



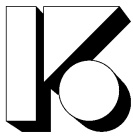
## **3 Aussteifung und Stabilität**

### **Vorbemerkung**

Da das Baugrundstück gem. Kapitel 02 und DIN EN 1998-1/NA:2021-07 in ein Gebiet mit sehr geringer Seismizität einzuordnen ist, brauchen die aussteifenden Bauteile nicht für Einwirkungen im Erdbebenfall bemessen zu werden. Der Nachweis der Aussteifung erfolgt ausschließlich für Windlasten und Bauteilimperfectionen.

Für die Bestandswände in den Achsen A und I wird angenommen, dass die Stützen in beide Richtungen eingespannt sind, bzw. die Wand in Richtung der Achse als Rahmensystem ausgeführt wurde. Windlasten senkrecht auf die Wände sind weiterhin nachgewiesen und werden im Folgenden nicht weiter berücksichtigt. Windlasten auf die Wände in den Achsen 0 und 12 werden über die neuen Verbände aufgenommen.

Da für den Nachweis der Binder eine seitliche Abstützung angesetzt wird, sind die Dachverbände zudem nach DIN EN 1995-1-1 Abschnitt 9.2.5 für die horizontalen Abstützkräfte aus Eigengewicht und Schnee zu bemessen.



### Pos. 00.601 Verbandsbemessung

System: siehe nachfolgendes Berechnungsprotokoll

Beinhaltete Positionen: 00.101 bis 00.104

Material: GL24h

Abmessungen:  $L = 27,80 \text{ m}$   
 $H = 4,80 \text{ m}$

Nutzungs-kategorie: 1

Belastungen: - Abstützkräfte aus Bindern Pos. 00.101 (siehe Folgeseiten)  
- Windlasten auf Achse 0 und 12

Auf der sicheren Seite wird davon ausgegangen, dass die Verbände vor den Giebelwänden in Achse 0 und 12 ausreichend steif sind, sodass die Windlast auf die jeweilige Wand vollständig von einem der drei Verbände aufgenommen werden.

Wandhöhe (Achse 0+12):  $h = 5,00 \text{ m}$

Windlast Bereich D:  $w_{k,D} = 0,46 \text{ kN/m}^2$

Windlast auf Verband:  $w_k = 2,5 \times 0,46 = 1,15 \text{ kN/m}$

#### Erläuterung des

Vorgehens: Da der Verband an der Oberkante des Satteldachbinder angreift, welcher gleichzeitig als Ober- und Untergurt des Verbandes wirkt, erhält der Binder zusätzliche Biegemomente, welche somit größere Abstützkräfte erzeugen. Der Nachweis der Satteldachbinder und des Verbandes erfolgt daher iterativ.

Modifikationsbeiwerte nach Tab.NA.21	$k_{f,1} =$	50
	$k_{f,2} =$	80
	$k_{f,3} =$	30

### Definition Binder

gewähltes Holz:	Typ:	BSH
Spannweite Binder	$l =$	28,10 m
Höhe in Feldmitte:	$h =$	1,79 m
Beiwert für Kippen:	$k_{crit} =$	0,31 6.3.3 (4)

### Definition für Aussteifungsverband

Gesamtanzahl der Binder:	$n_{B,Ges} =$	10
Gesamtanzahl Verbände:	$n_V =$	3
Anzahl Binder pro Verband:	$n_B =$	3,3 (n nach (9.37))
Bemessungsmoment (Feldmitte):	$M_d =$	1186 kNm (Bemessungswert)
	$M_{gk} =$	404 kNm (Eigengewicht)
	$M_{sk} =$	427 kNm (Schnee)
Mittlere Druckkraft im Druckglied:	$N_d =$	457,2 kN 9.2.5.2 (4) Gl.(9.36)
	$N_{gk} =$	155,7 kN
	$N_{sk} =$	164,6 kN

Stabilisierungslast auf Koppelstab:	$F_d =$	5,7 kN 9.2.5.2 (4) Gl.(9.35)
	$F_{gk} =$	1,9 kN
	$F_{sk} =$	2,1 kN

Beiwert für Aussteifungskräfte:	$k_i =$	0,73 9.2.5.3 (1) Gl.(9.38)
---------------------------------	---------	----------------------------

Aussteifungslast auf Verband	$q_d =$	1,3 kN/m 9.2.5.3 (1) Gl.(9.37)
	$q_{gk} =$	0,45 kN/m
	$q_{sk} =$	0,47 kN/m

**Pos. 00.101(1)****Ersatzträger für Ermittlung von  $k_{crit}$** 

Die Position besitzt die gleiche Belastung wie der Träger Pos. 00.101 im Kapitel 6.2, und dient ausschließlich der Ermittlung des Beiwerts  $k_{crit}$ .

System

Satteldachträger

Belastungen

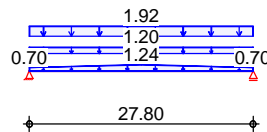
Belastungen auf das System

Grafik

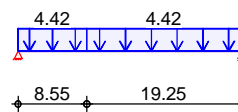
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

## Einwirkungen

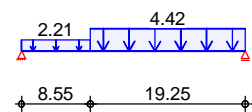
Gk



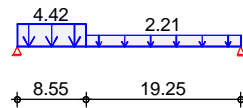
Qk.S.A



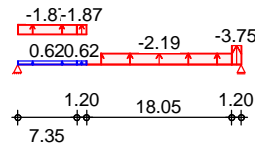
Qk.S.B



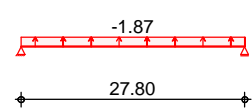
Qk.S.C



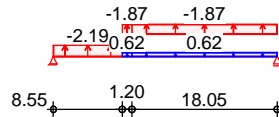
Qk.W.000



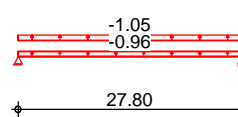
Qk.W.090



Qk.W.180



Qk.W.270

Char. Schnittgrößen

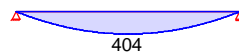
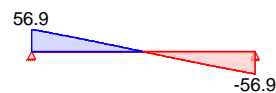
charakteristische Schnittgrößen

am Träger (Lasteinzugsbreite 4.80m)

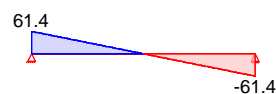
Grafik

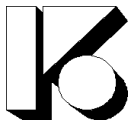
Schnittgrößen (je Einwirkung)

## Einw. Gk

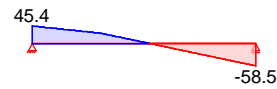
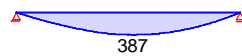
 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ 

## Einw. Qk. S. A

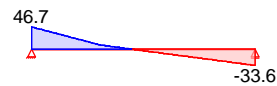
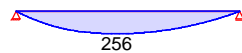
 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ 



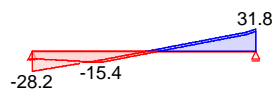
Einw. Qk. S. B

 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ 

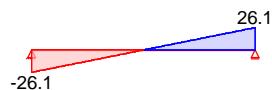
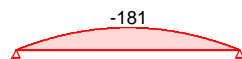
Einw. Qk. S. C

 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ 

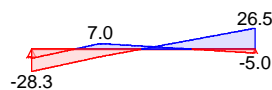
Einw. Qk. W 000

 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ 

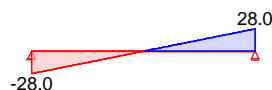
Einw. Qk. W 090

 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ 

Einw. Qk. W 180

 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ 

Einw. Qk. W 270

 $M_{y,k}[\text{kNm}]$  $V_{z,k}[\text{kN}]$ Kombi nati onen

## Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.

Ek KLED  $\Sigma (\gamma^* \psi^* EW)$ 

2	ku	1.35*Gk	+1.50*Qk.S.A	
84	ku/sk	1.00*Gk	+0.75*Qk.S.C	+1.50*Qk.W.000

(d)

d: Windlastfall Sog Luv + Druck Lee

ku:

ku/sk: kurz/sehr kurz

Bem. -schnitt ttgrößen

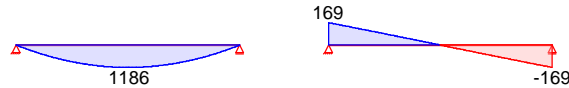
## Bemessungsschnittgrößen

am Träger (Lasteinzugsbreite 4.80m)

Grafik

Schnittgrößen (je Kombination)

Komb. 2

 $M_{y,d}$ [kNm] $V_{z,d}$ [kN]

Komb. 84

 $M_{y,d}$ [kNm] $V_{z,d}$ [kN]Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1995-1-1

Biegung

Nachweis der Biegetragfähigkeit

Abs. 6.4

Feld 1

x	Ek	$k_{mod}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,0,d}$ $\sigma_{m,\alpha,d}$	$f_{m,0,d}$ $f_{m,\alpha,d}$	$\eta$
[m]		[-]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
( $L=27.80\text{ m}$ )						
13.90	2	0.90	1185.92	12.34	16.62	
				12.34	16.62	0.74
19.90	2	0.90	962.44	13.89	16.62	
				13.89	16.09	0.86 *

Querkraft

Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Abs. 6.1.7

Feld 1

x	Ek	$k_{mod}$	$V_{z,d}$	$\tau_d$	$f_{v,d}$	$\eta$
[m]		[-]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
0.00	2	0.90	168.93	1.77	2.42	0.73
13.90	84	1.00	-7.78	0.05	2.69	0.02
27.80	2	0.90	-168.93	1.77	2.42	0.73 *

Stabilität (BDK)

Nachweis der Kippsicherheit

Abs. 6.3

Kippfeld 1

x	Ek	$k_{mod}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,d}$	$f^*_{m,d}$	$\eta$
[m]		[-]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
( $l_{ef,m} = 27.80\text{ m}$ , $k_{crit} = 0.31$ , $k_{m,\alpha} = 0.97$ , $h_{0,65} = 1.54\text{ m}$ )						
7.90	2	0.90	962.44	13.89	16.09	2.81
$f^*_{m,d} = k_{m,\alpha} \cdot f_{m,d}$						

\*\*\*\* FEHLER \*\*\*\*

Im Kippfeld 1 treten unzulässige Spannungsüberschreitungen auf.

$k_{crit}$  für Ermittlung der  
Abstützkräfte = 0,31

Modifikationsbeiwerte nach Tab.NA.21	$k_{f,1} =$	50
	$k_{f,2} =$	80
	$k_{f,3} =$	30

### Definition Binder

gewähltes Holz:	Typ:	NH
Spannweite Binder	$l =$	28,10 m
Höhe in Feldmitte:	$h =$	1,79 m
Beiwert für Kippen:	$k_{crit} =$	0,31 6.3.3 (4)

### Definition für Aussteifungsverband

Gesamtanzahl der Binder:	$n_{B,Ges} =$	10
Gesamtanzahl Verbände:	$n_V =$	3
Anzahl Binder pro Verband:	$n_B =$	3,3 (n nach (9.37))
Bemessungsmoment (Feldmitte):	$M_d =$	1186 kNm (Bemessungswert)
Belastung von Pos.00.101 Kap 6.2	$M_{gk} =$	404 kNm (Eigengewicht)
	$M_{sk} =$	427 kNm (Schnee)
Mittlere Druckkraft im Druckglied:	$N_d =$	457,2 kN 9.2.5.2 (4) Gl.(9.36)
	$N_{gk} =$	155,7 kN
	$N_{sk} =$	164,6 kN

Stabilisierungslast auf Koppelstab:	$F_d =$	9,1 kN 9.2.5.2 (4) Gl.(9.35)
	$F_{gk} =$	3,1 kN
	$F_{sk} =$	3,3 kN

Beiwert für Aussteifungskräfte:	$k_i =$	0,73 9.2.5.3 (1) Gl.(9.38)
---------------------------------	---------	----------------------------

Aussteifungslast auf Verband	$q_d =$	1,3 kN/m 9.2.5.3 (1) Gl.(9.37)
	$q_{gk} =$	0,45 kN/m
	$q_{sk} =$	0,47 kN/m



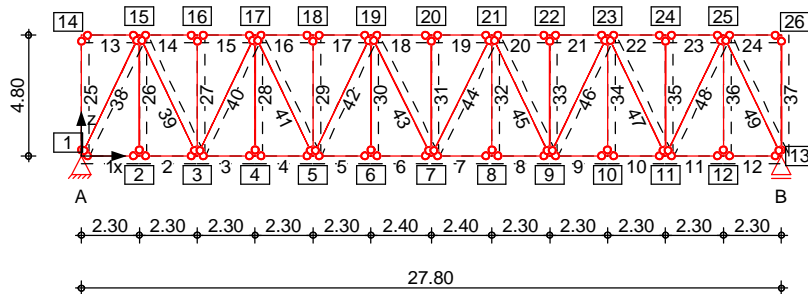
## Pos. 00.601

## Dachverband

### System

### Stabwerk

M 1 : 3 0 0



### Belastungen

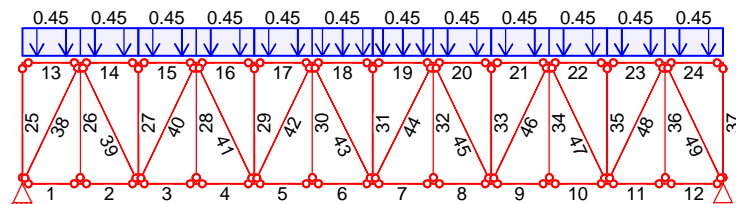
### Belastungen auf das System

### Grafik

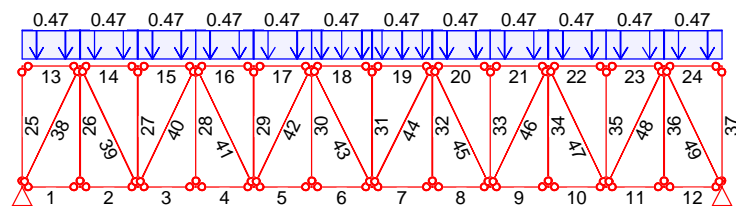
### Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

### Einwirkung

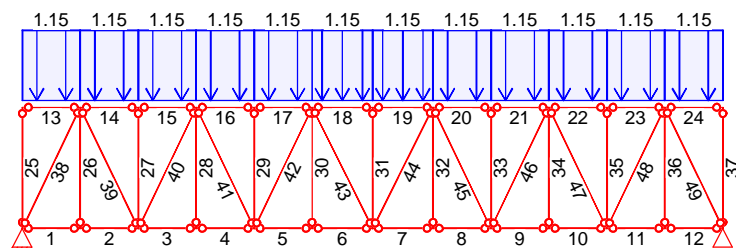
### Gk



### Qk.S



### Qk.W

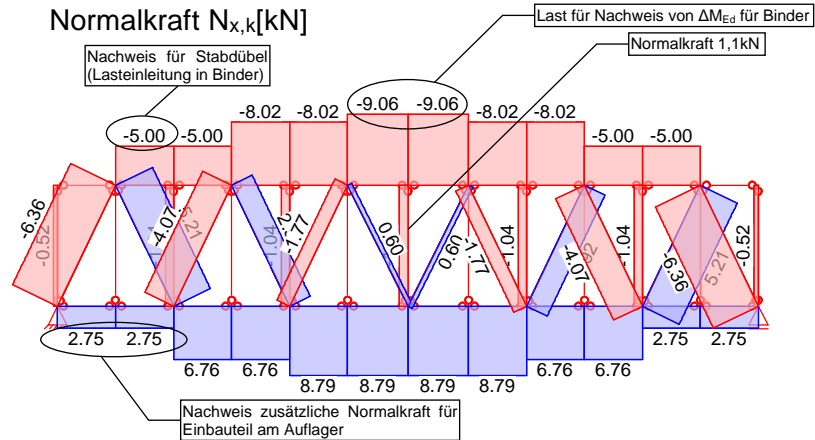


Char. Schnittgrößen charakteristische Schnittgrößen und Verformungen

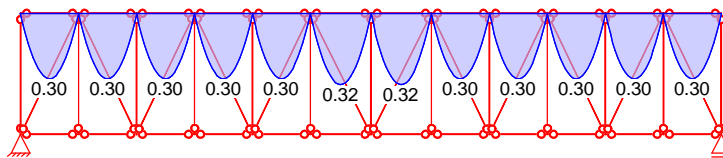
Grafik Schnittgrößen (je Einwirkung)

Einw.  $G_k$

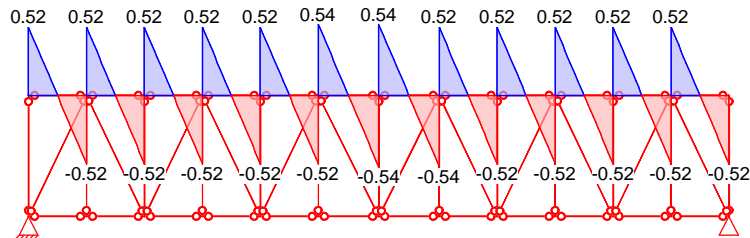
Normalkraft  $N_{x,k}[\text{kN}]$



Moment  $M_{y,k}[\text{kNm}]$

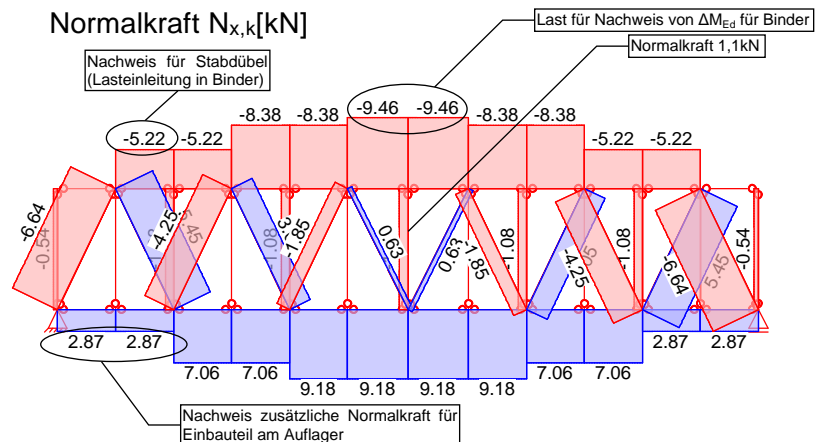


Querkraft  $V_{z,k}[\text{kN}]$

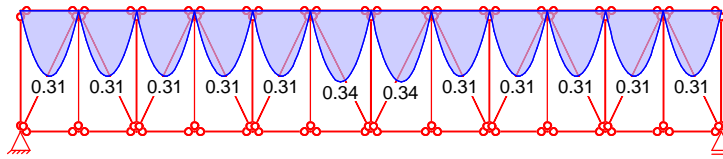


Einw.  $Q_k, S$

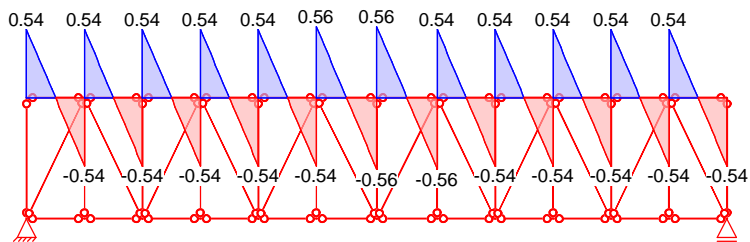
Normalkraft  $N_{x,k}[\text{kN}]$



Moment  $M_{y,k}$ [kNm]

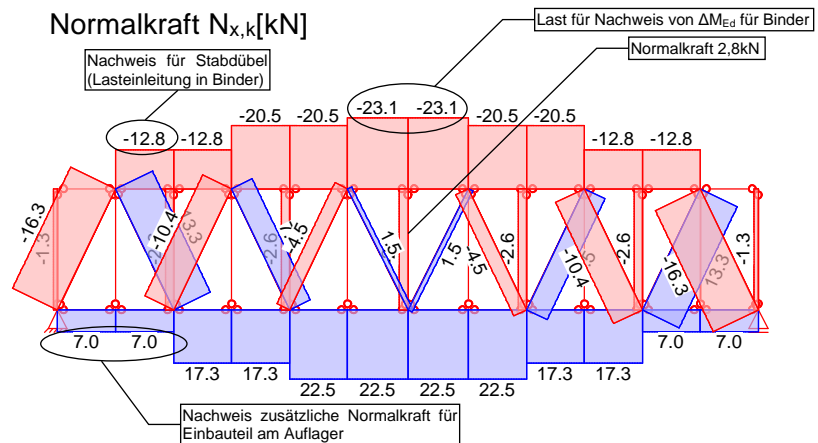


Querkraft  $V_{z,k}$ [kN]

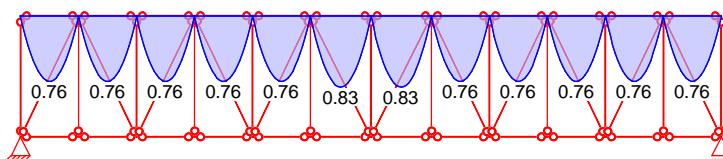


Einw. Qk. W

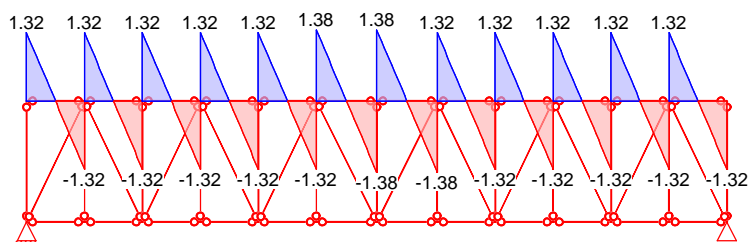
Normalkraft  $N_{x,k}$ [kN]



Moment  $M_{y,k}$ [kNm]



Querkraft  $V_{z,k}$ [kN]



Kombi nati onen

## Kombinationsbildung nach DIN EN 1990

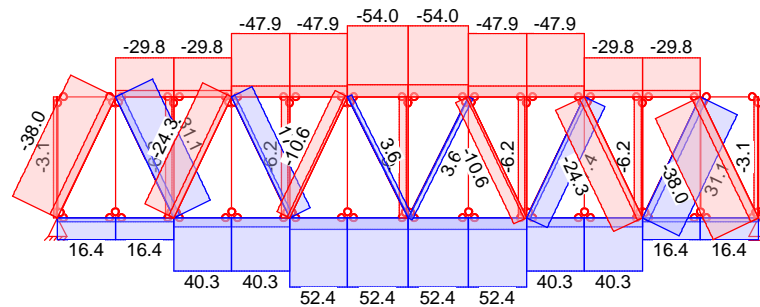
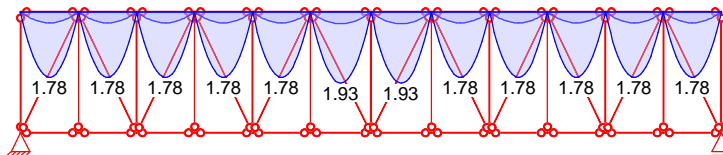
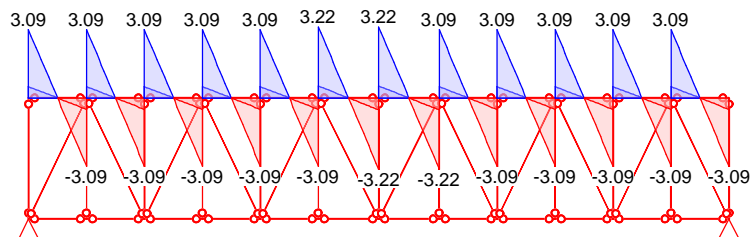
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.  
quasi-st.,  $w_{net,fin}$ Ek  $\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$ 3  $1.35 \cdot G_k$   $+0.75 \cdot Q_{k,S}$   $+1.50 \cdot Q_{k,W}$ 4  $1.00 \cdot G_k$ Bem. -schni ttgrößen

## Bemessungsschnittgrößen Theorie I. Ordnung

Grafi k

## Schnittgrößen (Umhüllende)

Normalkraft  $N_{x,d}[kN]$ Moment  $M_{y,d}[kNm]$ Querkraft  $V_{z,d}[kN]$ Aufl agerkräfte

## Charakteristische Auflagerkräfte (global)

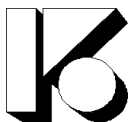
Char. Auflagerkr.

Einw.  $G_k$ Einw.  $Q_{k,S}$ Einw.  $Q_{k,W}$ 

Aufl.

 $F_{x,k}$   
[kN] $F_{z,k}$   
[kN]

A	0.00	6.26
B	0.00	6.26
A	0.00	6.53
B	0.00	6.53
A	0.00	15.99



Aufl.	$F_{x,k}$ [kN]	$F_{z,k}$ [kN]
B	0.00	15.99

Zusammenfassung

## Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis		$\eta$ [-]
Biegung	OK	0.14
Querkraft	OK	0.05

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis		$\eta$ [-]
Durchhang	OK	0.24

### Ersatzmoment aus Normalkräften im Druckbereich des Binders

Da in mb-Baustatik für den Holzbinder keine Knotenmomente angegeben werden können, wird auf der sicheren Seite eine Einzellast  $F_{\text{vertikal}}$  in Feldmitte bestimmt, welche das gleiche Moment erzeugt, wie die zusätzliche Drucklast oben am Binder.

Drucknormalkräfte aus Verband:

$$N_{\text{Ed,max}} = 54,0 \text{ kN}$$

$$N_{\text{gk,max}} = 9,1 \text{ kN}$$

$$N_{\text{sk,max}} = 9,5 \text{ kN}$$

$$N_{\text{wk,max}} = 23,1 \text{ kN}$$

Abstand zwischen Binderschwerpunkt  
und Schwerpunkt Verbandsstab:  
(auf sicherer Seite in Feldmitte)

$$\Delta h = 0,78 \text{ m}$$

Zusatzmomente:

$$\Delta M_{\text{Ed}} = 42 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{gk}} = 7 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{sk}} = 7 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{wk}} = 18 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{Ed,Komb2}} = 20 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Ed}} = 1186 \text{ kNm}$$

Lasterhöhung auf  
verband:  
 $20 / 1186 = 0,02$

Lasterhöhung  
vernachlässigbar. Keine  
weiteren Iterationen

Ersatzeinzellast (aus  $Fl/4$ )

$$F_{\text{Ed}} = 6,0 \text{ kN}$$

$$F_{\text{gk}} = 1,0 \text{ kN}$$

$$F_{\text{sk}} = 1,1 \text{ kN}$$

$$F_{\text{wk}} = 2,6 \text{ kN}$$

Zusatzlasten sind bei der  
Bemessung des Binders  
zusätzlich anzusetzen,  
um Kräfte in Verband zu  
berücksichtigen.

Vertikallasten welche aus der Neigung der Binderoberkante und den Druckkräften im Verband entstehen, werden aufgrund der geringen Dachneigung vernachlässigt.

Zusätzlich wird der Satteldachbinder im Bereich zwischen den Abstützungen auf Knicken nachgewiesen.

Die Koppelstäbe (Pfetten Pos. 00.102 und 00.103) sind zudem auf die Stabilisierungslasten der vorherigen Seite nachzuweisen.

Modifikationsbeiwerte nach Tab.NA.21	$k_{f,1} =$	50
	$k_{f,2} =$	80
	$k_{f,3} =$	30

### Definition Binder

gewähltes Holz:	Typ:	BSH
Spannweite Binder	$l =$	28,10 m
Höhe in Feldmitte:	$h =$	1,79 m
Beiwert für Kippen:	$k_{crit} =$	0,31 6.3.3 (4)

### Definition für Aussteifungsverband

Gesamtanzahl der Binder:	$n_{B,Ges} =$	10
Gesamtanzahl Verbände:	$n_V =$	3
Anzahl Binder pro Verband:	$n_B =$	3,3 (n nach (9.37))
Bemessungsmoment (Feldmitte):	$M_d =$	1186 kNm (Bemessungswert)
	$M_{gk} =$	404 kNm (Eigengewicht)
	$M_{sk} =$	427 kNm (Schnee)
Mittlere Druckkraft im Druckglied:	$N_d =$	457,2 kN 9.2.5.2 (4) Gl.(9.36)
	$N_{gk} =$	155,7 kN
	$N_{sk} =$	164,6 kN

Stabilisierungslast auf Koppelstab:	$F_d =$	5,7 kN 9.2.5.2 (4) Gl.(9.35)
	$F_{gk} =$	1,9 kN
	$F_{sk} =$	2,1 kN

Beiwert für Aussteifungskräfte:	$k_i =$	0,73 9.2.5.3 (1) Gl.(9.38)
---------------------------------	---------	----------------------------

Aussteifungslast auf Verband	$q_d =$	1,3 kN/m 9.2.5.3 (1) Gl.(9.37)
	$q_{gk} =$	0,45 kN/m
	$q_{sk} =$	0,47 kN/m

### Ersatzmoment aus Normalkräften im Druckbereich des Binders

Da in mb-Baustatik für den Holzbinder keine Knotenmomente angegeben werden können, wird auf der sicheren Seite eine Einzellast  $F_{\text{vertikal}}$  in Feldmitte bestimmt, welche das gleiche Moment erzeugt, wie die zusätzliche Drucklast oben am Binder.

Drucknormalkräfte aus Verband:

$$N_{\text{Ed,max}} = 54,0 \text{ kN}$$

$$N_{\text{gk,max}} = 9,1 \text{ kN}$$

$$N_{\text{sk,max}} = 9,5 \text{ kN}$$

$$N_{\text{wk,max}} = 23,1 \text{ kN}$$

Abstand zwischen Binderschwerpunkt  
und Schwerpunkt Verbandsstab:  
(auf sicherer Seite in Feldmitte)

$$\Delta h = 0,78 \text{ m}$$

Zusatzmomente:

$$\Delta M_{\text{Ed}} = 42 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{gk}} = 7 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{sk}} = 7 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{wk}} = 18 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{\text{Ed,Komb2}} = 20 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Ed}} = 1186 \text{ kNm}$$

Lasterhöhung auf  
verband:  
 $20 / 1186 = 0,02$

*Lasterhöhung  
vernachlässigbar. Keine  
weiteren Iterationen*

Ersatzeinzellast (aus  $Fl/4$ )

$$F_{\text{Ed}} = 6,0 \text{ kN}$$

$$F_{\text{gk}} = 1,0 \text{ kN}$$

$$F_{\text{sk}} = 1,1 \text{ kN}$$

$$F_{\text{wk}} = 2,6 \text{ kN}$$

Zusatzlasten sind bei der  
Bemessung des Binders  
zusätzlich anzusetzen,  
um Kräfte in Verband zu  
berücksichtigen.

Vertikallasten welche aus der Neigung der Binderoberkante und den Druckkräften im Verband entstehen, werden aufgrund der geringen Dachneigung vernachlässigt.

Zusätzlich wird der Satteldachbinder im Bereich zwischen den Abstützungen auf Knicken nachgewiesen.

Die Koppelstäbe (Pfetten Pos. 00.102 und 00.103) sind zudem auf die Stabilisierungslasten der vorherigen Seite nachzuweisen.