Pfette (5.000 kN/m³ * 0.240 m * 0.200 m)		0.240 kN/m
Summe ständige Lasten (vertikal)		7.291 kN/m



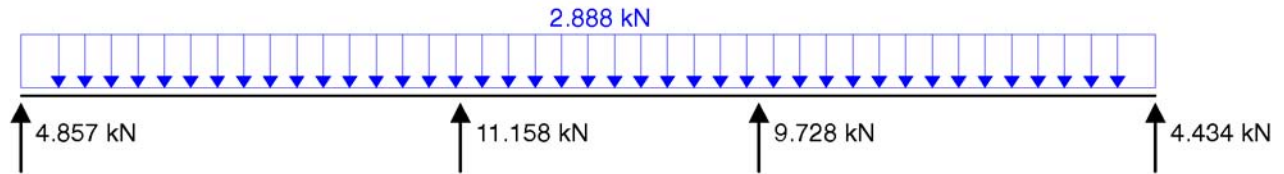
10.2.2. Nutzlast (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Nutzlast

2.455 kN / 0.850 m

2.888 kN/m



10.2.3. Wind von rechts (2)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)

1.594 kN / 0.850 m

1.875 kN/m

q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)

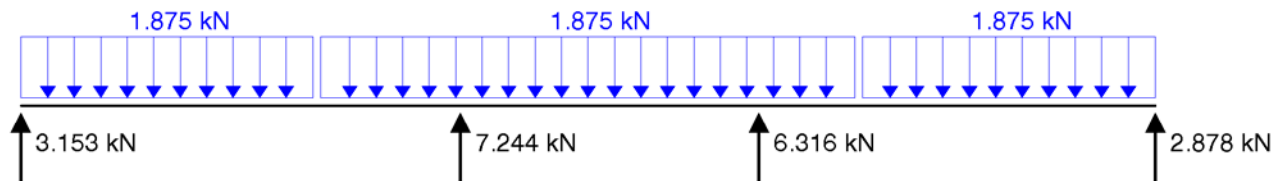
1.594 kN / 0.850 m

1.875 kN/m

q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)

1.594 kN / 0.850 m

1.875 kN/m



10.2.4. Wind von vorne

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)

-3.017 kN / 0.850 m

-3.549 kN/m

q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)

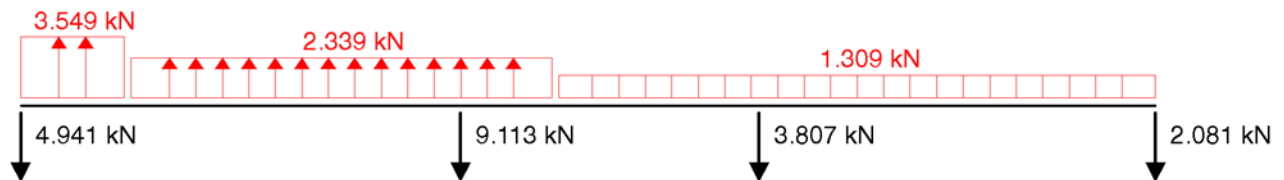
-1.988 kN / 0.850 m

-2.339 kN/m

q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)

-1.113 kN / 0.850 m

-1.309 kN/m



10.2.5. Wind von hinten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)

-1.113 kN / 0.850 m

-1.309 kN/m

q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)

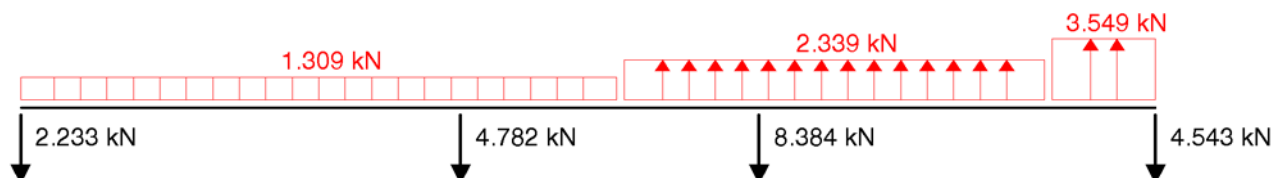
-1.988 kN / 0.850 m

-2.339 kN/m

q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)

-3.017 kN / 0.850 m

-3.549 kN/m



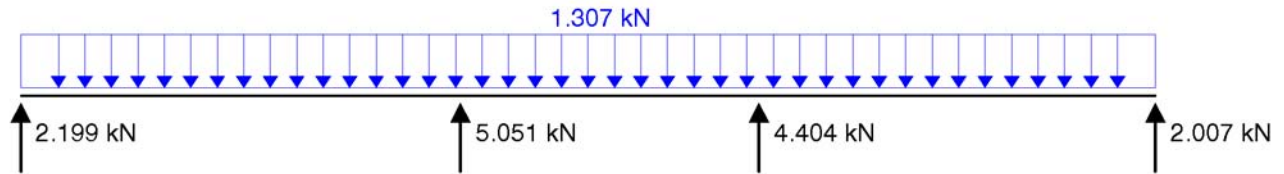
10.2.6. Schnee (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Schnee voll

1.111 kN / 0.850 m

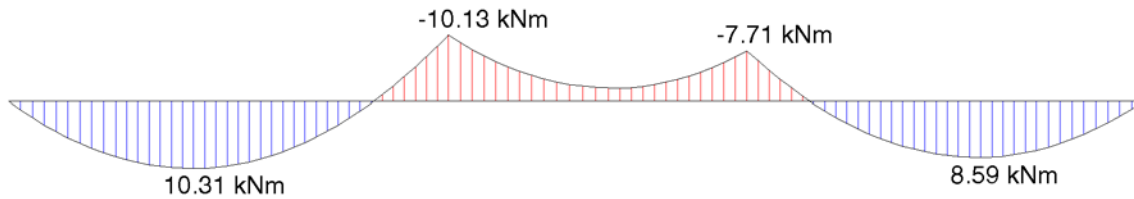
1.307 kN/m



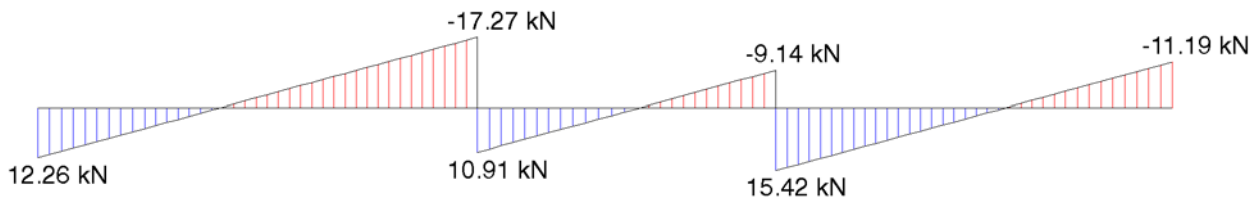
10.3. Extremale der Einwirkungen

10.3.1. ständige Lasten

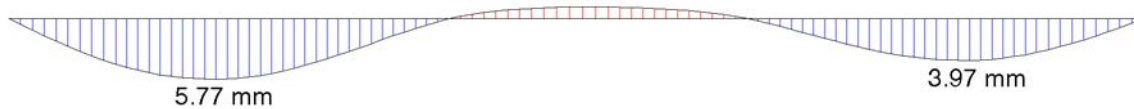
extremale Momente aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

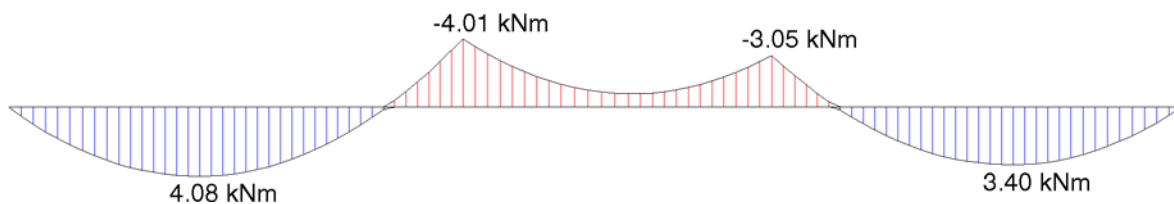


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

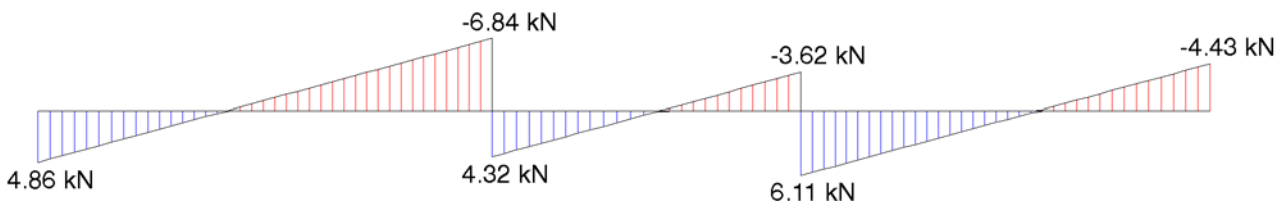


10.3.2. extremale Nutzlasten

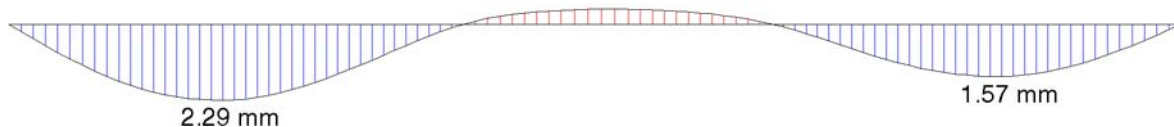
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

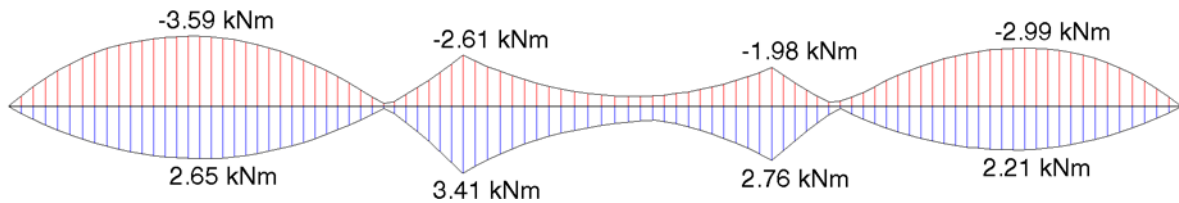


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

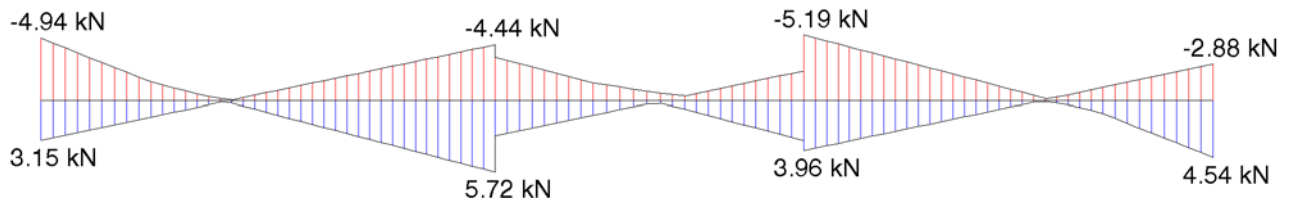


10.3.3. extreme Windlasten

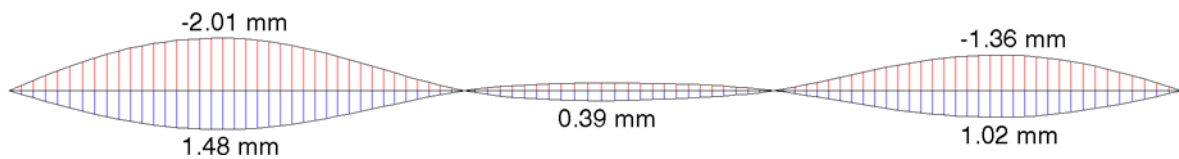
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Wind)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Wind)

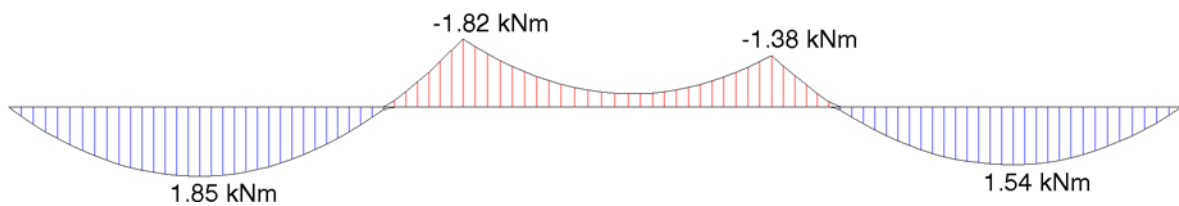


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Wind)

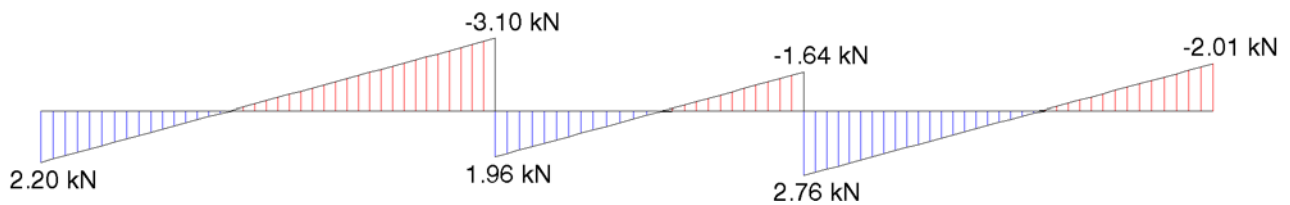


10.3.4. extreme Schneelasten

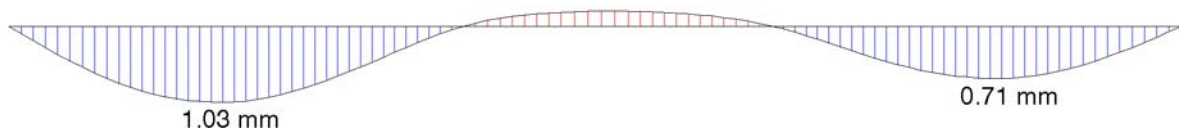
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Schnee)



10.4. Nachweise

10.4.1. Ausnutzungsgrade in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation

Die Ermittlung der Extremalwerte für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation wird k_{mod} -gruppenweise unter Variation der Leiteinwirkung mit den in der Sparrenberechnung ausgewiesenen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten durchgeführt. Näheres siehe Kapitel 6.1.2. Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 (6.1.6 Biegung und 6.1.7 Schub) mit $\gamma_M = 1.30$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 71\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.2. Ausnutzungsgrade in der außergewöhnlichen Bemessungssituation "Nordeutsche Tiefebene"

Die Ermittlung der Extremalwerte für die außergewöhnliche Bemessungssituation wird k_{mod} -gruppenweise unter Variation der Leiteinwirkung mit den in der Sparrenberechnung ausgewiesenen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten durchgeführt. Näheres siehe Kapitel 6.1.3. Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 (6.1.6 Biegung und 6.1.7 Schub) mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 40\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.3. Ausnutzungsgrade beim Brandschutznachweis

Nachweisverfahren, geforderte Widerstandsdauer, Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.1.4.

Brandbeanspruchung: vierseitig. $h_{red} = 17.8$ cm, $b_{red} = 13.8$ cm, $k_{\varphi} = 1.15$, $k_{mod} = 1.00$, $f_{md} = 27.6$ N/mm²

Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 6.1.6 mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 60\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.4. Ausnutzungsgrade der Gebrauchstauglichkeit ohne Kriecheinfluss (w_{inst})

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 70\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.5. Ausnutzungsgrade der Gebrauchstauglichkeit mit Kriecheinfluss (w_{fin})

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.80$

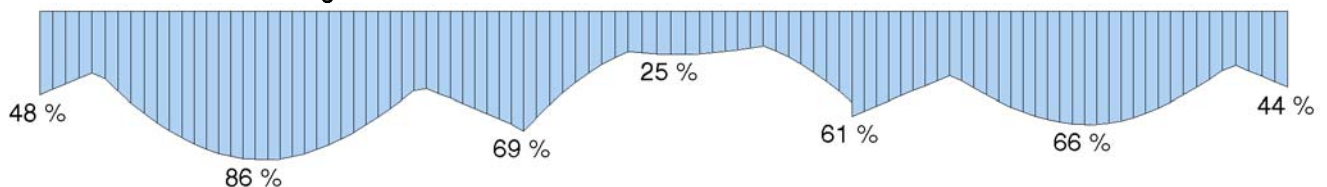
$\max U = 72\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.6. Ausnutzungsgrade der Gebrauchstauglichkeit mit Kriecheinfluss ($w_{fin,net}$)

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 6.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die quasi-ständige Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.80$

$\max U = 86\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.7. Maximale Ausnutzung aller Nachweise



$\max U = 86\% \Rightarrow$ alle Nachweise erfüllt.

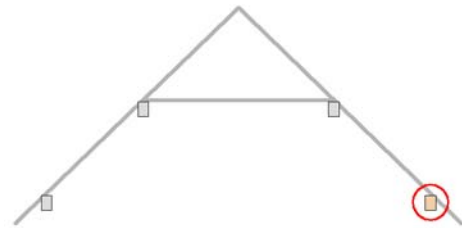
10.5. extreme Lagerreaktionen

Abkürzungen: G: ständige Lasten, M: Mannlasten, N: Nutzlasten, W: Windlasten, S: Schneelasten

Lager	G kN	M kN	N kN	W kN	S kN	Σ kN
maximal vertikal:						
C1	12.263	---	4.857	3.153	2.199	22.472
C2	28.173	---	11.158	7.244	5.051	51.627
C3	24.564	---	9.728	6.316	4.404	45.012
C4	11.194	---	4.434	2.878	2.007	20.513
minimal vertikal:						
C1	12.263	---	0.000	-4.941	0.000	7.322
C2	28.173	---	0.000	-9.113	0.000	19.060
C3	24.564	---	0.000	-8.384	0.000	16.180
C4	11.194	---	0.000	-4.543	0.000	6.652

11. Pfette D

11.1. Lage, Kennwerte, Erläuterungen



Material: Nadelholz: C24
Querschnitt: b = 18.0 cm, h = 18.0 cm

siehe Pfette A