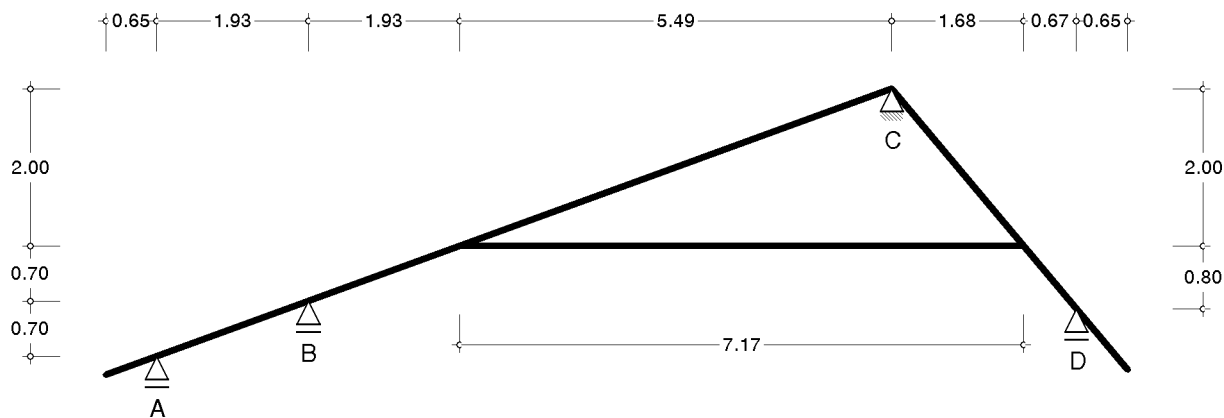


1. Systemangaben

1.1. statisches System



1.2. Systemkennwerte

- Dachneigungen:** links: 20.00° - rechts: 50.00°
- Firstpunkt:** Die Sparren sind im Firstpunkt gelenkig miteinander verbunden.
- Kehlbalken:** Der Kehlbalken ist mit den Sparren gelenkig verbunden.
- Sparrenabstand:** 0.700 m
- Material:** BSH (EC): GL24h
- Querschnitte:** b/h in cm: linker Sparren 8.0/18.0, rechter Sparren 8.0/14.0, Kehlbalken 12.0/16.0
- Einkerbungen:** an den Lagerpunkten: A: 3.0cm, B: 3.0cm, C: 4.0cm, D: 4.0cm
- Dachüberstände:** links: 0.65 m, rechts: 0.65 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)	10.642	11500	18.0	8.0	144.0	3888.0	432.0
Sparren (rechts)	4.667	11500	14.0	8.0	112.0	1829.3	261.3
Kehlbalken	7.173	11500	16.0	12.0	192.0	4096.0	512.0

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)

Mannlasten

-  4: Mannlast(1)
-  5: Mannlast(2)
-  6: Mannlast(3)
-  7: Mannlast(4)
-  8: Mannlast(5)
-  9: Mannlast(6)
-  10: Mannlast(7)

immer wirkend

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

Kategorie H: Dächer

- alternativ (auf Dachüberstand (links))
- alternativ (auf linkem Sparren Feld 1)
- alternativ (auf linkem Sparren Feld 2)
- alternativ (auf linkem Sparren Feld 3)
- alternativ (auf rechtem Sparren Feld 1)
- alternativ (auf rechtem Sparren Feld 2)
- alternativ (auf Dachüberstand (rechts))

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
 11: Nutzlast	additiv (Nutzlast auf Kehlbalken)
 Windlasten	Windlasten
 12: Wind von links (1)	alternativ (Mittelbereich (Druck,Druck))
 13: Wind von links (2)	alternativ (Mittelbereich (Druck,Sog))
 14: Wind von links (3)	alternativ (Mittelbereich (Sog,Sog))
 15: Wind von links (4)	alternativ (Mittelbereich (Sog,Druck))
 16: Wind von links (7)	alternativ (Randbereich (Sog,Sog))
 17: Wind von links (8)	alternativ (Randbereich (Sog,Druck))
 18: Wind von rechts (1)	alternativ (Mittelbereich (Druck, Druck))
 19: Wind von rechts (2)	alternativ (Mittelbereich (Sog, Druck))
 20: Wind von rechts (3)	alternativ (Mittelbereich (Sog, Sog))
 21: Wind auf Giebel (1)	alternativ (Randbereich)
 22: Wind auf Giebel (2)	alternativ (mittlerer Bereich)
 23: Wind auf Giebel (3)	alternativ (hinterer Bereich)
 Schneelasten	Orte bis NN+1000m
 24: Schnee voll	alternativ
 25: Verwehung links	alternativ
 26: 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: $q = \text{Lastsumme} \cdot \text{Sparrenabstand} = 0.441 \text{ kN/m}$
(auf beiden Sparren)

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

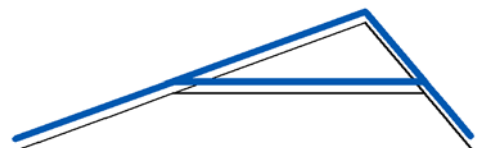
2.3. Lastfall 3: Innenausbau (1)

Lastfall 3: Innenausbau (1)

Eigengewicht des Innenausbaus

Lastordinate: $q = \text{Lastsumme} \cdot \text{Sparrenabstand} = 0.091 \text{ kN/m}$
(Lastanordnung: siehe nebenstehende Skizze)

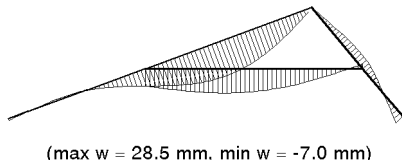
Beschreibung	Ordinate
3/5 Lattung	0.030 kN/m ²
1,3 cm Spanplatte DIN 68 763	0.100 kN/m ²
Lastsumme:	0.130 kN/m²



2.4. Extremale der Einwirkung ständige Lasten

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Summe aus allen ständigen Lasten



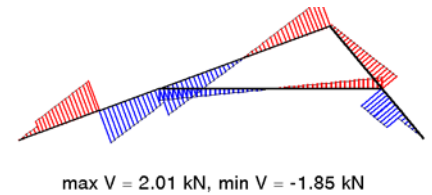
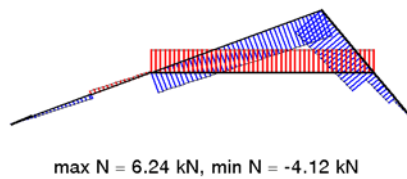
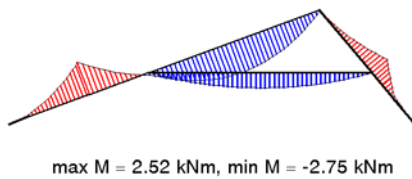
extremale Auflagerreaktionen

Summe aus allen ständigen Lasten in kN

Lager	H	V
A	-	-0.32
B	-	4.11
C	0.00	7.99
D	-	-1.28

extremale Schnittgrößen

Summe aus allen ständigen Lasten

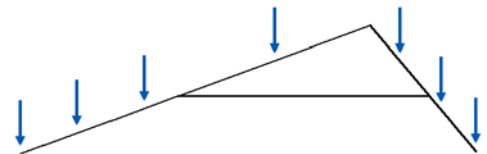


3. Mannlasten

3.1. Einwirkung der Mannlasten

Die Mannlasten werden jeweils in der Mitte des betrachteten Abschnittes, bzw. am Kragarmende angeordnet. Lastordinate: $P = 1.00 \text{ kN}$.
Es werden folgende alternative Lastfälle untersucht.

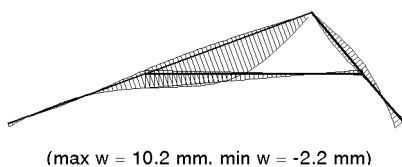
LF	Bezeichnung	Erläuterung
4	Mannlast(1)	auf Dachüberstand (links)
5	Mannlast(2)	auf linkem Sparren Feld 1
6	Mannlast(3)	auf linkem Sparren Feld 2
7	Mannlast(4)	auf linkem Sparren Feld 3
8	Mannlast(5)	auf rechtem Sparren Feld 1
9	Mannlast(6)	auf rechtem Sparren Feld 2
10	Mannlast(7)	auf Dachüberstand (rechts)



3.2. Extremale der Einwirkung Mannlasten

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Mannlasten



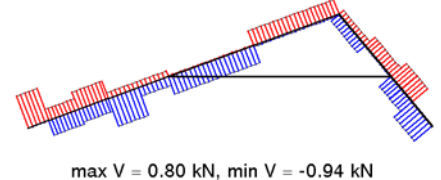
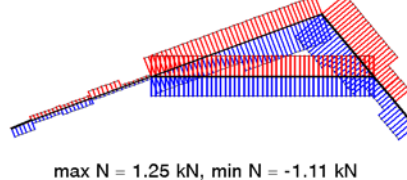
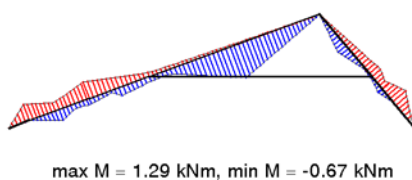
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Mannlasten in kN

Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	-	-	-0.35	1.38
B	-	-	-0.42	1.12
C	0.00	0.00	-1.09	1.39
D	-	-	-0.65	1.87

extremale Schnittgrößen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Mannlasten



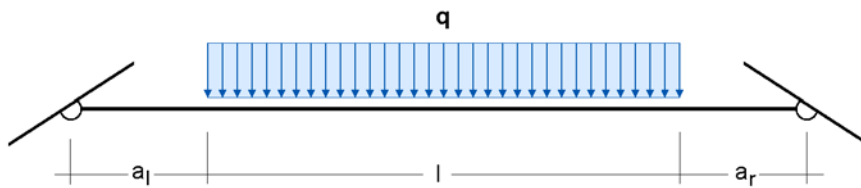
4. Kehlbalkennutzlasten

4.1. Einwirkung der Kehlbalkennutzlasten

Die Kehlbalkennutzlast wird wie in der nachfolgenden Skizze dargestellt angeordnet.

Lastordinate: $q = 1.00 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{Sparrenabstand} = 0.700 \text{ kN/m}$

Abstände: $a_1 = 0.00 \text{ m}$, $l = 7.17 \text{ m}$, $a_2 = 0.00 \text{ m}$



Es werden folgende additive Lastfälle untersucht.

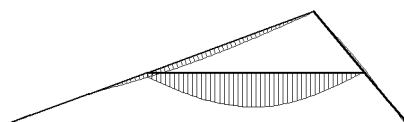
LF	Bezeichnung
11	Nutzlast

4.2. Extremale der Einwirkung Kehlbalkennutzlast

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Kehlbalkennutzlast



(max $w = 53.7 \text{ mm}$, min $w = -3.1 \text{ mm}$)

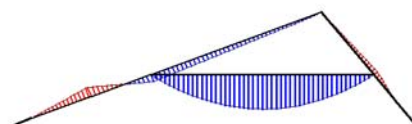
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Kehlbalkennutzlast in kN

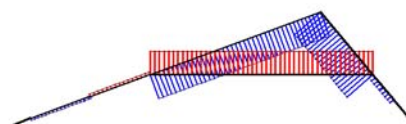
Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	-	-	-0.69	0.00
B	-	-	0.00	1.88
C	0.00	0.00	0.00	4.74
D	-	-	-0.90	0.00

extremale Schnittgrößen

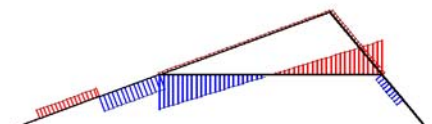
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Kehlbalkennutzlast



max $M = 4.50 \text{ kNm}$, min $M = -1.34 \text{ kNm}$



max $N = 4.65 \text{ kN}$, min $N = -3.17 \text{ kN}$



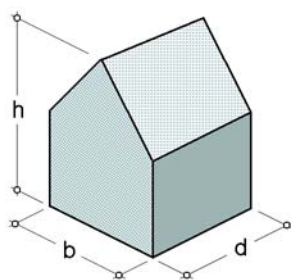
max $V = 2.51 \text{ kN}$, min $V = -2.51 \text{ kN}$

5. Windlasten

5.1. Einwirkung der Windlasten

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

Windzone: 2
 $h + \text{NN}$: 60 m
 Faktor: 1.0000
 q_{ref} : 0.39 kN/m^2
 h : 5.00 m
 b : 13.00 m
 d : 12.00 m
 $\Rightarrow q(h)$: 0.58 kN/m^2



Es werden folgende alternative Lastfälle untersucht.

LF	Bezeichnung	Erklärung
12	Wind von links (1)	Mittelbereich (Druck, Druck)
13	Wind von links (2)	Mittelbereich (Druck, Sog)
14	Wind von links (3)	Mittelbereich (Sog, Sog)
15	Wind von links (4)	Mittelbereich (Sog, Druck)
16	Wind von links (7)	Randbereich (Sog, Sog)
17	Wind von links (8)	Randbereich (Sog, Druck)
18	Wind von rechts (1)	Mittelbereich (Druck, Druck)
19	Wind von rechts (2)	Mittelbereich (Sog, Druck)
20	Wind von rechts (3)	Mittelbereich (Sog, Sog)
21	Wind auf Giebel (1)	Randbereich
22	Wind auf Giebel (2)	mittlerer Bereich
23	Wind auf Giebel (3)	hinterer Bereich

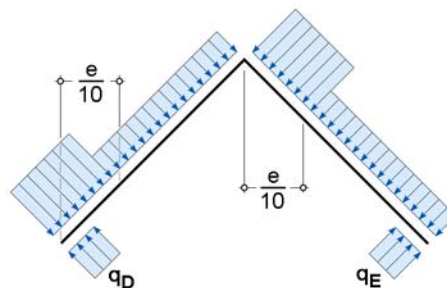
Wind von links

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

$$e = \min(d, 2h) = 10.00 \Rightarrow \frac{e}{10} = 1.00$$

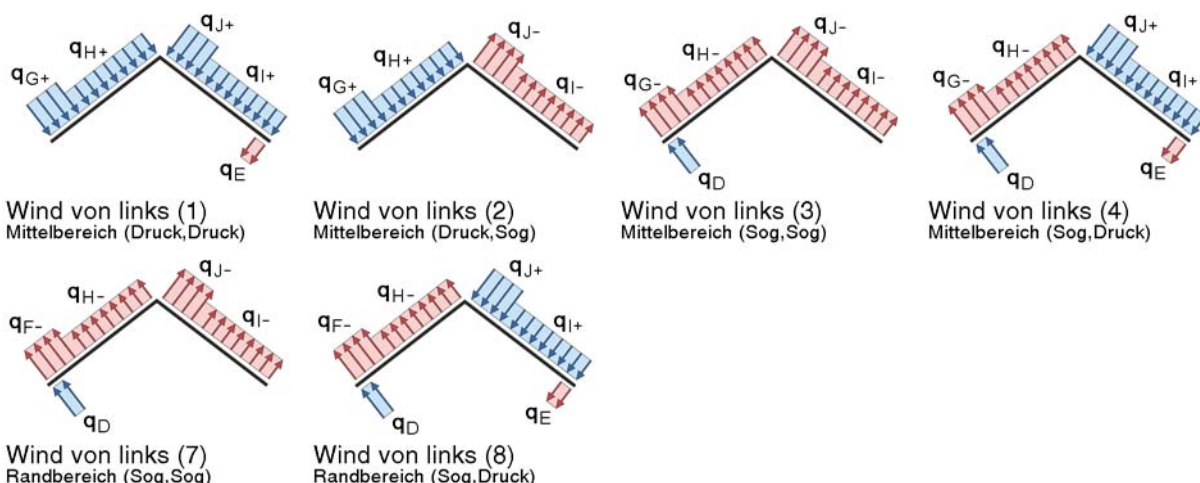
EC 1-1-4	Tabelle 7.4a					Tabelle 7.1	
Eingang	$\alpha = 20.00^\circ$					$h/b = 0.38$	
Bereich	F	G	H	I	J	D	E
$c_{pe,10} (-)$	-0.77	-0.70	-0.27	-0.20	-0.30	+0.72	-0.34
$q(-)$ kN/m	-0.31	-0.29	-0.11	-0.08	-0.12	+0.29	-0.14
$c_{pe,10} (+)$	+0.37	+0.37	+0.27	+0.00	+0.00		
$q(+)$ kN/m	+0.15	+0.15	+0.11	+0.00	+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)



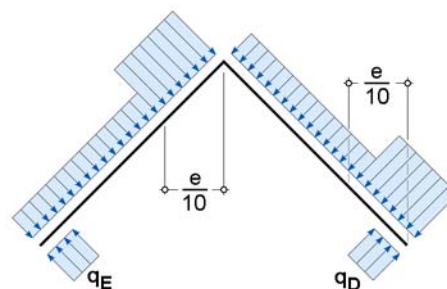
Wind von rechts

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

$$e = \min(d, 2h) = 10.00 \Rightarrow \frac{e}{10} = 1.00$$

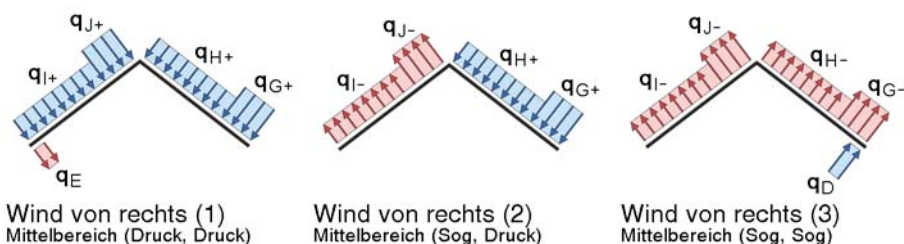
EC 1-1-4	Tabelle 7.4a					Tabelle 7.1	
Eingang	$\alpha = 50.00^\circ$					$h/b = 0.38$	
Bereich	F	G	H	I	J	D	E
$c_{pe,10} (-)$	+0.00	+0.00	+0.00	-0.40	-0.83	+0.72	-0.34
$q(-)$ kN/m	+0.00	+0.00	+0.00	-0.16	-0.34	+0.29	-0.14
$c_{pe,10} (+)$	+0.70	+0.70	+0.63	+0.00	+0.00		
$q(+)$ kN/m	+0.29	+0.29	+0.26	+0.00	+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)

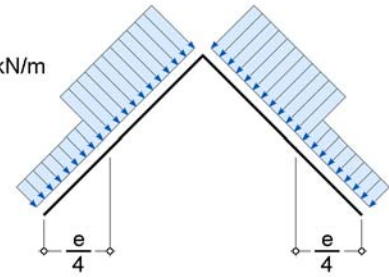


Wind auf Giebel

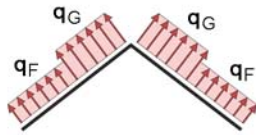
Die Pfeile in der nebenstehenden Prinzipskizze stellen positive Lastrichtungen dar (Druck).
Bei negativen Werten (Sog) für q zeigt die Last in entgegengesetzter Richtung.

$$e = \min(d, 2h) = 10.00 \text{ m} \Rightarrow \frac{e}{4} = 2.50 \text{ m} \quad q = c_{pe,10} * q(h) * \text{Sparrenabstand in kN/m}$$

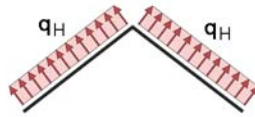
EC 1-1-4	Tabelle 7.4b							
Eingang	linker Sparren $\alpha = 20.00^\circ$				rechter Sparren $\alpha = 50.00^\circ$			
Bereich	F	G	H	I	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1.23	-1.33	-0.67	-0.50	-1.10	-1.33	-0.87	-0.50
q kN/m	-0.51	-0.55	-0.27	-0.20	-0.45	-0.55	-0.35	-0.20



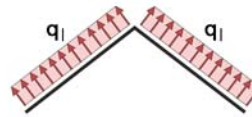
untersuchte Lastfälle (Wind auf Giebel)



Wind auf Giebel (1)
Randbereich



Wind auf Giebel (2)
mittlerer Bereich

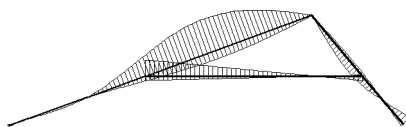


Wind auf Giebel (3)
hinterer Bereich

5.2. Extremale der Einwirkung Windlasten

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten



(max $w = 5.8 \text{ mm}$, min $w = -24.7 \text{ mm}$)

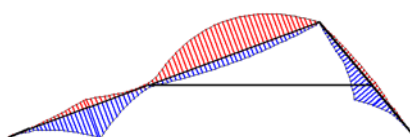
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten in kN

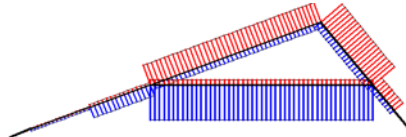
Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	-	-	-0.50	0.22
B	-	-	-3.32	0.86
C	-1.62	0.75	-4.38	0.67
D	-	-	-0.65	1.49

extremale Schnittgrößen

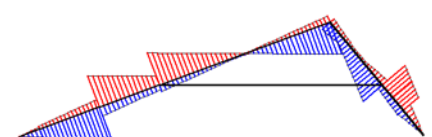
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Windlasten



max $M = 2.21 \text{ kNm}$, min $M = -2.27 \text{ kNm}$



max $N = 3.39 \text{ kN}$, min $N = -2.78 \text{ kN}$



max $V = 1.58 \text{ kN}$, min $V = -1.62 \text{ kN}$

6. Schneelasten

6.1. Einwirkung der Schneelasten

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

Es werden folgende alternative Lastfälle untersucht.

LF	Bezeichnung
24	Schnee voll
25	Verwehung links
26	Verwehung rechts

6.2. Lastfall 24: Schnee voll

linke Seite: $\alpha = 20^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.80 \rightarrow q_{\text{links}} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.36 \text{ kN/m}$

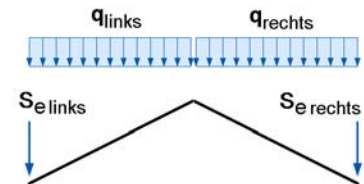
rechte Seite: $\alpha = 50^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.27 \rightarrow q_{\text{rechts}} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.12 \text{ kN/m}$

Einzellasten $S_{e\text{links}} = 0.4 a (\mu_1(\alpha) s_k)^2 / \gamma = 0.03 \text{ kN}$

(nur bei Dachüberständen) $S_{e\text{rechts}} = 0.4 a (\mu_1(\alpha) s_k)^2 / \gamma = 0.00 \text{ kN}$

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

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 (INA-DE)



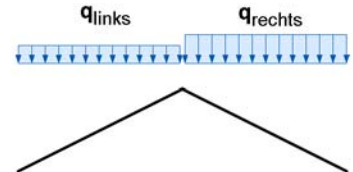
6.3. Lastfall 25: Verwehung links

linke Seite: $\alpha = 20^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.80 \rightarrow q_{\text{links}} = \frac{1}{2} a \mu_1(\alpha) s_k = 0.18 \text{ kN/m}$

rechte Seite: $\alpha = 50^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.27 \rightarrow q_{\text{rechts}} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.12 \text{ kN/m}$

$a = \text{Sparrenabstand}$

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



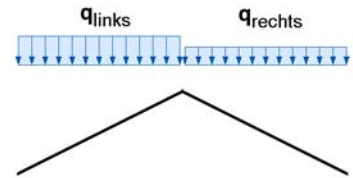
6.4. Lastfall 26: Verwehung rechts

linke Seite: $\alpha = 20^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.80 \rightarrow q_{\text{links}} = a \mu_1(\alpha) s_k = 0.36 \text{ kN/m}$

rechte Seite: $\alpha = 50^\circ \rightarrow \mu_1(\alpha) = 0.27 \rightarrow q_{\text{rechts}} = \frac{1}{2} a \mu_1(\alpha) s_k = 0.06 \text{ kN/m}$

$a = \text{Sparrenabstand}$

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

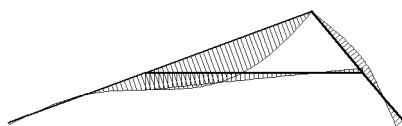


6.5. Extremale der Einwirkung Schneelasten

extremale Durchbiegungen

Verformungen senkrecht zur Stabachse

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten



(max $w = 15.7 \text{ mm}$, min $w = -4.1 \text{ mm}$)

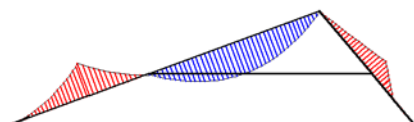
extremale Auflagerreaktionen

Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten in kN

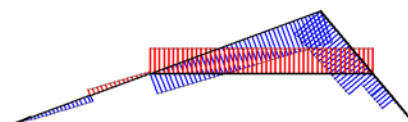
Lager	H		V	
	min	max	min	max
A	-	-	-0.14	0.00
B	-	-	0.00	2.23
C	0.00	0.00	0.00	3.00
D	-	-	-1.14	0.00

extremale Schnittgrößen

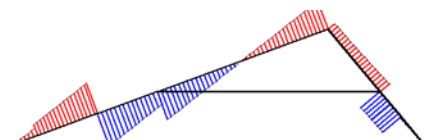
Extremale aus allen Lastfällen der Einwirkung Schneelasten



max $M = 1.40 \text{ kNm}$, min $M = -1.49 \text{ kNm}$



max $N = 2.08 \text{ kN}$, min $N = -1.53 \text{ kN}$



max $V = 1.08 \text{ kN}$, min $V = -1.02 \text{ kN}$

7. Nachweise

7.1. Tragfähigkeitsnachweise

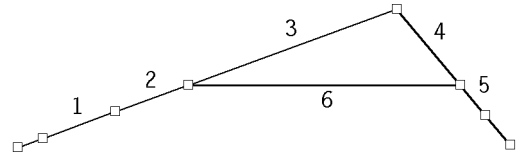
7.1.1. Stabilität

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	2.05	1.00	2.05	0.9500
2	2.05	1.00	2.05	0.9500
3	5.85	1.00	5.85	0.2920
4	2.61	1.00	2.61	0.7441
5	1.05	1.00	1.05	0.9867
6	7.17	1.00	7.17	0.1568

Abschnitte



7.1.2. Hauptnachweis

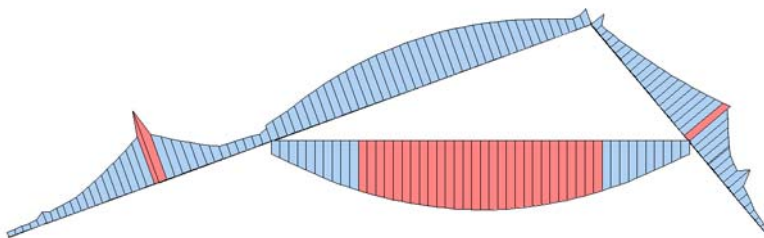
Nachweis der Tragfähigkeit für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

Nutzungsklasse des Bauwerks	1
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
Mannlasten	1.50	0.00	1.00	0.00	kurz	0.90
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

7.1.2.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	1.48
rechter Sparren	1.05
Kehlbalken	1.34

7.1.2.2. formale Nachweise der maximalen Ausnutzung

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im linken Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.74 \text{ m}$ (ξ läuft von unten links nach oben rechts)

maßgebende Schnittgrößen: min N, zug M, zug V

maßgebender Spannungszustand: minimale Normalspannung

führende Verkehrseinwirkung: Schneelasten

Einwirkung	γ	Ψ	Faktor	N_k	M_k	V_k	N_d	M_d	V_d
ständige Lasten	1.35	1.00	1.35	-0.73	-2.75	2.01	-0.99	-3.71	2.72
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	-0.29	-0.51	0.80	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.50	0.70	1.05	-0.41	-1.34	1.11	-0.43	-1.41	1.17
Windlasten	0.00	0.60	0.00	-0.28	-0.58	0.43	0.00	0.00	0.00
Schneelasten	1.50	1.00	1.50	-0.39	-1.49	1.08	-0.59	-2.23	1.62
Summe							-2.01	-7.34	5.51
Versatzmoment aus Einkerbung $c = 3.0 \text{ cm}$:				$\Delta M_d = N_d \cdot c/2 =$				-0.03	
Bemessungsschnittgrößen in kN, kNm:							-2.01	-7.37	5.51

Querschnittswerte: $h = 18.0 \text{ cm}$, $b = 8.0 \text{ cm}$ $A = 0.0120000 \text{ m}^2$

Einkerbung: $c = 3.0 \text{ cm}$, $h_{\text{netto}} = 15.0 \text{ cm}$ $W = 0.0003000 \text{ m}^3$

Spannungen:

$$\begin{aligned}\sigma_{c0,d} &= N_d / A = -0.17 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,d} &= M_d / W = -24.57 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_d &= 1.5 V_d / A = 0.69 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Charakteristische Festigkeiten $f_{c0,k} = 24.00$, $f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$

Bemessungswerte mit $\gamma_M = 1.30$ und $k_{\text{mod}} = 0.90$: $f_{c0,d} = 16.62$, $f_{m,d} = 16.62 \text{ N/mm}^2$

$$\text{max Ausnutzung } U = \left(\frac{\sigma_{c0,d}}{f_{c0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} = \underline{\underline{1.48 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im rechten Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.61 \text{ m}$ (ξ läuft von oben links nach unten rechts)

maßgebende Schnittgrößen: max N, zug M, zug V

maßgebender Spannungszustand: maximale Normalspannung

führende Verkehrseinwirkung: Schneelasten

Einwirkung	γ	Ψ	Faktor	N_k	M_k	V_k	N_d	M_d	V_d
ständige Lasten	1.35	1.00	1.35	5.07	-1.66	-1.13	6.84	-2.24	-1.52
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	0.99	-0.44	-0.17	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.50	0.70	1.05	4.65	-0.61	-0.23	4.88	-0.64	-0.24
Windlasten	0.00	0.60	0.00	0.68	-0.26	0.03	0.00	0.00	0.00
Schneelasten	1.50	1.00	1.50	1.93	-0.83	-0.38	2.89	-1.24	-0.57
Summe							14.61	-4.11	-2.34

(= Bemessungsschnittgrößen in kN, kNm)

Querschnittswerte: $h = 14.0 \text{ cm}$, $b = 8.0 \text{ cm}$ $A = 0.0112000 \text{ m}^2$

$W = 0.0002613 \text{ m}^3$

Spannungen:

$$\begin{aligned}\sigma_{t0,d} &= N_d / A = 1.30 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,d} &= M_d / W = -15.73 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_d &= 1.5 V_d / A = -0.31 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Charakteristische Festigkeiten $f_{t0,k} = 19.20$, $f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$

Bemessungswerte mit $\gamma_M = 1.30$ und $k_{\text{mod}} = 0.90$: $f_{t0,d} = 13.29$, $f_{m,d} = 16.62 \text{ N/mm}^2$

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} = \underline{\underline{1.05 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im Kehlbalken

maßgebende Stelle bei $\xi = 3.59 \text{ m}$ (ξ läuft von links nach rechts)

maßgebende Schnittgrößen: min N, zug M, zug V

maßgebender Spannungszustand: minimale Normalspannung

führende Verkehrseinwirkung: Kehlbalkennutzlast

Einwirkung	γ	Ψ	Faktor	N_k	M_k	V_k	N_d	M_d	V_d
ständige Lasten	1.35	1.00	1.35	-4.12	1.20	0.00	-5.56	1.62	0.00
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	-0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.50	1.00	1.50	-3.17	4.50	0.00	-4.75	6.75	0.00
Windlasten	0.00	0.60	0.00	-0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Schneelasten	0.00	0.50	0.00	-1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summe	(= Bemessungsschnittgrößen in kN, kNm)						-10.31	8.38	0.00

Querschnittswerte: $h = 16.0 \text{ cm}$, $b = 12.0 \text{ cm}$

$A = 0.0192000 \text{ m}^2$

$W = 0.0005120 \text{ m}^3$

Spannungen:

$$\sigma_{c0,d} = N_d / A = -0.54 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = M_d / W = 16.36 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d = 1.5 V_d / A = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristische Festigkeiten

$$f_{c0,k} = 24.00, \quad f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswerte mit $\gamma_M = 1.30$ und $k_{mod} = 0.80$:

$$f_{c0,d} = 14.77, \quad f_{m,d} = 14.77 \text{ N/mm}^2$$

$$\max \text{ Ausnutzung } U = \frac{|\sigma_{c0,d}|}{k_c f_{c0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} = \underline{\underline{1.34}} > 1.00 \quad (k_c = 0.1568)$$

7.1.3. Brandschutznachweis

Brandschutznachweis

Brandbeanspruchung der Sparren	vierseitig
Brandbeanspruchung des Kehlbalkens	vierseitig
Ausbildung des Kehlbalkens	einteilig
geforderte Widerstandsdauer	25 Minuten
Abbrandtiefe	2.00 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)

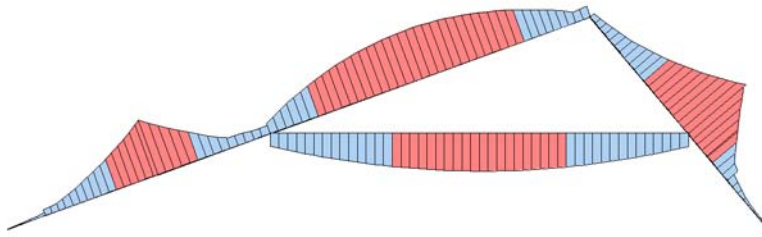
	h_i cm	b_i cm	$f_{m,d}$ N/mm ²	$f_{c0,d}$ N/mm ²	$f_{t,d}$ N/mm ²
Sparren (links)	12.60	2.60	27.60	27.60	22.08
Sparren (rechts)	8.60	2.60	27.60	27.60	22.08
Kehlbalken	10.60	6.60	27.60	27.60	22.08

Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	γ_{sup}	γ_{inf}	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	1.00
Mannlasten	1.00	0.00	0.00	0.00
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.

7.1.3.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	1.73
rechter Sparren	2.28
Kehlbalken	1.13

7.1.3.2. formale Nachweise der maximalen Ausnutzung

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im linken Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.74 \text{ m}$ (ξ läuft von unten links nach oben rechts)

maßgebende Schnittgrößen: min N, zug M, zug V

maßgebender Spannungszustand: minimale Normalspannung

führende Verkehrseinwirkung: Windlasten

Einwirkung	γ	Ψ	Faktor	N_k	M_k	V_k	N_d	M_d	V_d
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	-0.73	-2.75	2.01	-0.73	-2.75	2.01
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	-0.29	-0.51	0.80	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.30	0.30	-0.41	-1.34	1.11	-0.12	-0.40	0.33
Windlasten	1.00	0.20	0.20	-0.28	-0.58	0.43	-0.06	-0.12	0.09
Schneelasten	0.00	0.00	0.00	-0.39	-1.49	1.08	0.00	0.00	0.00
Summe	(= Bemessungsschnittgrößen in kN, kNm)						-0.91	-3.26	2.43

Querschnittswerte: $h = 12.6 \text{ cm}$, $b = 2.6 \text{ cm}$

$A = 0.0032760 \text{ m}^2$

$W = 0.0000688 \text{ m}^3$

Spannungen:

$$\begin{aligned}\sigma_{c0,d} &= N_d / A = -0.28 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,d} &= M_d / W = -47.43 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_d &= 1.5 V_d / A = 1.11 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{|\sigma_{c0,d}|}{k_c f_{c0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} = \underline{\underline{1.73 > 1.00}} \quad (k_c = 0.8425)$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im rechten Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.61 \text{ m}$ (ξ läuft von oben links nach unten rechts)

maßgebende Schnittgrößen: min M, zug N, zug V

maßgebender Spannungszustand: minimale Normalspannung

führende Verkehrseinwirkung: Windlasten

Einwirkung	γ	Ψ	Faktor	N_k	M_k	V_k	N_d	M_d	V_d
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	5.07	-1.66	-1.13	5.07	-1.66	-1.13
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	0.99	-0.44	-0.17	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.30	0.30	4.65	-0.61	-0.23	1.40	-0.18	-0.07
Windlasten	1.00	0.20	0.20	0.35	-0.29	-0.11	0.07	-0.06	-0.02
Schneelasten	0.00	0.00	0.00	1.93	-0.83	-0.38	0.00	0.00	0.00
Summe	(= Bemessungsschnittgrößen in kN, kNm)						6.53	-1.90	-1.22

Querschnittswerte: $h = 8.6 \text{ cm}$, $b = 2.6 \text{ cm}$

$A = 0.0022360 \text{ m}^2$

$W = 0.0000320 \text{ m}^3$

Spannungen:

$$\begin{aligned}\sigma_{t0,d} &= N_d / A = 2.92 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,d} &= M_d / W = -59.16 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_d &= 1.5 V_d / A = -0.82 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} = \underline{\underline{2.28 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im Kehlbalken

maßgebende Stelle bei $\xi = 3.59 \text{ m}$ (ξ läuft von links nach rechts)

maßgebende Schnittgrößen: min N, zug M, zug V

maßgebender Spannungszustand: minimale Normalspannung

führende Verkehrseinwirkung: Windlasten

Einwirkung	γ	Ψ	Faktor	N_k	M_k	V_k	N_d	M_d	V_d
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	-4.12	1.20	0.00	-4.12	1.20	0.00
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	-0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.30	0.30	-3.17	4.50	0.00	-0.95	1.35	0.00
Windlasten	1.00	0.20	0.20	-0.52	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00
Schneelasten	0.00	0.00	0.00	-1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Summe	(= Bemessungsschnittgrößen in kN, kNm)						-5.17	2.55	0.00

Querschnittswerte: $h = 10.6 \text{ cm}$, $b = 6.6 \text{ cm}$

$A = 0.0069960 \text{ m}^2$

$W = 0.0001236 \text{ m}^3$

Spannungen:

$$\begin{aligned}\sigma_{c0,d} &= N_d / A = -0.74 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,d} &= M_d / W = 20.66 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_d &= 1.5 V_d / A = 0.00 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

max Ausnutzung $U = \frac{|\sigma_{c0,d}|}{k_c f_{c0,d}} + \frac{|\sigma_{m,d}|}{f_{m,d}} = \underline{\underline{1.13 > 1.00}}$ ($k_c = 0.0699$)

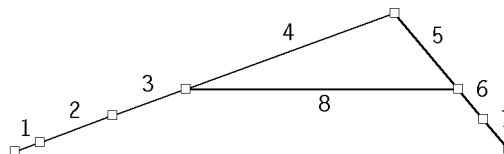
7.2. Gebrauchstauglichkeitsnachweise

7.2.1. Vergleichslängen

zur Ermittlung des Ausnutzungsgrades

Abschnitt	Länge m	l_v m
1	0.69	0.69
2	2.05	2.05
3	2.05	2.05
4	5.85	5.85
5	2.61	2.61
6	1.05	1.05
7	1.01	1.01
8	7.17	7.17

Abschnitte



7.2.2. Grenzwerte

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

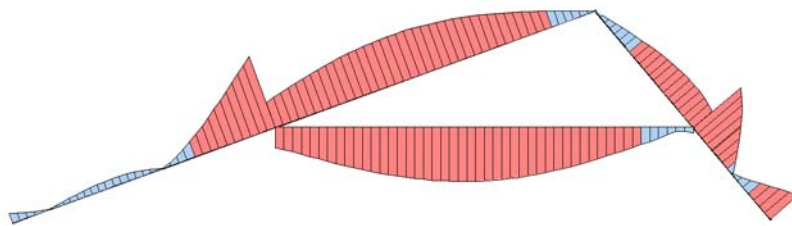
7.2.3. Bemessungssituation w_{inst}

Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_0
Mannlasten	0.00
Kehlbalkennutzlast	0.70
Windlasten	0.60
Schneelasten	0.50

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

7.2.3.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	4.42
rechter Sparren	3.62
Kehlbalken	3.16

7.2.3.2. formale Nachweise der maximalen Ausnutzung

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im linken Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 4.79 \text{ m}$ (ξ läuft von unten links nach oben rechts)

maßgebende Verformung: max w

maßgebende Vergleichslänge: 2.05 m

führende Verkehrseinwirkung: Schneelasten

Einwirkung	γ	Ψ	F	w_k	w_{inst}
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	15.21	15.21
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	4.46	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.70	0.70	6.87	4.81
Windlasten	1.00	0.60	0.60	3.22	1.93
Schneelasten	1.00	1.00	1.00	8.27	8.27
Summe					30.23

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{w_{inst}}{l_v / 300} = \underline{\underline{4.42 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im rechten Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.61 \text{ m}$ (ξ läuft von oben links nach unten rechts)

maßgebende Verformung: min w

maßgebende Vergleichslänge: 1.05 m

führende Verkehrseinwirkung: Schneelasten

Einwirkung	γ	Ψ	F	w_k	w_{inst}
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	-6.33	-6.33
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	-1.91	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.70	0.70	-2.71	-1.90
Windlasten	1.00	0.60	0.60	-1.41	-0.85
Schneelasten	1.00	1.00	1.00	-3.53	-3.53
Summe					-12.60

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{w_{inst}}{l_v / 300} = \underline{\underline{3.62 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im Kehlbalken

maßgebende Stelle bei $\xi = 3.14 \text{ m}$ (ξ läuft von links nach rechts)

maßgebende Verformung: $\max w$

maßgebende Vergleichslänge: 7.17 m

führende Verkehrseinwirkung: Kehlbalkennutzlast

Einwirkung	γ	Ψ	F	w_k	w_{inst}
ständige Lasten	1.00	1.00	1.00	19.76	19.76
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	1.83	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	1.00	1.00	53.20	53.20
Windlasten	1.00	0.60	0.60	1.31	0.78
Schneelasten	1.00	0.50	0.50	3.40	1.70
Summe					75.44

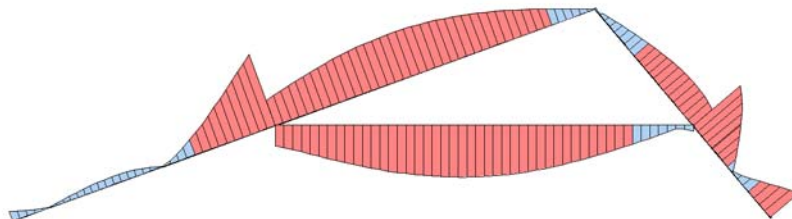
$$\max \text{Ausnutzung } U = \frac{w_{inst}}{l_v / 300} = \underline{\underline{3.16 > 1.00}}$$

7.2.4. Bemessungssituation w_{fin}

Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_0	Ψ_2	Nutzungs-kategorie 1 $\Rightarrow k_{def} = 0.60$
Mannlasten	0.00	0.00	
Kehlbalkennutzlast	0.70	0.30	
Windlasten	0.60	0.00	
Schneelasten	0.50	0.00	

7.2.4.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	3.96
rechter Sparren	3.23
Kehlbalken	2.70

7.2.4.2. formale Nachweise der maximalen Ausnutzung

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im linken Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 4.79 \text{ m}$ (ξ läuft von unten links nach oben rechts)

maßgebende Verformung: $\max w$

maßgebende Vergleichslänge: 2.05 m

führende Verkehrseinwirkung: Schneelasten

Erläuterung der Tabelle: w_k = charakteristische Durchbiegung

$F = \gamma(\Psi + \Psi_2 k_{def})$, $w_{fin} = F w_k$ (alle Durchbiegungen in mm)

Einwirkung	γ	Ψ	$\Psi_2 k_{def}$	F	w_k	w_{fin}
ständige Lasten	1.00	1.00	0.60	1.60	15.21	24.34
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	0.00	4.46	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.70	0.18	0.88	6.87	6.05
Windlasten	1.00	0.60	0.00	0.60	3.22	1.93
Schneelasten	1.00	1.00	0.00	1.00	8.27	8.27
Summe						40.60

$$\max \text{Ausnutzung } U = \frac{w_{fin}}{l_v / 200} = \underline{\underline{3.96 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im rechten Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.61 \text{ m}$ (ξ läuft von oben links nach unten rechts)

maßgebende Verformung: $\min w$

maßgebende Vergleichslänge: 1.05 m

führende Verkehrseinwirkung: Schneelasten

Erläuterung der Tabelle: w_k = charakteristische Durchbiegung

$F = \gamma (\Psi + \Psi_2 k_{\text{def}})$, $w_{\text{fin}} = F w_k$ (alle Durchbiegungen in mm)

Einwirkung	γ	Ψ	$\Psi_2 k_{\text{def}}$	F	w_k	w_{fin}
ständige Lasten	1.00	1.00	0.60	1.60	-6.33	-10.13
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.91	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	0.70	0.18	0.88	-2.71	-2.38
Windlasten	1.00	0.60	0.00	0.60	-1.41	-0.85
Schneelasten	1.00	1.00	0.00	1.00	-3.53	-3.53
Summe						-16.89

$$\max \text{Ausnutzung } U = \frac{w_{\text{fin}}}{l_v / 200} = \underline{\underline{3.23 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im Kehlbalken

maßgebende Stelle bei $\xi = 3.14 \text{ m}$ (ξ läuft von links nach rechts)

maßgebende Verformung: $\max w$

maßgebende Vergleichslänge: 7.17 m

führende Verkehrseinwirkung: Kehlbalkennutzlast

Erläuterung der Tabelle: w_k = charakteristische Durchbiegung

$F = \gamma (\Psi + \Psi_2 k_{\text{def}})$, $w_{\text{fin}} = F w_k$ (alle Durchbiegungen in mm)

Einwirkung	γ	Ψ	$\Psi_2 k_{\text{def}}$	F	w_k	w_{fin}
ständige Lasten	1.00	1.00	0.60	1.60	19.76	31.61
Mannlasten	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	0.00
Kehlbalkennutzlast	1.00	1.00	0.18	1.18	53.20	62.77
Windlasten	1.00	0.60	0.00	0.60	1.31	0.78
Schneelasten	1.00	0.50	0.00	0.50	3.40	1.70
Summe						96.88

$$\max \text{Ausnutzung } U = \frac{w_{\text{fin}}}{l_v / 200} = \underline{\underline{2.70 > 1.00}}$$

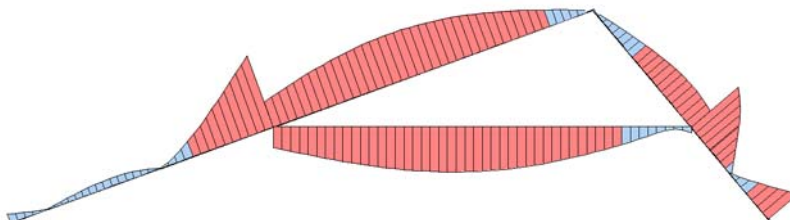
7.2.5. Bemessungssituation $w_{\text{net,fin}}$

Kombinationsbeiwerte

Einwirkung	Ψ_2
Mannlasten	0.00
Kehlbalkennutzlast	0.30
Windlasten	0.00
Schneelasten	0.00

Nutzungsklasse 1
 $\Rightarrow k_{\text{def}} = 0.60$

7.2.5.1. maximale Ausnutzung



Träger	max U
linker Sparren	4.04
rechter Sparren	3.28
Kiehlbalken	2.39

7.2.5.2. formale Nachweise der maximalen Ausnutzung

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im linken Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 4.79$ m (ξ läuft von unten links nach oben rechts)

maßgebende Verformung: max w

maßgebende Vergleichslänge: 2.05 m

Erläuterung der Tabelle: w_k = charakteristische Durchbiegung

$w_{net,fin} = \Psi_2 (1 + k_{def}) w_k$ (alle Durchbiegungen in mm)

Einwirkung	$\Psi_2 (1+k_{def})$	w_k	$w_{net,fin}$
ständige Lasten	1.60	15.21	24.34
Kehlbalkennutzlast	0.48	6.87	3.30
Summe			27.64

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{w_{net,fin}}{l_v / 300} = \underline{\underline{4.04 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im rechten Sparren

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.61$ m (ξ läuft von oben links nach unten rechts)

maßgebende Verformung: min w

maßgebende Vergleichslänge: 1.05 m

Erläuterung der Tabelle: w_k = charakteristische Durchbiegung

$w_{net,fin} = \Psi_2 (1 + k_{def}) w_k$ (alle Durchbiegungen in mm)

Einwirkung	$\Psi_2 (1+k_{def})$	w_k	$w_{net,fin}$
ständige Lasten	1.60	-6.33	-10.13
Kehlbalkennutzlast	0.48	-2.71	-1.30
Summe			-11.43

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{w_{net,fin}}{l_v / 300} = \underline{\underline{3.28 > 1.00}}$$

formaler Nachweis der maximalen Ausnutzung im Kehlbalken

maßgebende Stelle bei $\xi = 2.99$ m (ξ läuft von links nach rechts)

maßgebende Verformung: max w

maßgebende Vergleichslänge: 7.17 m

Erläuterung der Tabelle: w_k = charakteristische Durchbiegung

$w_{net,fin} = \Psi_2 (1 + k_{def}) w_k$ (alle Durchbiegungen in mm)

Einwirkung	$\Psi_2 (1+k_{def})$	w_k	$w_{net,fin}$
ständige Lasten	1.60	19.94	31.91
Kehlbalkennutzlast	0.48	52.63	25.26
Summe			57.17

$$\text{max Ausnutzung } U = \frac{w_{net,fin}}{l_v / 300} = \underline{\underline{2.39 > 1.00}}$$

8. Lagerreaktionen und Anschlussschnittgrößen

extremale Lagerreaktionen

auf charakteristischem Lastniveau

Positive vertikale Reaktionskräfte (V) wirken von unten nach oben.

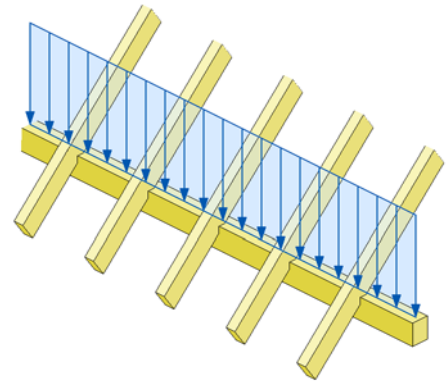
Positive horizontale Reaktionskräfte (H) wirken von rechts nach links.

	G	Q		G+Q	
		H	V	H	V
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m
Lager A					
min A _v	-0.45	0.00	-1.91	0.00	-2.36
max A _v	-0.45	0.00	0.31	0.00	-0.14
Lager B					
min B _v	5.88	0.00	-4.74	0.00	1.14
max B _v	5.88	0.00	7.11	0.00	12.99
Lager C					
min C _H	0.00	-2.32	2.49	-2.32	13.90

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
max C _H	0.00	1.08	11.83	1.08	23.25
min C _V	11.42	-0.40	-6.26	-0.40	5.15
max C _V	11.42	1.08	12.01	1.08	23.42
Lager D					
min D _V	-1.82	0.00	-3.85	0.00	-5.67
max D _V	-1.82	0.00	2.13	0.00	0.31



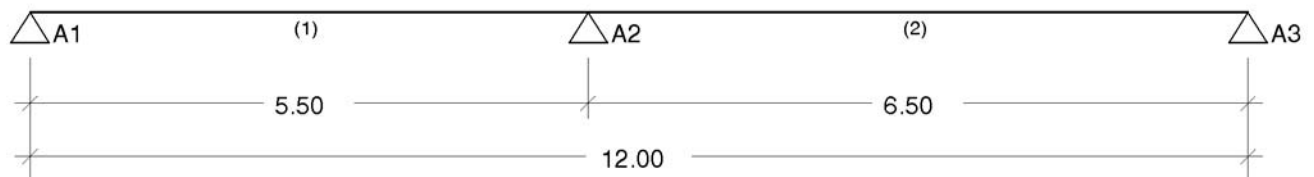
Die Werte beschreiben eine Linienlast in Pfettenlaufrichtung. Mannlasten, die nur einmal pro Dach anzusetzen sind, bleiben hier unberücksichtigt.

9. Pfette A

9.1. Lage, Kennwerte und statisches System



Material: BSH (EC): GL24h
Querschnitt: b = 14.0 cm, h = 28.0 cm
Kennwerte: EI = 2945 kN/m², W = 1829.3 cm³, γ = 5.00 kN/m³
 f_{m,k} = 24.0 N/mm², f_{v,k} = 3.5 N/mm²
Normen: Eurocode: EN 1990, EN 1991, EN 1995



9.2. Belastung

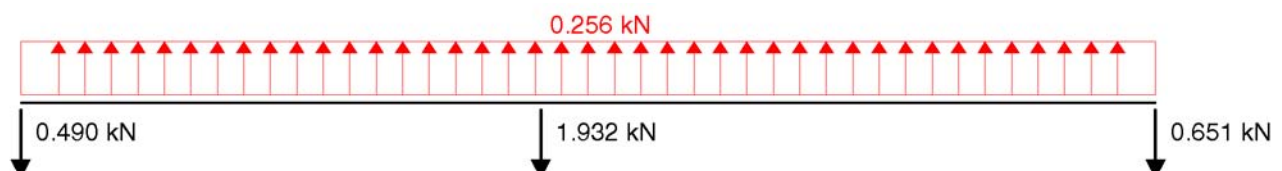
Die Struktur der Belastung entspricht der der Sparrenberechnung. Ausnahme: Die ständigen Lasten werden zu einem Lastfall zusammengefasst. Die Lasten rekrutieren sich im Wesentlichen aus den Lagerreaktionskräften (Lager A) der Sparrenberechnung. Ausnahme: Mannlasten.

Es werden hier nur die relevanten Lastfälle protokolliert, die einen signifikanten Beitrag zu den Extremalen der zugeordneten Einwirkung leisten.

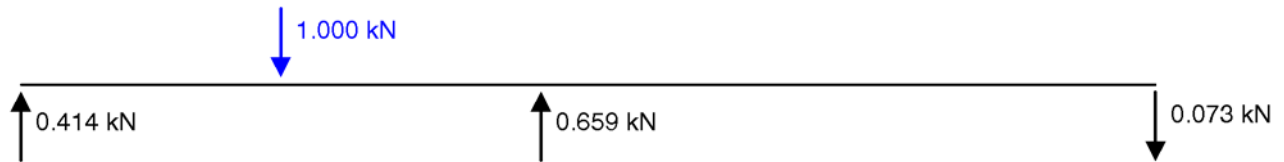
9.2.1. ständige Lasten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

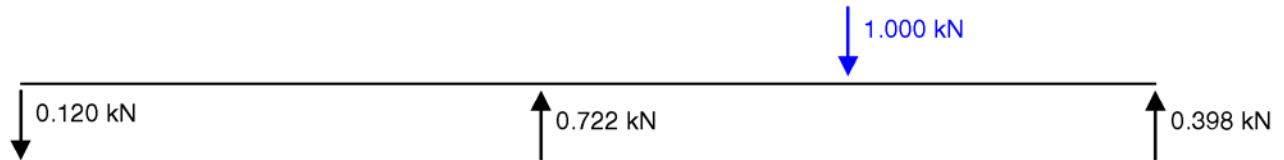
aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Eigengewicht	-0.114 kN / 0.700 m	-0.163 kN/m
aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Außenhaut	-0.093 kN / 0.700 m	-0.133 kN/m
aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Innenausba(1)	-0.109 kN / 0.700 m	-0.156 kN/m
Eigengewicht Pfette (5.000 kN/m ³ * 0.280 m * 0.140 m)		0.196 kN/m
Summe ständige Lasten (vertikal)		-0.256 kN/m



9.2.2. Mannlast Stellung 1



9.2.3. Mannlast Stellung 2

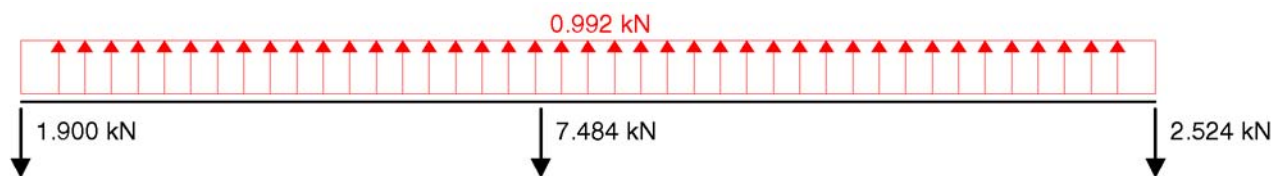


9.2.4. Nutzlast (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Nutzlast

-0.695 kN / 0.700 m -0.992 kN/m



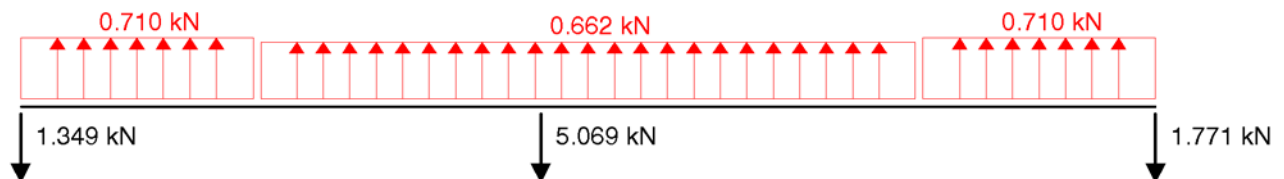
9.2.5. Wind von links (3)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Wind von links (7) -0.497 kN / 0.700 m -0.710 kN/m

q2 aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Wind von links (3) -0.464 kN / 0.700 m -0.662 kN/m

q3 aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Wind von links (7) -0.497 kN / 0.700 m -0.710 kN/m



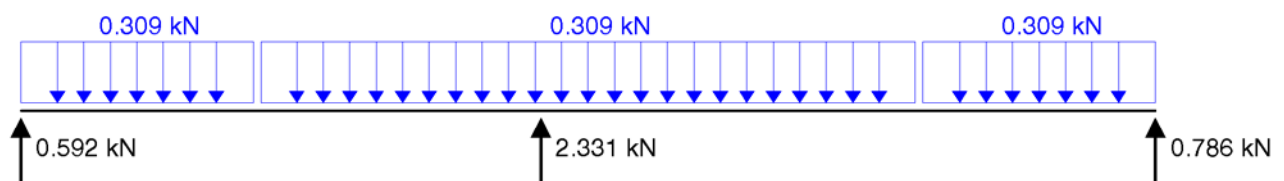
9.2.6. Wind von rechts (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Wind von rechts (1) 0.216 kN / 0.700 m 0.309 kN/m

q2 aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Wind von rechts (1) 0.216 kN / 0.700 m 0.309 kN/m

q3 aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Wind von rechts (1) 0.216 kN / 0.700 m 0.309 kN/m



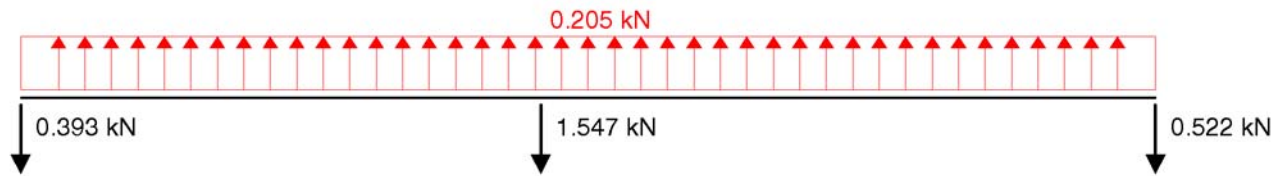
9.2.7. Schnee (3)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager A) in Sparrenlastfall Verwehung rechts

-0.144 kN / 0.700 m

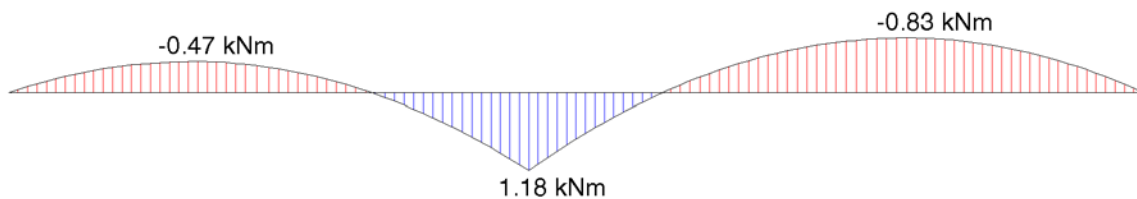
-0.205 kN/m



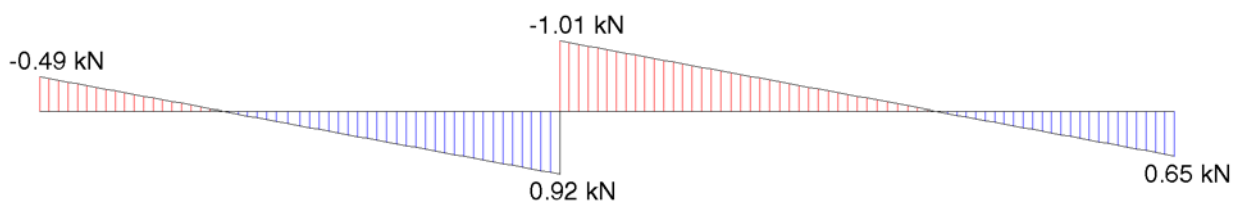
9.3. Extremale der Einwirkungen

9.3.1. ständige Lasten

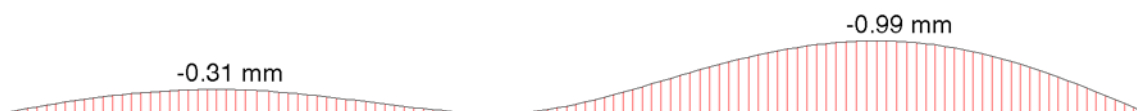
extremale Momente aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

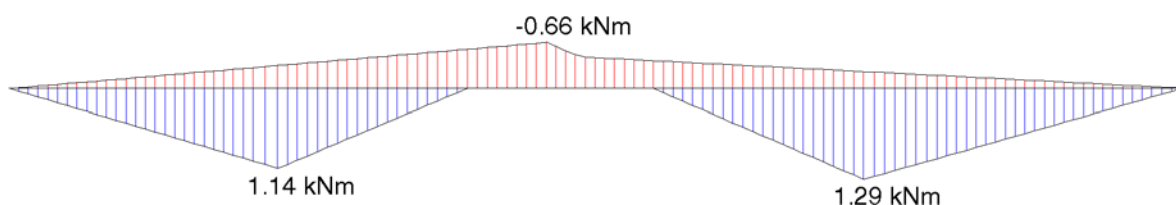


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

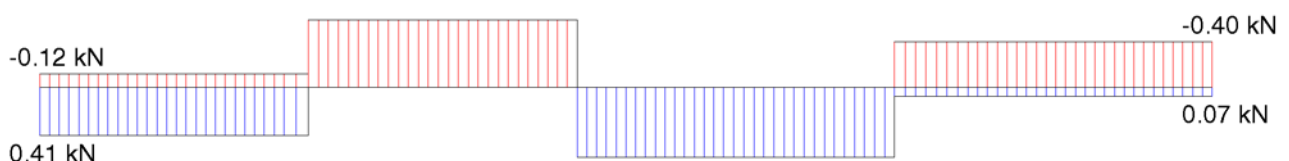


9.3.2. extremale Mannlasten

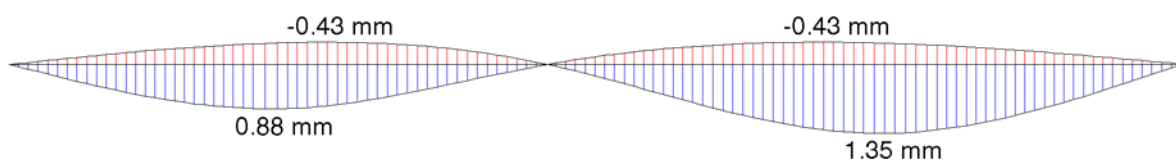
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Mannlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

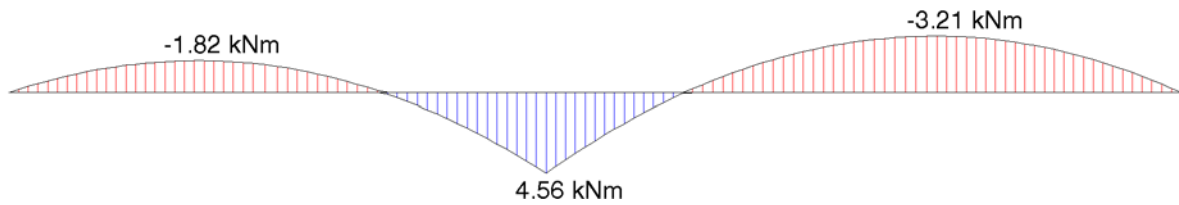


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

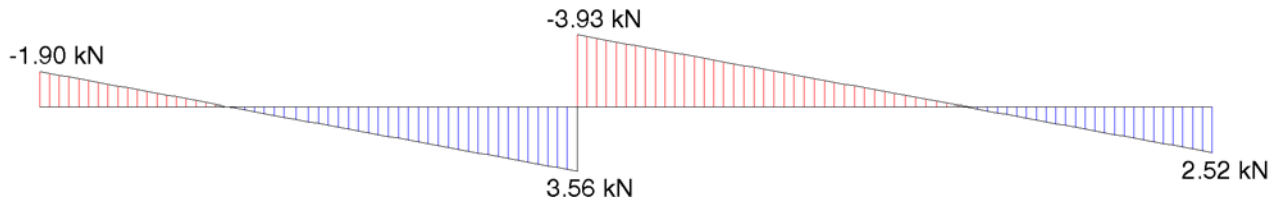


9.3.3. extreme Nutzlasten

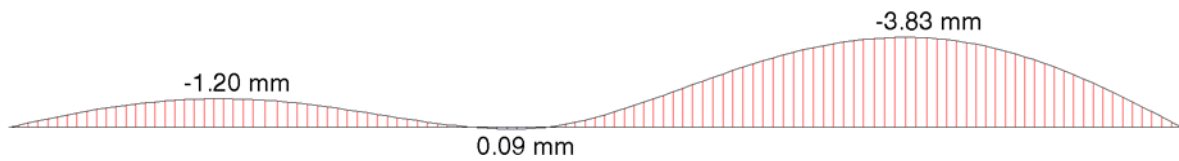
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

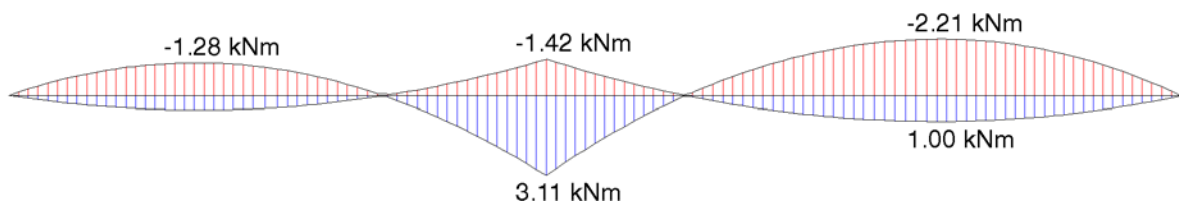


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

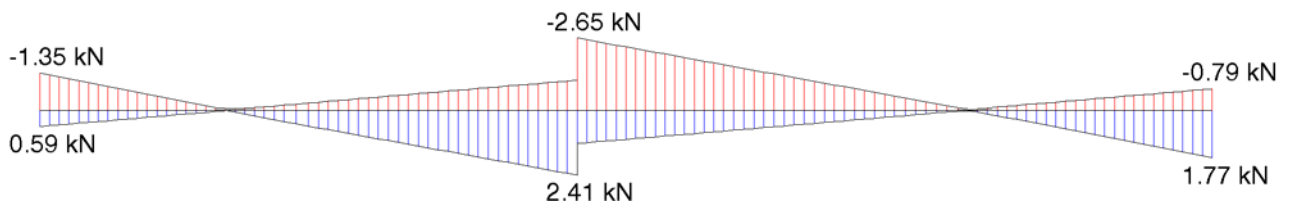


9.3.4. extreme Windlasten

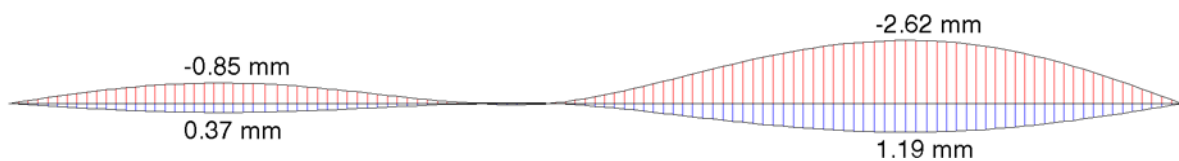
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Wind)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Wind)

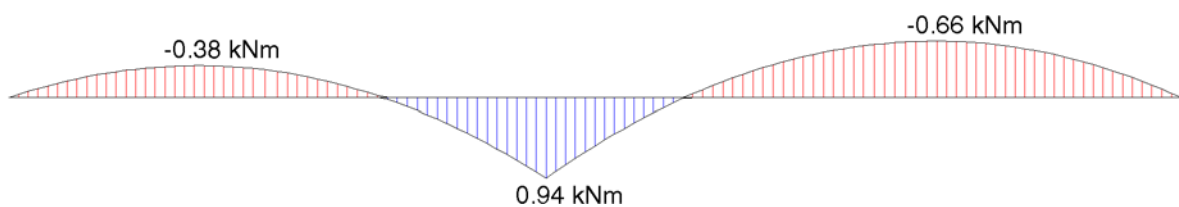


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Wind)

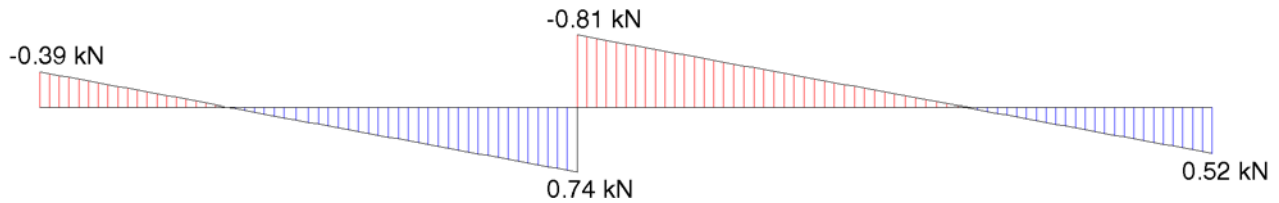


9.3.5. extreme Schneelasten

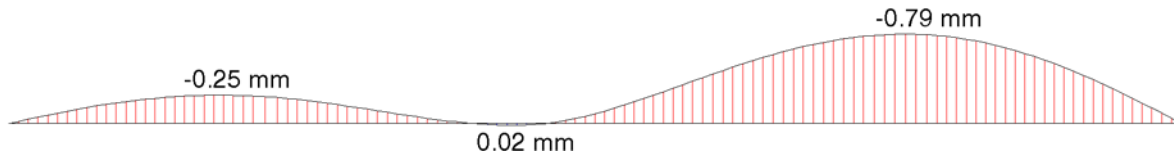
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Schnee)



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 7.1.2. 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.

$\max U = 35\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.2. Ausnutzungsgrade beim Brandschutznachweis

Nachweisverfahren, geforderte Widerstandsdauer, Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.1.3. Brandbeanspruchung: vierseitig. $h_{red} = 22.6$ cm, $b_{red} = 8.6$ cm, $k_p = 1.15$, $k_{mod} = 1.00$, $f_{md} = 27.6$ N/mm². Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 6.1.6 mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 16\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 31\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$.

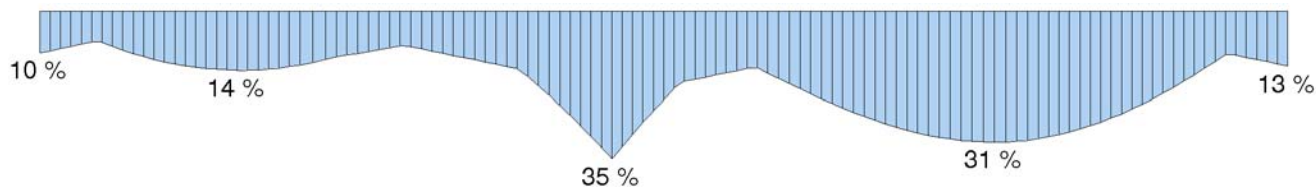
$\max U = 25\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die quasi-ständige Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$.

$\max U = 16\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

9.4.6. Maximale Ausnutzung aller Nachweise



max U = 35% $\Rightarrow$ alle Nachweise erfüllt.

9.5. extremale Lagerreaktionen

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

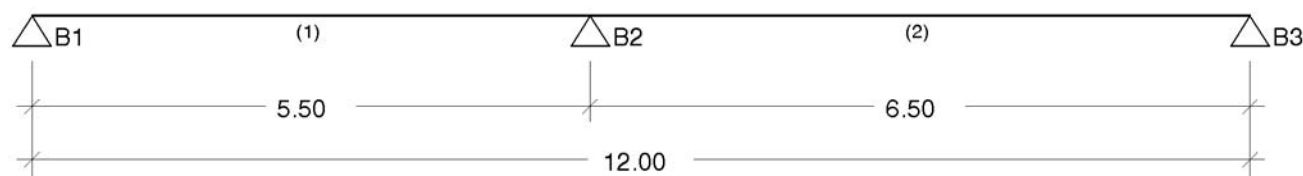
Lager	G kN	M kN	N kN	W kN	S kN	Σ kN
maximal vertikal:						
A1	-0.490	0.414	0.000	0.592	0.000	0.515
A2	-1.932	0.722	0.000	2.331	0.000	1.121
A3	-0.651	0.398	0.000	0.786	0.000	0.533
minimal vertikal:						
A1	-0.490	-0.120	-1.900	-1.349	-0.393	-4.252
A2	-1.932	0.000	-7.484	-5.069	-1.547	-16.032
A3	-0.651	-0.073	-2.524	-1.771	-0.522	-5.541

10. Pfette B

10.1. Lage, Kennwerte und statisches System



Material: BSH (EC): GL24h
Querschnitt: b = 16.0 cm, h = 36.0 cm
Kennwerte: EI = 7154 kN/m², W = 3456.0 cm³, $\gamma = 5.00$ kN/m³
 $f_{m,k} = 24.0$ N/mm², $f_{v,k} = 3.5$ N/mm²
Normen: Eurocode: EN 1990, EN 1991, EN 1995



10.2. Belastung

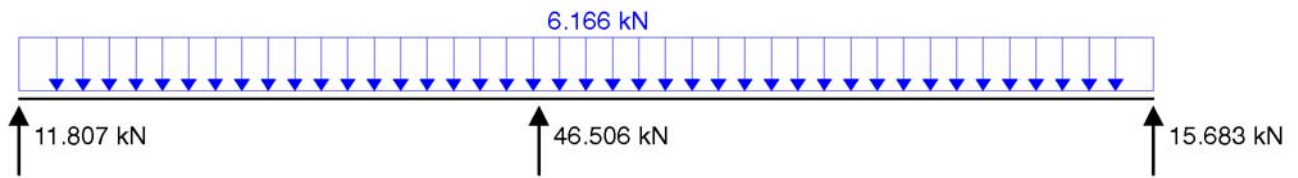
Die Struktur der Belastung entspricht der der Sparrenberechnung. Ausnahme: Die ständigen Lasten werden zu einem Lastfall zusammengefasst. Die Lasten rekrutieren sich im Wesentlichen aus den Lagerreaktionskräften (Lager B) der Sparrenberechnung. Ausnahme: Mannlasten.

Es werden hier nur die relevanten Lastfälle protokolliert, die einen signifikanten Beitrag zu den Extremalen der zugeordneten Einwirkung leisten.

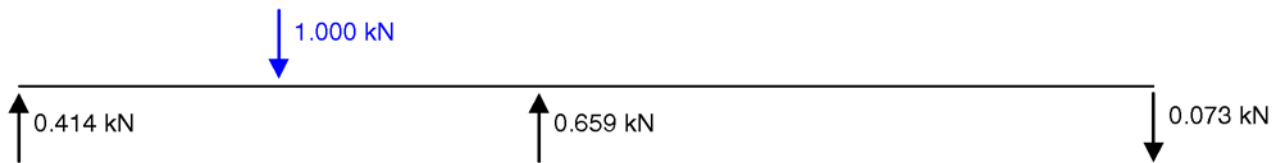
10.2.1. ständige Lasten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

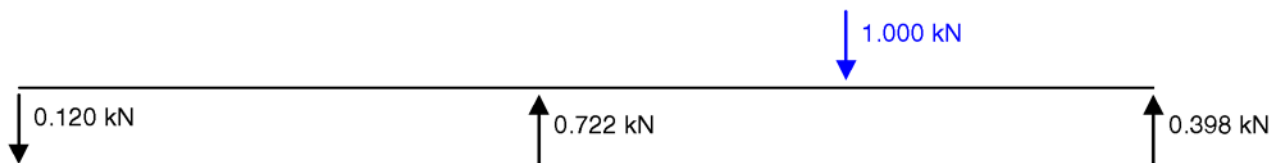
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Eigengewicht	0.698 kN / 0.700 m	0.996 kN/m
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Außenhaut	2.630 kN / 0.700 m	3.757 kN/m
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Innenausbau(1)	0.787 kN / 0.700 m	1.125 kN/m
Eigengewicht Pfette (5.000 kN/m ³ * 0.360 m * 0.160 m)		0.288 kN/m
Summe ständige Lasten (vertikal)		6.166 kN/m



10.2.2. Mannlast Stellung 1



10.2.3. Mannlast Stellung 2



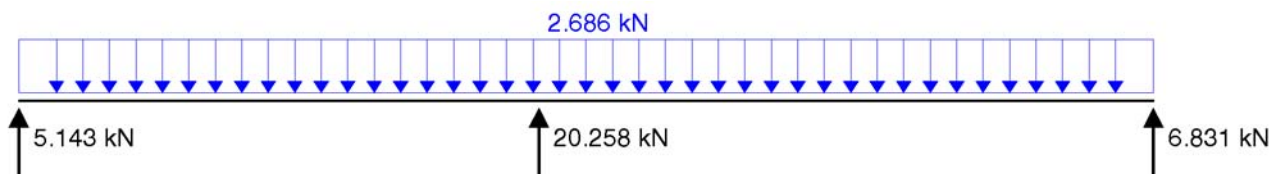
10.2.4. Nutzlast (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Nutzlast

1.880 kN / 0.700 m

2.686 kN/m



10.2.5. Wind von links (2)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind von links (2)

0.862 kN / 0.700 m

1.232 kN/m

q2 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind von links (2)

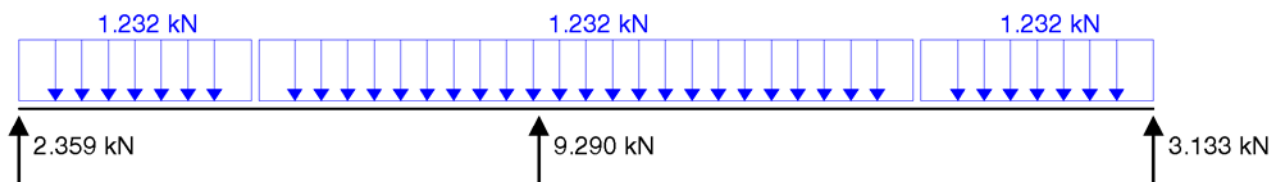
0.862 kN / 0.700 m

1.232 kN/m

q3 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind von links (2)

0.862 kN / 0.700 m

1.232 kN/m



10.2.6. Wind von rechts (2)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

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

-1.429 kN / 0.700 m

-2.042 kN/m

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

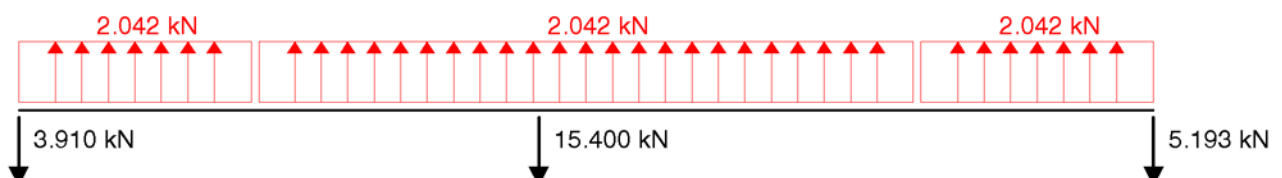
-1.429 kN / 0.700 m

-2.042 kN/m

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

-1.429 kN / 0.700 m

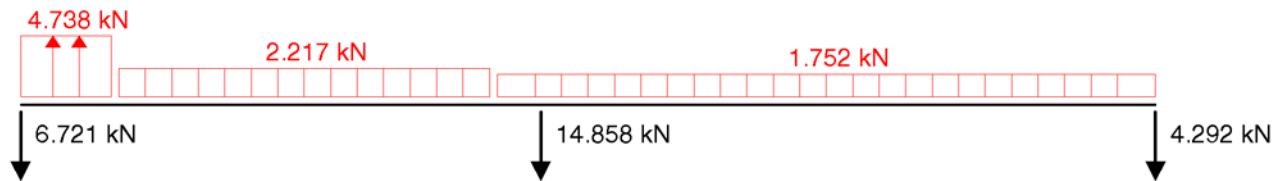
-2.042 kN/m



10.2.7. Wind von vorne

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

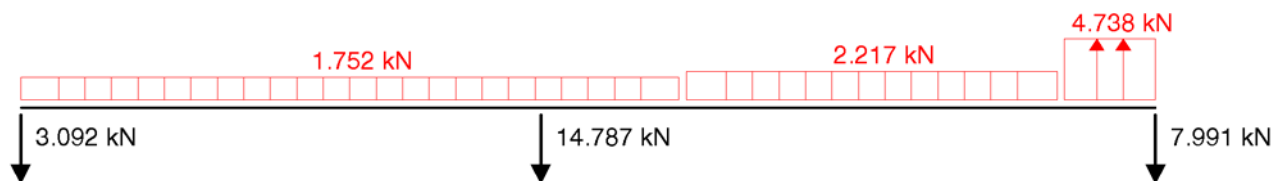
q1 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)	-3.316 kN / 0.700 m	-4.738 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)	-1.552 kN / 0.700 m	-2.217 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)	-1.226 kN / 0.700 m	-1.752 kN/m



10.2.8. Wind von hinten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

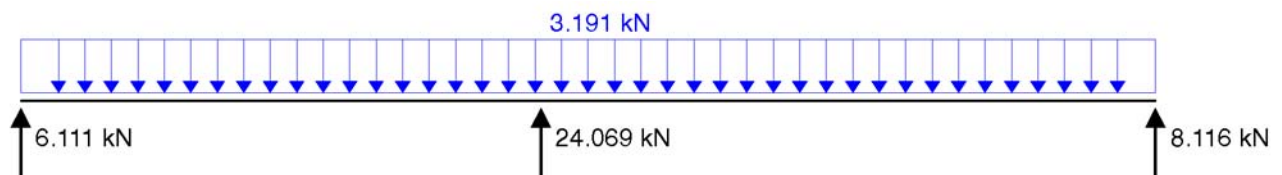
q1 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)	-1.226 kN / 0.700 m	-1.752 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)	-1.552 kN / 0.700 m	-2.217 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)	-3.316 kN / 0.700 m	-4.738 kN/m



10.2.9. Schnee (3)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

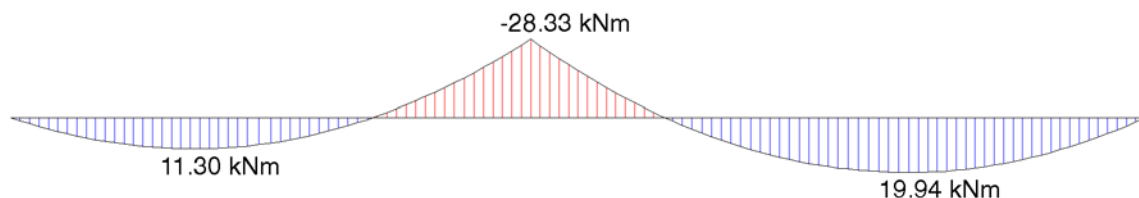
aus Lagerkraft (Lager B) in Sparrenlastfall Verwehung rechts	2.234 kN / 0.700 m	3.191 kN/m
--	--------------------	------------



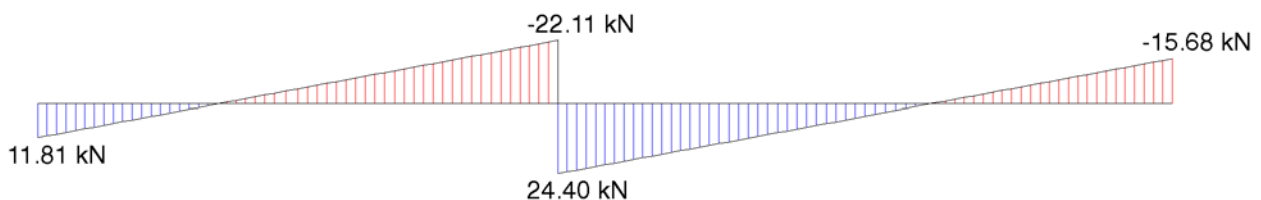
10.3. Extremale der Einwirkungen

10.3.1. ständige Lasten

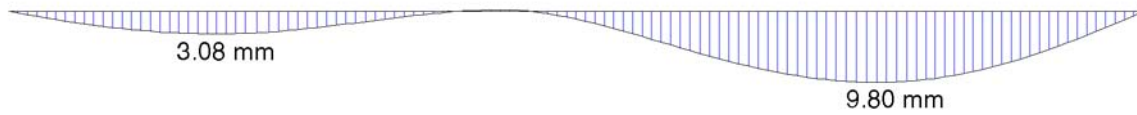
extremale Momente aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

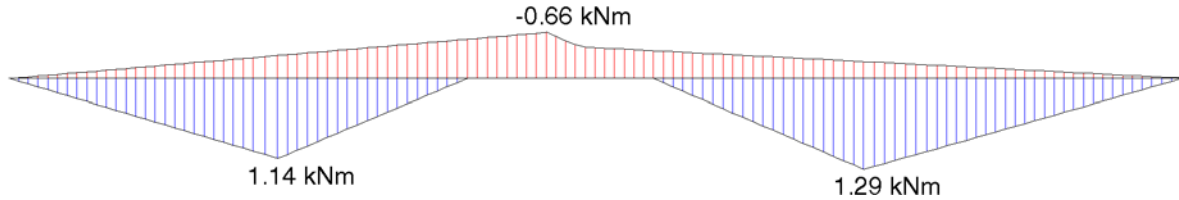


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

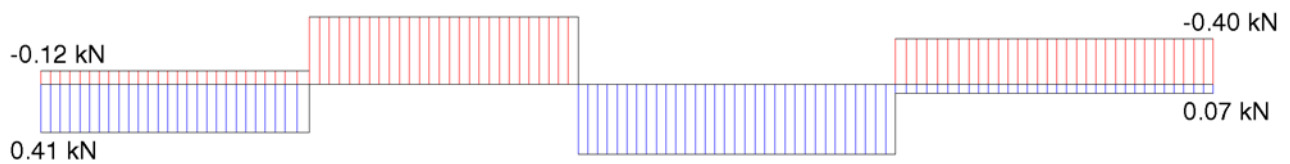


10.3.2. extreme Mannlasten

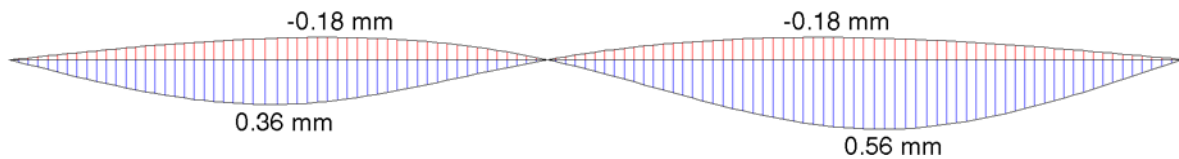
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Mannlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

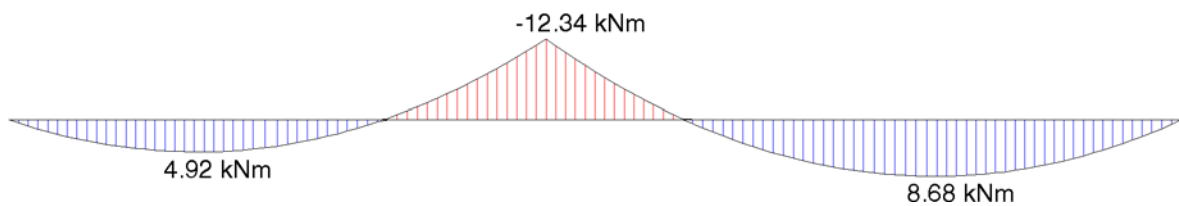


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

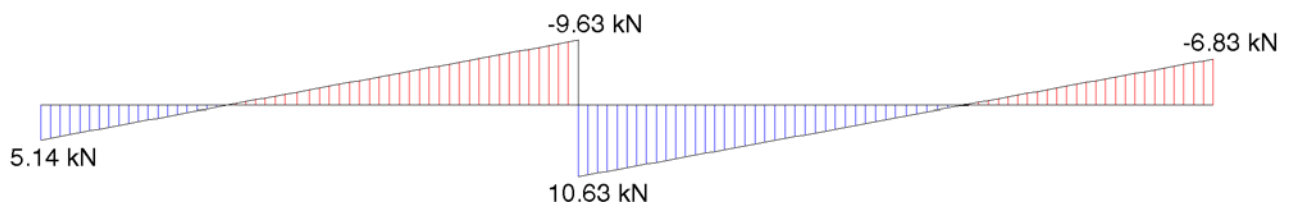


10.3.3. extreme Nutzlasten

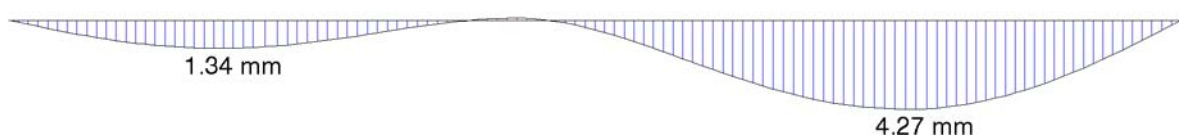
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

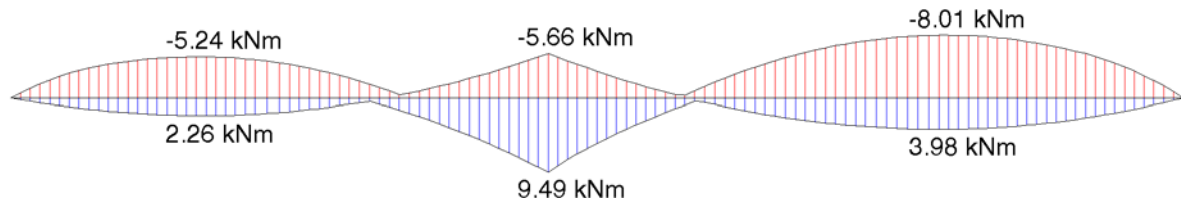


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

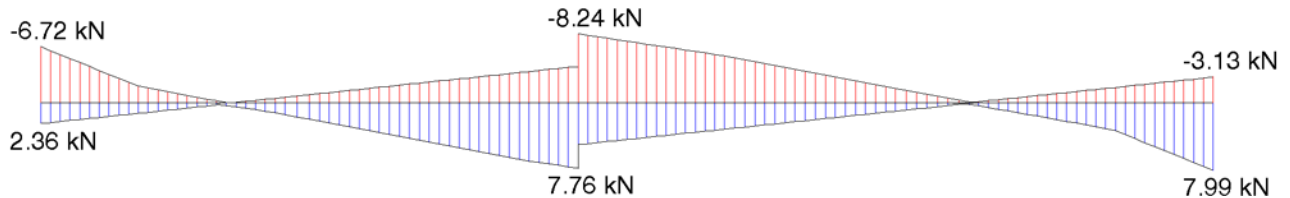


10.3.4. extreme Windlasten

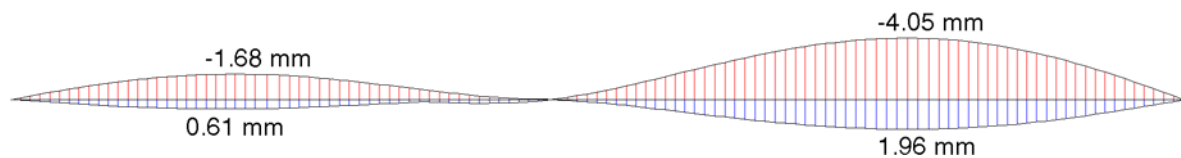
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Wind)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Wind)

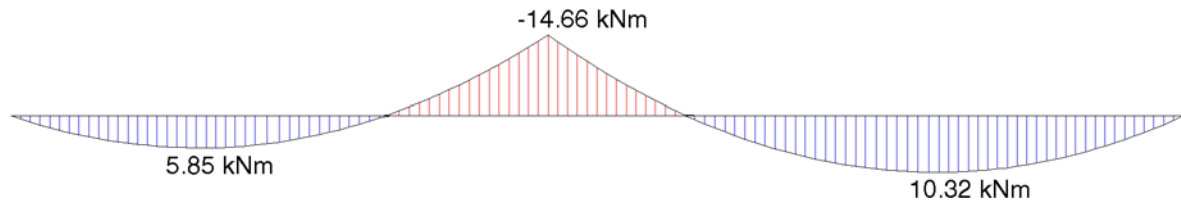


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Wind)

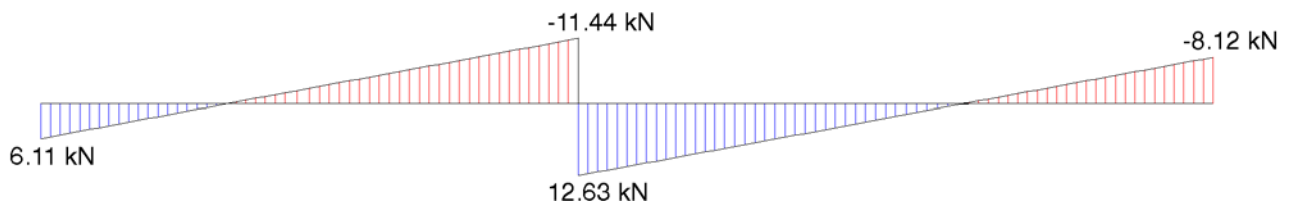


10.3.5. extreme Schneelasten

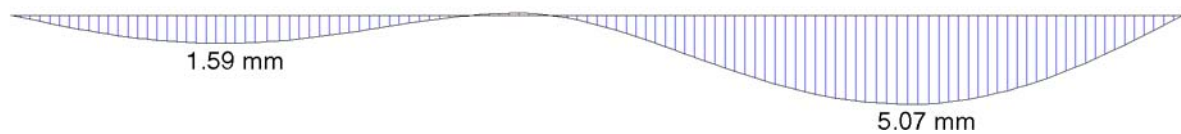
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Schnee)



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 7.1.2. 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.

$\max U = 127\% \Rightarrow$ Nachweis nicht erfüllt.

10.4.2. Ausnutzungsgrade beim Brandschutznachweis

Nachweisverfahren, geforderte Widerstandsdauer, Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.1.3. Brandbeanspruchung: vierseitig. $h_{red} = 30.6$ cm, $b_{red} = 10.6$ cm, $k_{\phi} = 1.15$, $k_{mod} = 1.00$, $f_{md} = 27.6$ N/mm². Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 6.1.6 mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

$\max U = 73\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.3. Ausnutzungsgrade der Gebrauchstauglichkeit ohne Kriecheinfluss (w_{fin})

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

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

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$

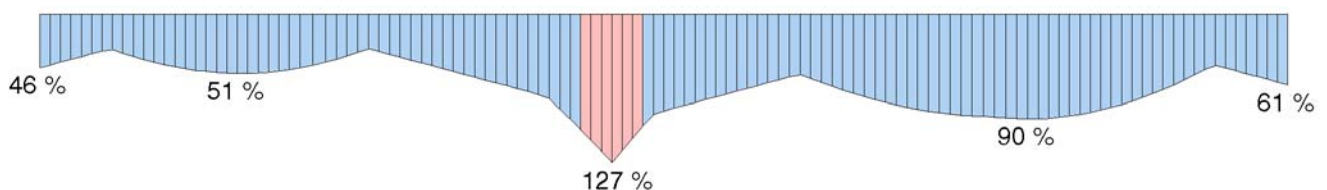
$\max U = 79\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die quasi-ständige Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$

$\max U = 82\% \Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

10.4.6. Maximale Ausnutzung aller Nachweise



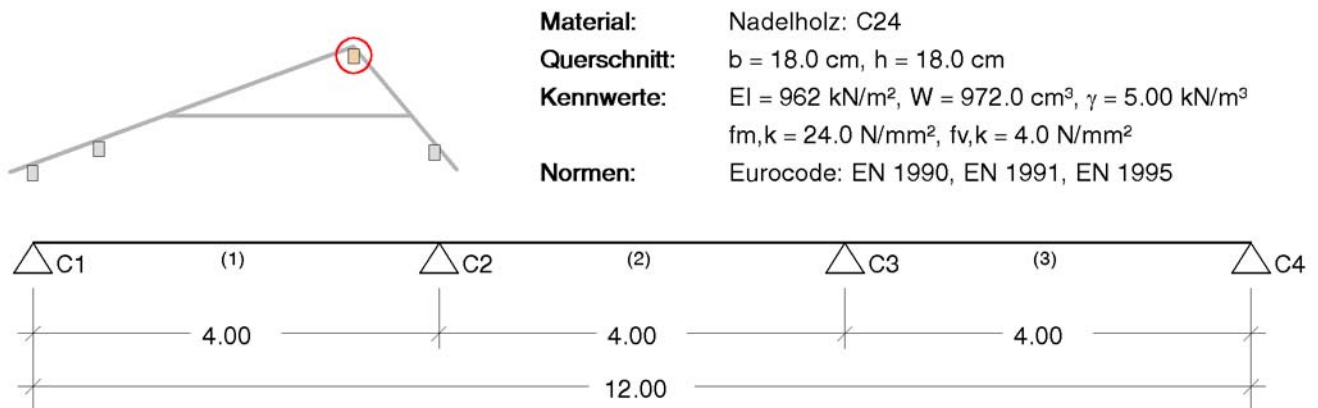
10.5. extremale Lagerreaktionen

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	11.807	0.414	5.143	2.359	6.111	25.833
B2	46.506	0.722	20.258	9.290	24.069	100.844
B3	15.683	0.398	6.831	3.133	8.116	34.161
minimal vertikal:						
B1	11.807	-0.120	0.000	-6.721	0.000	4.966
B2	46.506	0.000	0.000	-15.400	0.000	31.107
B3	15.683	-0.073	0.000	-7.991	0.000	7.619

11. Pfette C

11.1. Lage, Kennwerte und statisches System



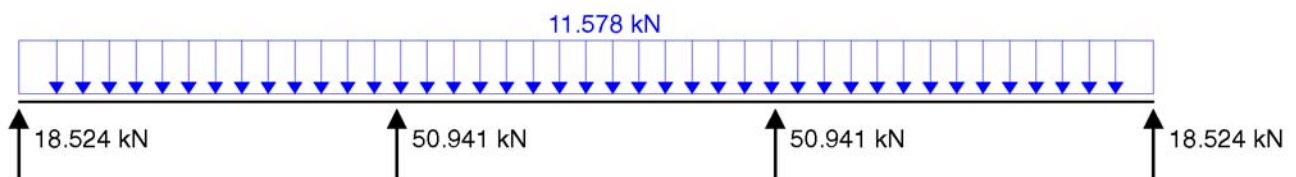
11.2. Belastung

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. Die Pfette wird auf Doppelbiegung beansprucht. Es werden hier nur die relevanten Lastfälle protokolliert, die einen signifikanten Beitrag zu den Extremalen der zugeordneten Einwirkung leisten.

11.2.1. ständige Lasten

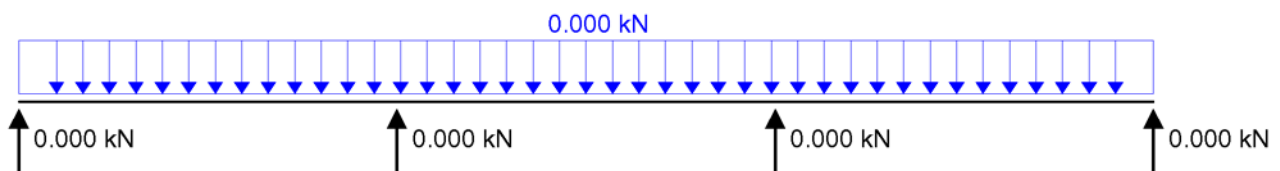
System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Eigengewicht	1.407 kN / 0.700 m	2.010 kN/m
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Außenhaut	4.947 kN / 0.700 m	7.067 kN/m
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Innenausbau(1)	1.637 kN / 0.700 m	2.338 kN/m
Eigengewicht Pfette ($5.000 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.180 \text{ m} \cdot 0.180 \text{ m}$)		0.162 kN/m
Summe ständige Lasten (vertikal)		11.578 kN/m

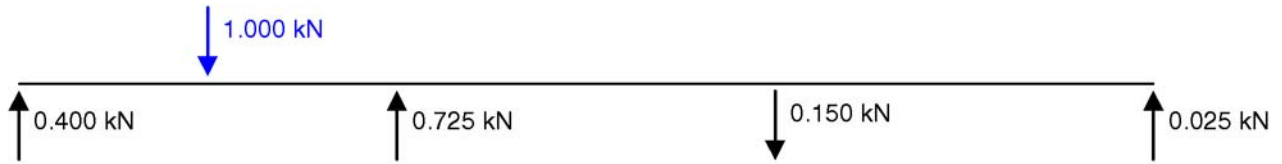


System, Belastung + Lagerreaktionen aus horizontalen Lasten

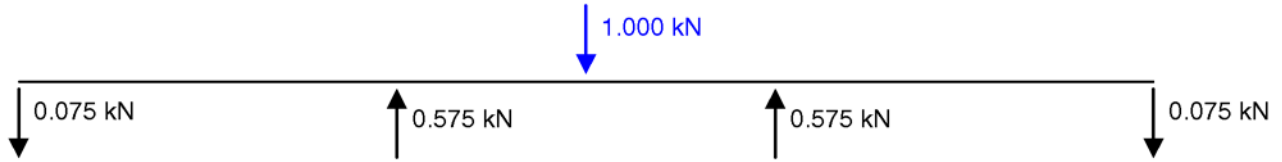
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Eigengewicht	0.000 kN / 0.700 m	0.000 kN/m
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Außenhaut	0.000 kN / 0.700 m	0.000 kN/m
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Innenausbau(1)	0.000 kN / 0.700 m	0.000 kN/m
Summe ständige Lasten (horizontal)		0.000 kN/m



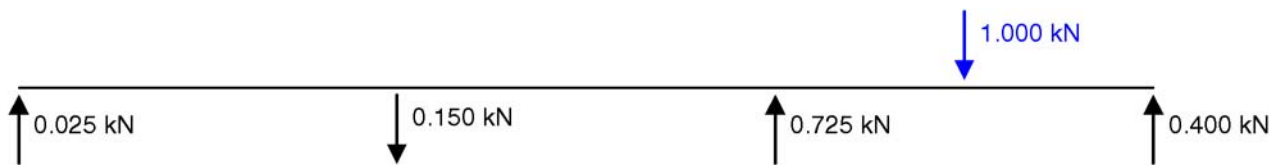
11.2.2. Mannlast Stellung 1



11.2.3. Mannlast Stellung 2



11.2.4. Mannlast Stellung 3

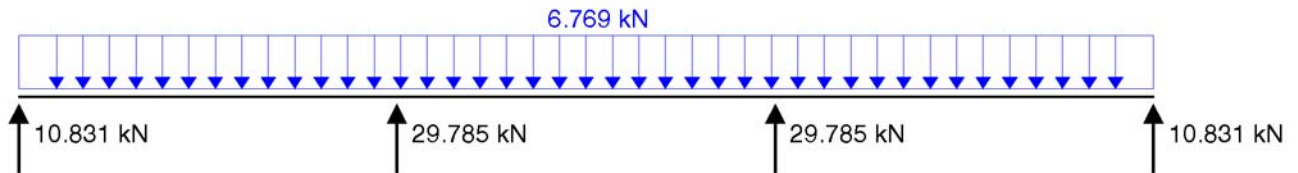


11.2.5. Nutzlast (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Nutzlast

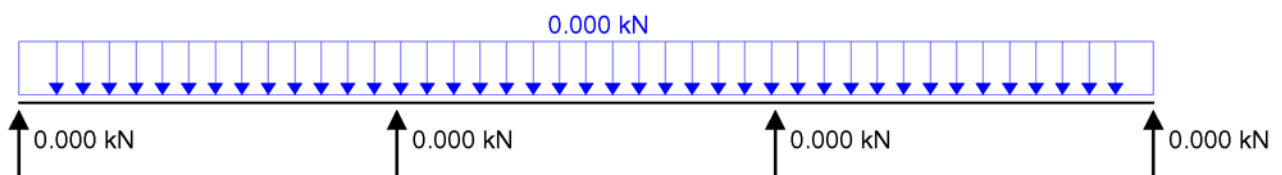
4.739 kN / 0.700 m 6.769 kN/m



System, Belastung + Lagerreaktionen aus horizontalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Nutzlast

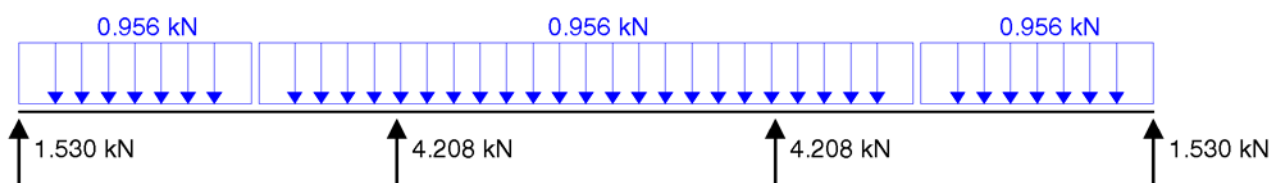
0.000 kN / 0.700 m 0.000 kN/m



11.2.6. Wind von links (2)

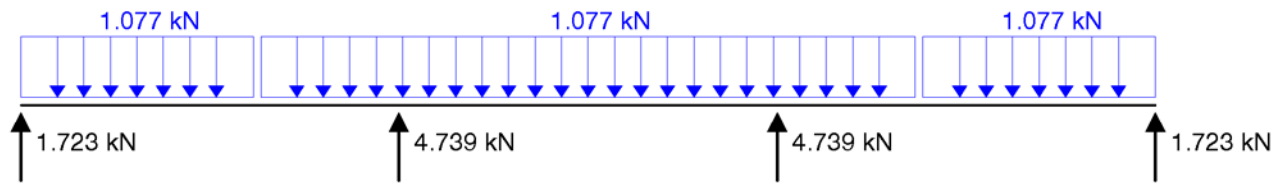
System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	0.669 kN / 0.700 m	0.956 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	0.669 kN / 0.700 m	0.956 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	0.669 kN / 0.700 m	0.956 kN/m



System, Belastung + Lagerreaktionen aus horizontalen Lasten

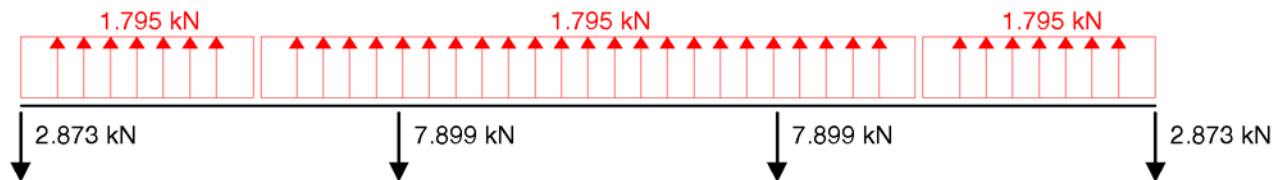
q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	0.754 kN / 0.700 m	1.077 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	0.754 kN / 0.700 m	1.077 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von links (2)	0.754 kN / 0.700 m	1.077 kN/m



11.2.7. Wind von rechts (2)

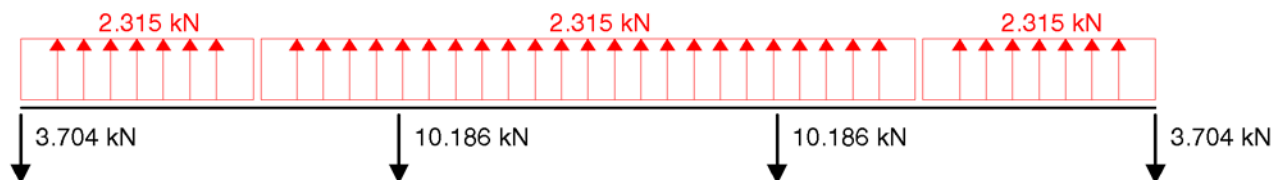
System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	-1.257 kN / 0.700 m	-1.795 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	-1.257 kN / 0.700 m	-1.795 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	-1.257 kN / 0.700 m	-1.795 kN/m



System, Belastung + Lagerreaktionen aus horizontalen Lasten

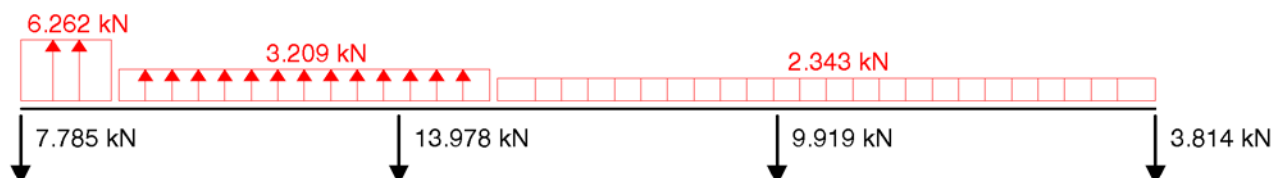
q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	-1.621 kN / 0.700 m	-2.315 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	-1.621 kN / 0.700 m	-2.315 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	-1.621 kN / 0.700 m	-2.315 kN/m



11.2.8. Wind von vorne

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

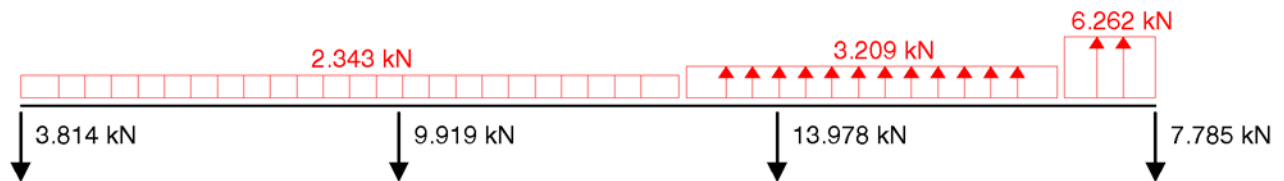
q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)	-4.384 kN / 0.700 m	-6.262 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)	-2.246 kN / 0.700 m	-3.209 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)	-1.640 kN / 0.700 m	-2.343 kN/m



11.2.9. Wind von hinten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

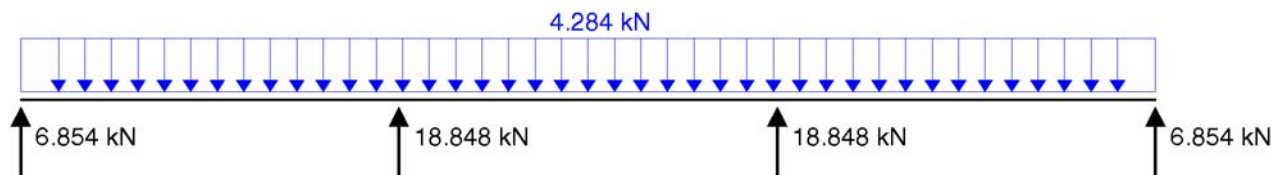
q1 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (3)	-1.640 kN / 0.700 m	-2.343 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (2)	-2.246 kN / 0.700 m	-3.209 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Wind auf Giebel (1)	-4.384 kN / 0.700 m	-6.262 kN/m



11.2.10. Schnee (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

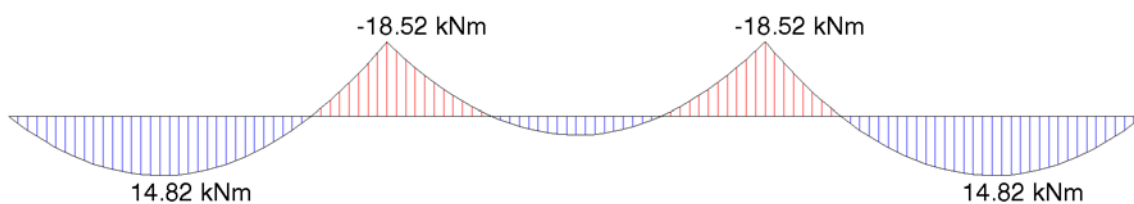
aus Lagerkraft (Lager C) in Sparrenlastfall Schnee voll	2.999 kN / 0.700 m	4.284 kN/m
---	--------------------	------------



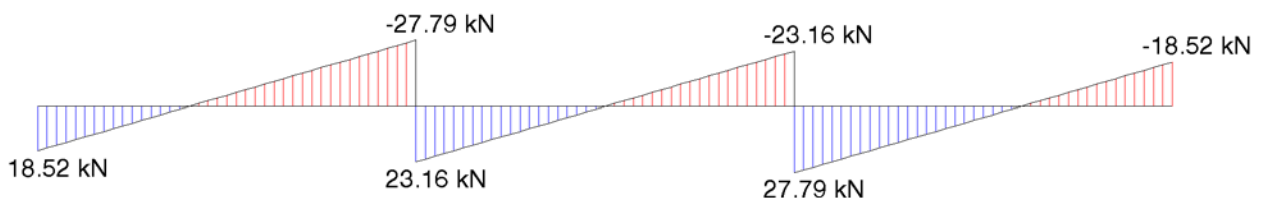
11.3. Extremale der Einwirkungen

11.3.1. ständige Lasten

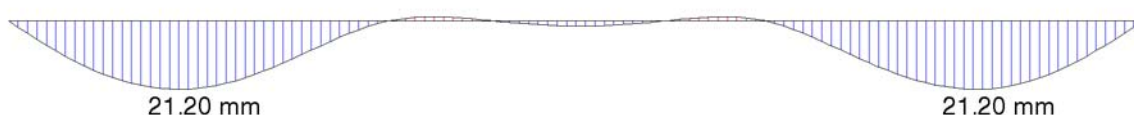
extremale Momente aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

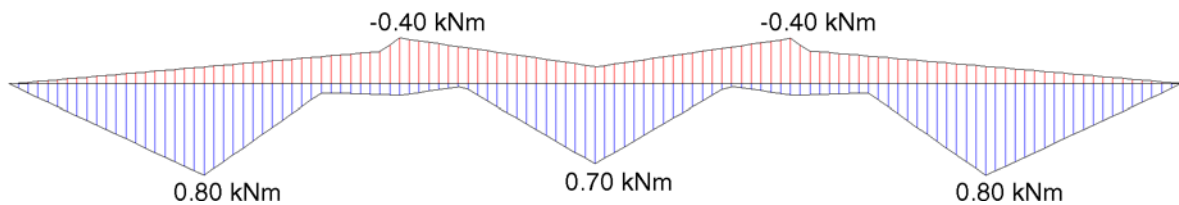


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

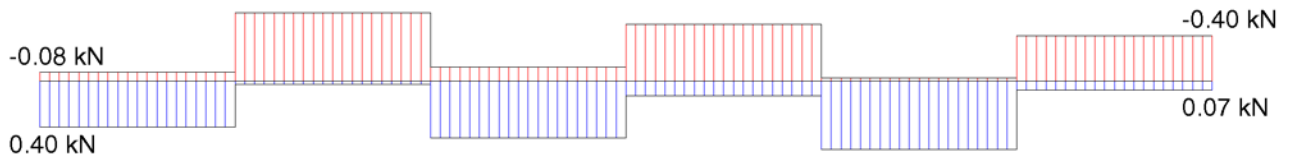


11.3.2. extreme Mannlasten

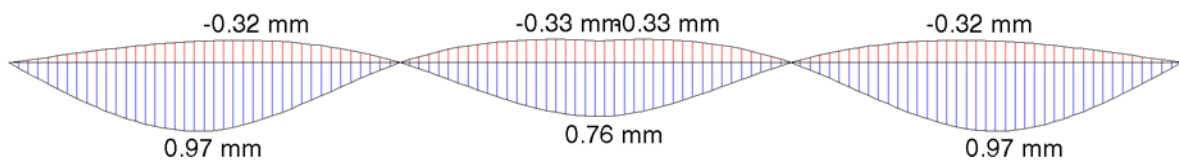
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Mannlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

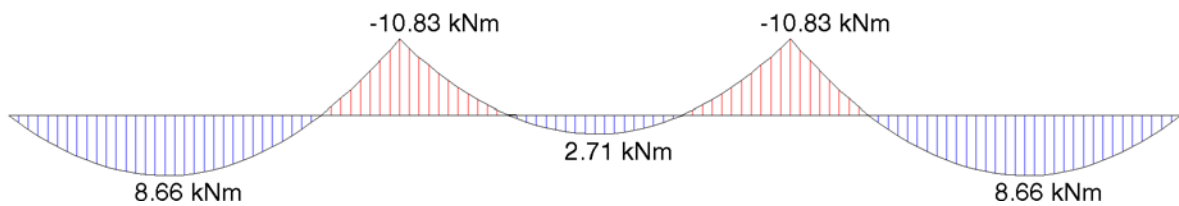


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

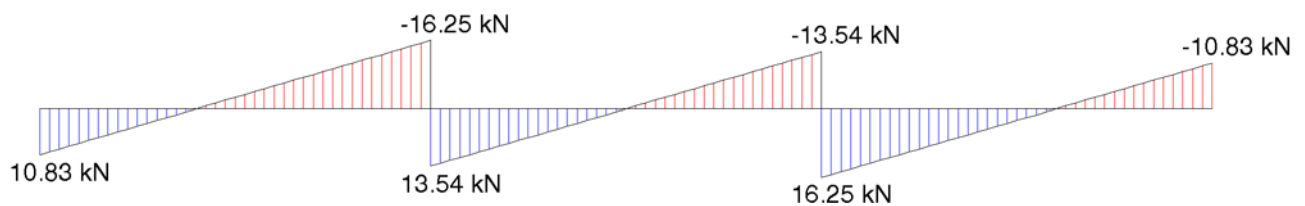


11.3.3. extreme Nutzlasten

extremale Momente aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

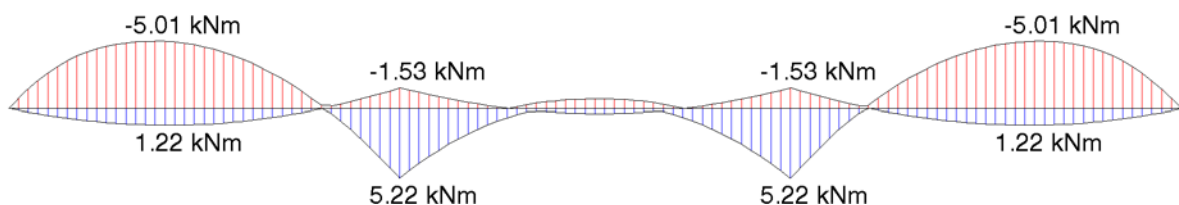


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

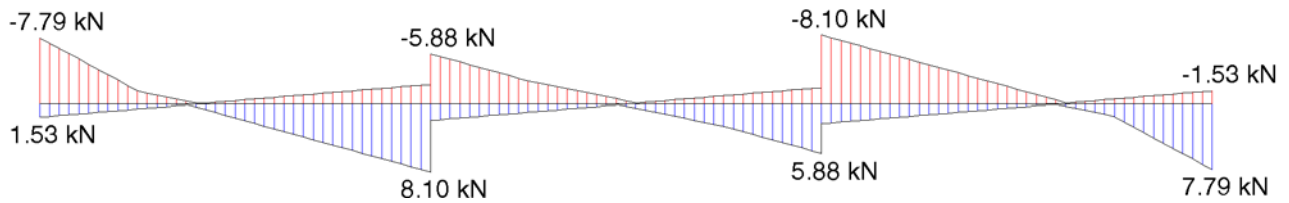


11.3.4. extreme Windlasten

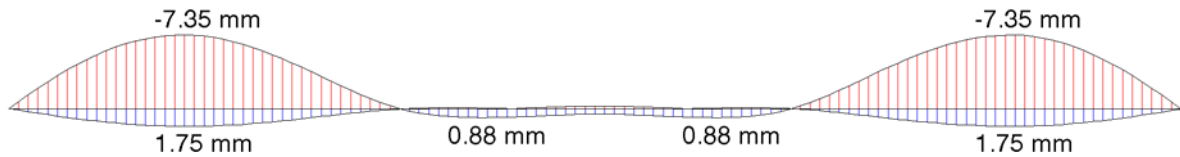
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Wind)



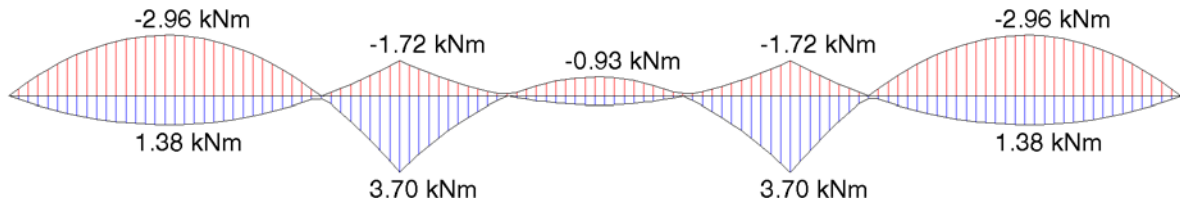
extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Wind)



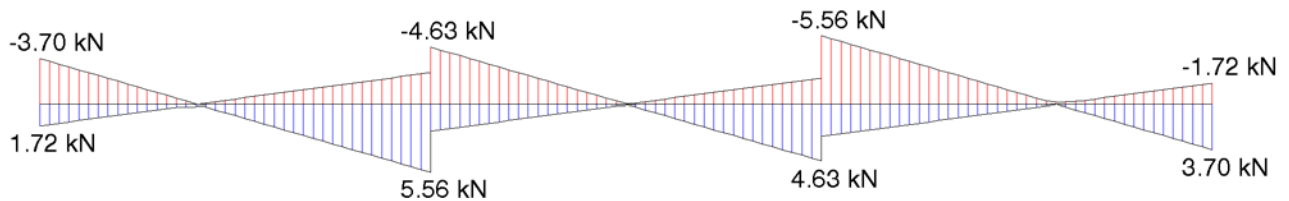
extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Wind)



extremale Momente aus horizontalen Lasten (Wind)



extremale Querkräfte aus horizontalen Lasten (Wind)

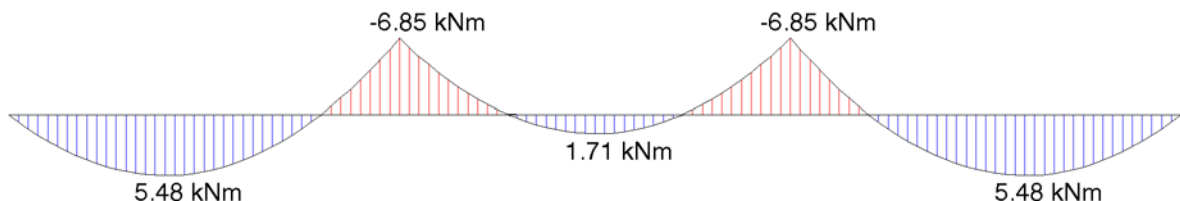


extremale Verformungen aus horizontalen Lasten (Wind)

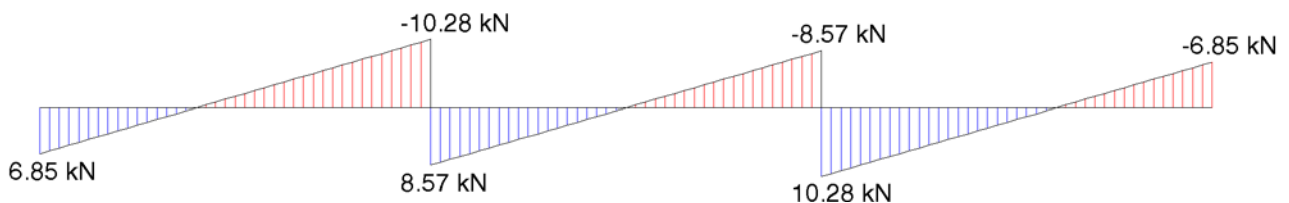


11.3.5. extreme Schneelasten

extremale Momente aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Schnee)



11.4. Nachweise

11.4.1. 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 7.1.2. 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 = 289% $\Rightarrow$ Nachweis nicht erfüllt.

11.4.2. Ausnutzungsgrade beim Brandschutznachweis

Nachweisverfahren, geforderte Widerstandsdauer, Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.1.3. Brandbeanspruchung: vierseitig. $h_{red} = 12.6$ cm, $b_{red} = 12.6$ cm, $k_{\varphi} = 1.25$, $k_{mod} = 1.00$, $f_{md} = 30.0$ N/mm². Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 6.1.6 mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

max U = 226% $\Rightarrow$ Nachweis nicht erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

max U = 291% $\Rightarrow$ Nachweis nicht erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$

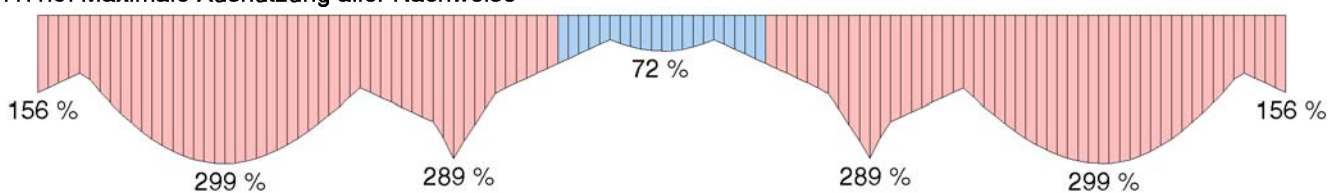
max U = 269% $\Rightarrow$ Nachweis nicht erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die quasi-ständige Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$

max U = 299% $\Rightarrow$ Nachweis nicht erfüllt.

11.4.6. Maximale Ausnutzung aller Nachweise



11.5. extremale Lagerreaktionen

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

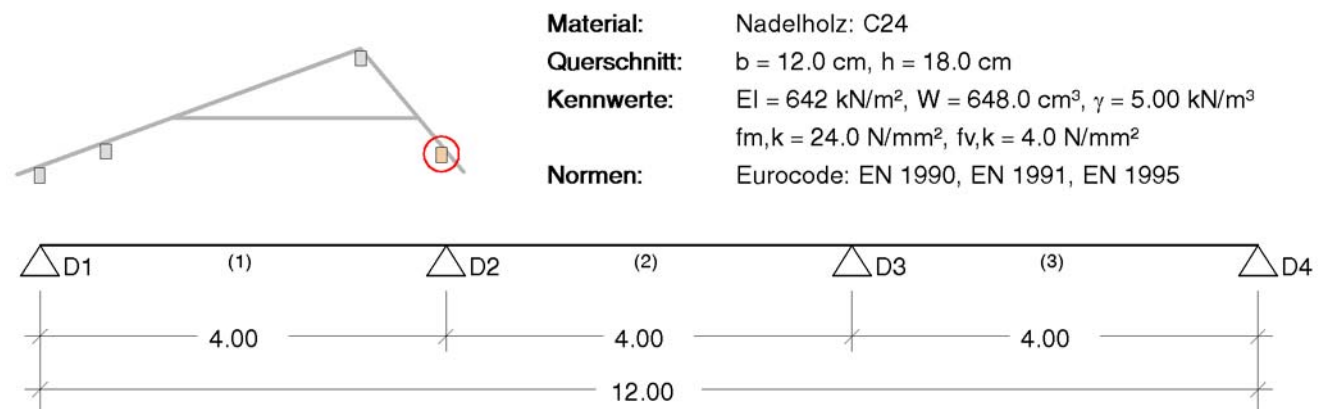
Lager	G kN	M kN	N kN	W kN	S kN	Σ kN
maximal vertikal:						
C1	18.524	0.400	10.831	1.530	6.854	38.139
C2	50.941	0.725	29.785	4.208	18.848	104.508
C3	50.941	0.725	29.785	4.208	18.848	104.508
C4	18.524	0.400	10.831	1.530	6.854	38.139
minimal vertikal:						
C1	18.524	-0.075	0.000	-7.785	0.000	10.664
C2	50.941	-0.150	0.000	-13.978	0.000	36.813
C3	50.941	-0.150	0.000	-13.978	0.000	36.813
C4	18.524	-0.075	0.000	-7.785	0.000	10.664
maximal horizontal:						
C1	0.000	0.000	0.000	1.723	0.000	1.723

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
C2	0.000	0.000	0.000	4.739	0.000	4.739
C3	0.000	0.000	0.000	4.739	0.000	4.739
C4	0.000	0.000	0.000	1.723	0.000	1.723
minimal horizontal:						
C1	0.000	0.000	0.000	-3.704	0.000	-3.704
C2	0.000	0.000	0.000	-10.186	0.000	-10.186
C3	0.000	0.000	0.000	-10.186	0.000	-10.186
C4	0.000	0.000	0.000	-3.704	0.000	-3.704

12. Pfette D

12.1. Lage, Kennwerte und statisches System



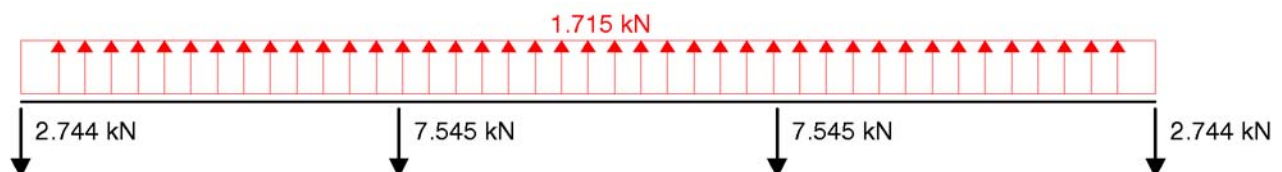
12.2. Belastung

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 D) der Sparrenberechnung. Ausnahme: Mannlasten.
 Es werden hier nur die relevanten Lastfälle protokolliert, die einen signifikanten Beitrag zu den Extremalen der zugeordneten Einwirkung leisten.

12.2.1. ständige Lasten

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

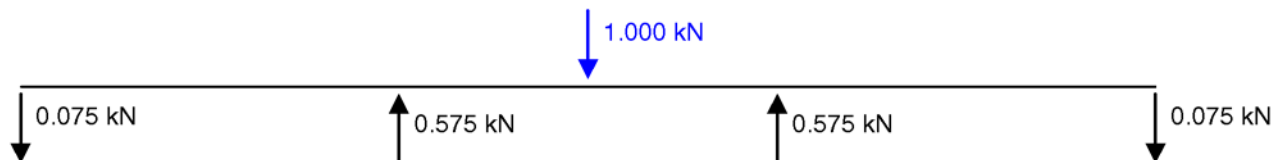
aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Eigengewicht	-0.274 kN / 0.700 m	-0.391 kN/m
aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Außenhaut	-0.733 kN / 0.700 m	-1.048 kN/m
aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Innenausbau(1)	-0.269 kN / 0.700 m	-0.384 kN/m
Eigengewicht Pfette (5.000 kN/m³ * 0.180 m * 0.120 m)		0.108 kN/m
Summe ständige Lasten (vertikal)		-1.715 kN/m



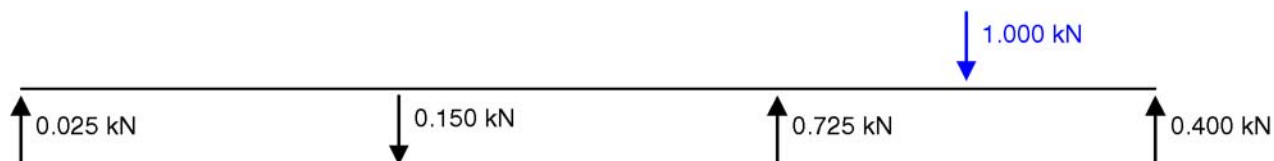
12.2.2. Mannlast Stellung 1



12.2.3. Mannlast Stellung 2



12.2.4. Mannlast Stellung 3

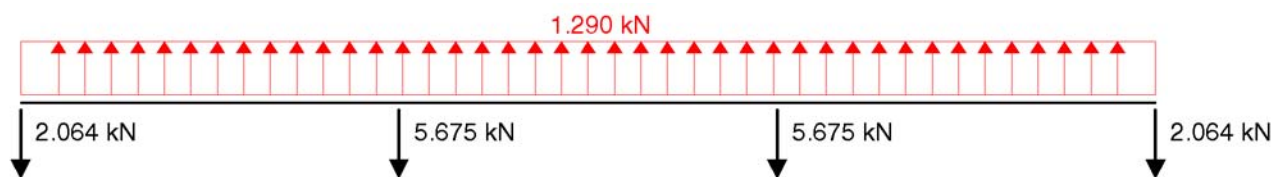


12.2.5. Nutzlast (1)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Nutzlast

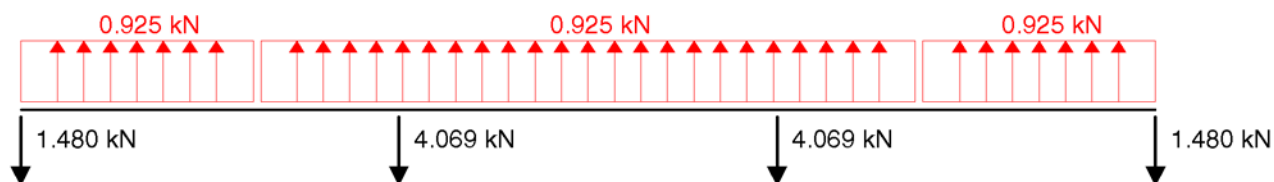
-0.903 kN / 0.700 m -1.290 kN/m



12.2.6. Wind von links (2)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

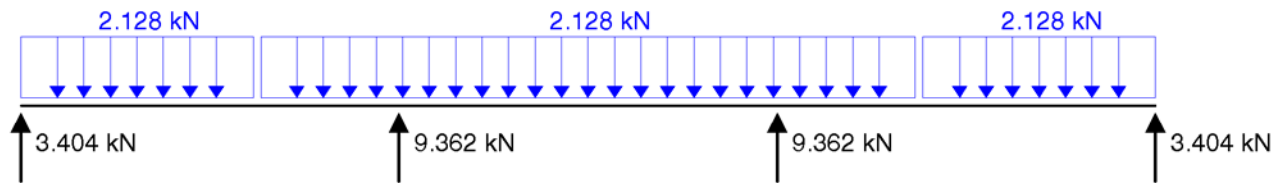
q1 aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Wind von links (2) -0.647 kN / 0.700 m -0.925 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Wind von links (2) -0.647 kN / 0.700 m -0.925 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Wind von links (2) -0.647 kN / 0.700 m -0.925 kN/m



12.2.7. Wind von rechts (2)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

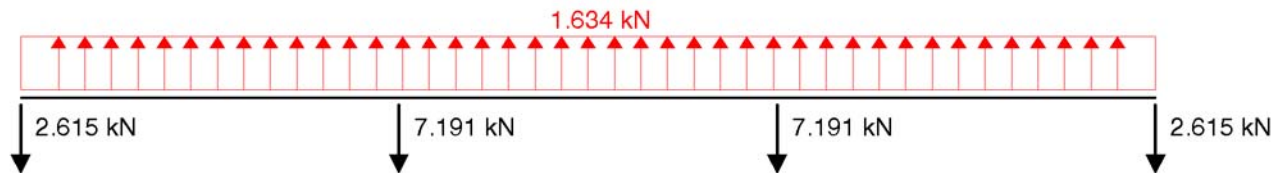
q1 aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	1.489 kN / 0.700 m	2.128 kN/m
q2 aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	1.489 kN / 0.700 m	2.128 kN/m
q3 aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Wind von rechts (2)	1.489 kN / 0.700 m	2.128 kN/m



12.2.8. Schnee (3)

System, Belastung + Lagerreaktionen aus vertikalen Lasten

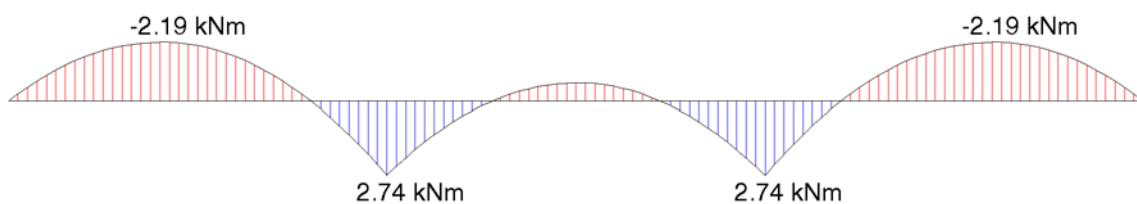
aus Lagerkraft (Lager D) in Sparrenlastfall Verwehung rechts	-1.144 kN / 0.700 m	-1.634 kN/m
--	---------------------	-------------



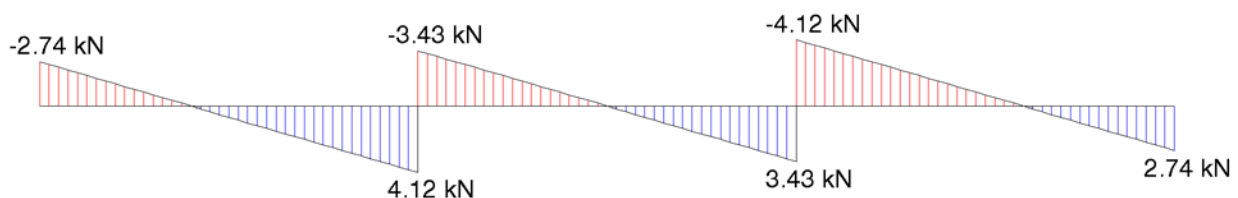
12.3. Extremale der Einwirkungen

12.3.1. ständige Lasten

extremale Momente aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

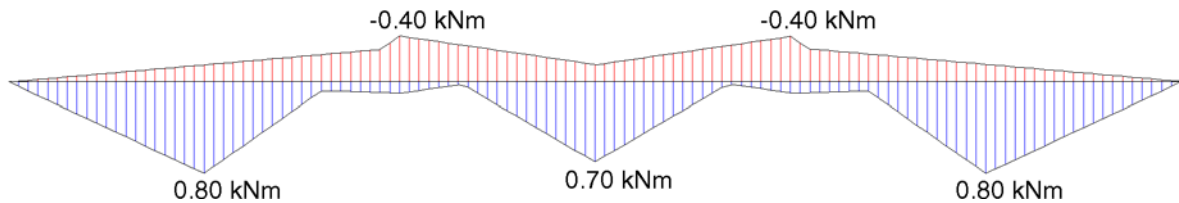


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (ständige Lasten)

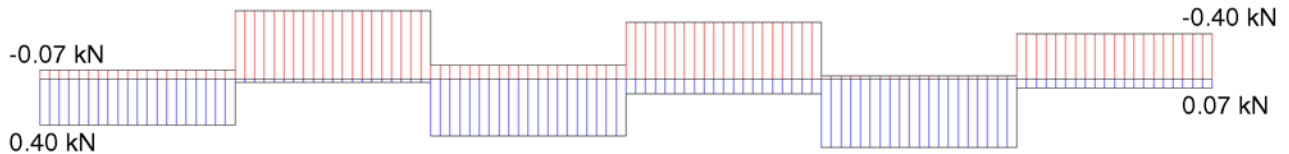


12.3.2. extreme Mannlasten

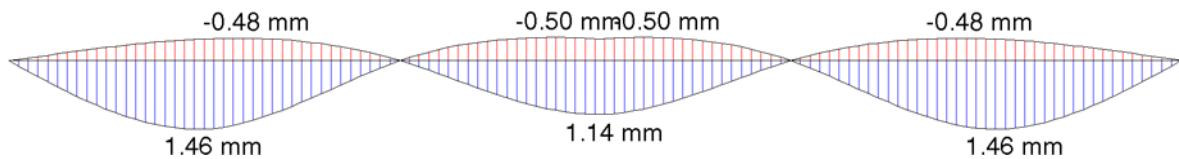
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Mannlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

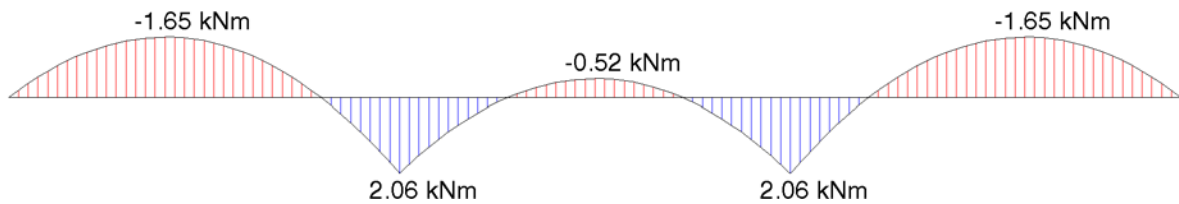


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Mannlasten)

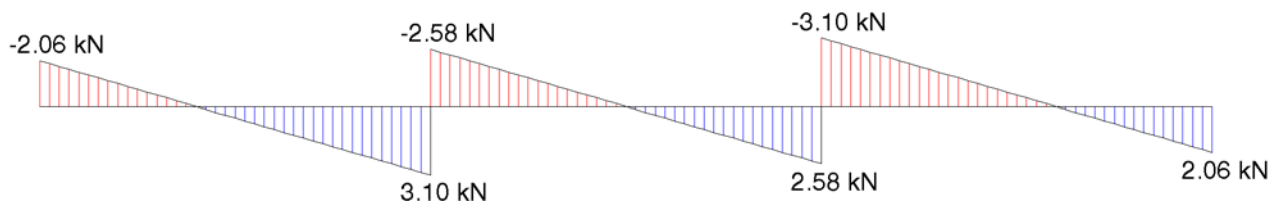


12.3.3. extreme Nutzlasten

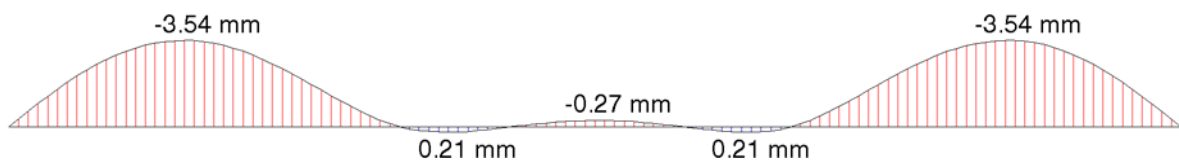
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

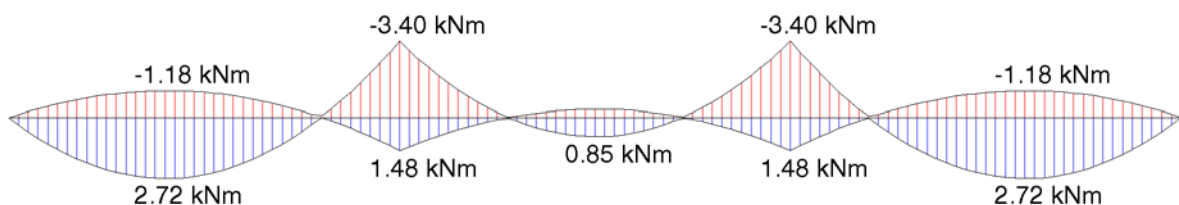


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Nutzlasten)

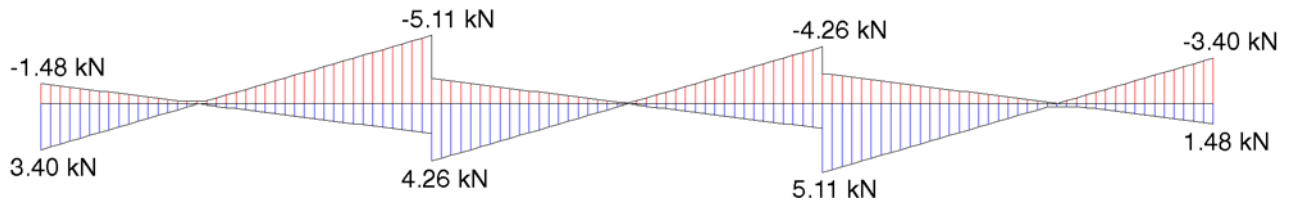


12.3.4. extreme Windlasten

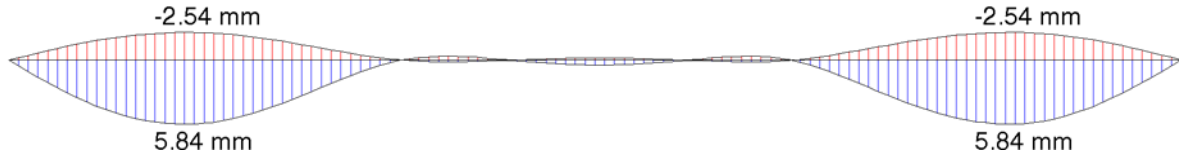
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Wind)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Wind)

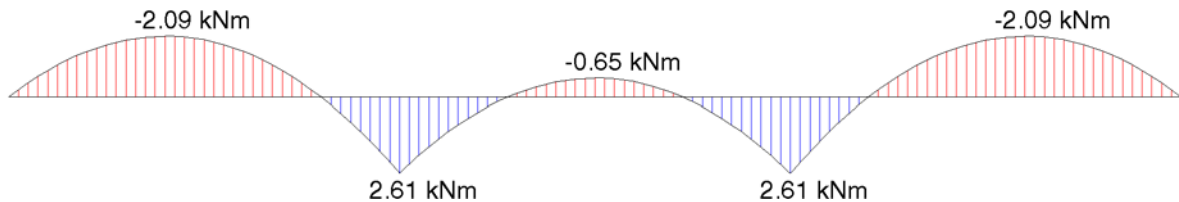


extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Wind)

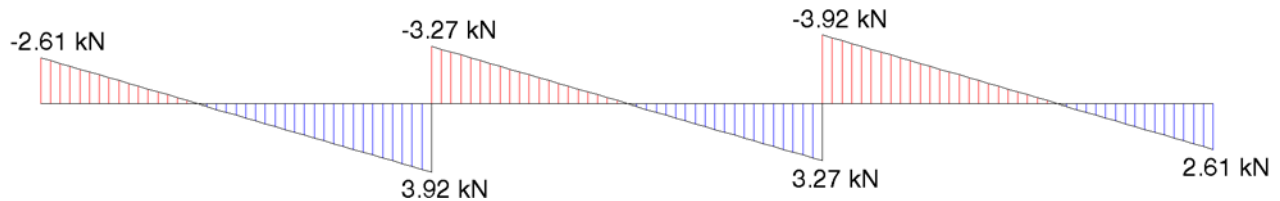


12.3.5. extremale Schneelasten

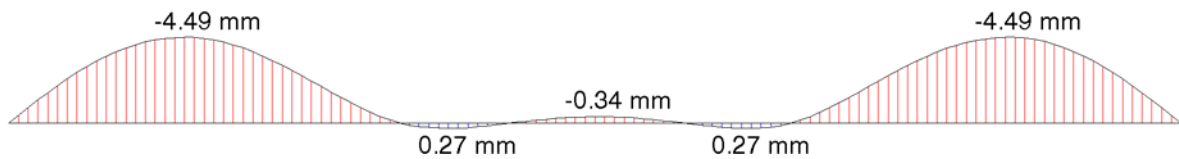
extremale Momente aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Querkräfte aus vertikalen Lasten (Schnee)



extremale Verformungen aus vertikalen Lasten (Schnee)



12.4. Nachweise

12.4.1. 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 7.1.2. 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 = 93% $\Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

12.4.2. Ausnutzungsgrade beim Brandschutznachweis

Nachweisverfahren, geforderte Widerstandsdauer, Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.1.3.
Brandbeanspruchung: vierseitig. $h_{red} = 12.6 \text{ cm}$, $b_{red} = 6.6 \text{ cm}$, $k_p = 1.25$, $k_{mod} = 1.00$, $f_{md} = 30.0 \text{ N/mm}^2$
Die Ausnutzungsgrade werden nach EC5 6.1.6 mit $\gamma_M = 1.00$ bestimmt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

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

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt.

max U = 99% $\Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die charakteristische Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$

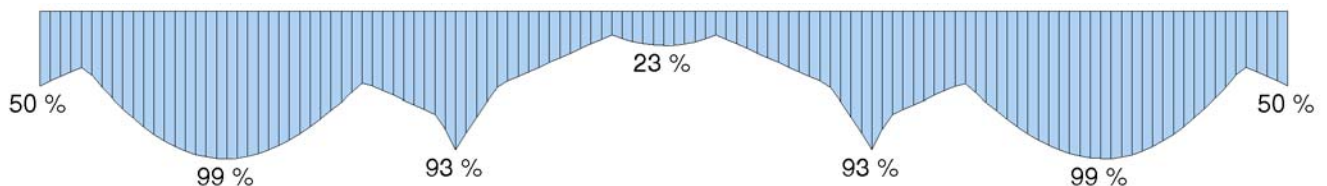
max U = 83% $\Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

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

Vergleichslängen = Feldlängen. Grenzwerte und Kombinationsbeiwerte siehe Kapitel 7.2.3. Die Ausnutzungsgrade werden für die quasi-ständige Kombination ermittelt. Sie ergeben sich wie nachfolgend dargestellt mit $k_{def} = 0.60$

max U = 69% $\Rightarrow$ Nachweis erfüllt.

12.4.6. Maximale Ausnutzung aller Nachweise



max U = 99% $\Rightarrow$ alle Nachweise erfüllt.

12.5. extremale 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:						
D1	-2.744	0.400	0.000	3.404	0.000	1.061
D2	-7.545	0.725	0.000	9.362	0.000	2.542
D3	-7.545	0.725	0.000	9.362	0.000	2.542
D4	-2.744	0.400	0.000	3.404	0.000	1.061
minimal vertikal:						
D1	-2.744	-0.075	-2.064	-1.480	-2.615	-8.977
D2	-7.545	-0.150	-5.675	-4.069	-7.191	-24.630
D3	-7.545	-0.150	-5.675	-4.069	-7.191	-24.630
D4	-2.744	-0.075	-2.064	-1.480	-2.615	-8.977