

**LIGNATUR-Elementstatik****Pos.110.0. 001**

Massgebende Baubestimmungen

EN 1991, EN 1995

**Objekt:** Beispiel Schulhaus  
**Bauteil:** Decke über EG  
**Beschreibung:** -  
**Projekt-Nr.:** 2021'0017

**Inhalt:**

Seite	Bezeichnung
02	Lastannahme
03-04	Gewählter Querschnitt, Kennwerte
05-06	Stabstatik, Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit
07-08	Gewählter Querschnitt, Kennwerte im Brandfall
09-10	Stabstatik, Tragfähigkeit im Brandfall

**Ersteller der statischen Berechnungen:**

Lignatur AG  
Herisauerstrasse 30  
CH-9104 Waldstatt

**Sachbearbeiter:** Dipl. Bauingenieur ETH/SIA Ralph Schläpfer

**Datum:** 2021-06-29

**Objekt:** Beispiel Schulhaus  
**Bauteil:** Decke über EG  
**Projekt-Nr.:** 2021'0017  
**Sachbearbeiter:** Dipl. Bauingenieur ETH/SIA Ralph Schläpfer  
**Datum:** 2021-06-29

## Lastannahme

## Pos.110.0. 001

Massgebende Baubestimmungen EN 1991, EN 1995

### ständige Einwirkungen

		0.00 kN/m <sup>2</sup>
Bodenaufbau	Zementestrich 60mm (22kN/m <sup>3</sup> * 0.060m)	1.32 kN/m <sup>2</sup>
Trittschalldämmung	Trittschalldämmung Mineralfaser 40mm (s' ≤ 7 MN/m <sup>3</sup> )	0.04 kN/m <sup>2</sup>
Beschwerung	Elastisch gebundene Schüttung 80mm (15kN/m <sup>3</sup> * 0.080m)	1.20 kN/m <sup>2</sup>
	-	0.00 kN/m <sup>2</sup>
LIGNATUR-Flächenelement t=40	g + 0.00	0.62 kN/m <sup>2</sup>
	-	0.00 kN/m <sup>2</sup>
	<b>g<sub>k</sub>=</b>	<b>3.18 kN/m<sup>2</sup></b>

### veränderliche Einwirkungen

C1 - Flächen mit Tischen		3.00 kN/m <sup>2</sup>
Leichte Trennwände (< 3 kN/m)		0.80 kN/m <sup>2</sup>
	<b>q<sub>k</sub>=</b>	<b>3.80 kN/m<sup>2</sup></b>

### Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen bei verschiedenen Bemessungssituationen

Teilsicherheitsbeiwert			
- ständige Einwirkungen		Y <sub>g</sub> =	1.35 ()
- ständige Einwirkungen	Aussergewöhnliche Bemessungssituation	Y <sub>g,A</sub> =	1.00 ()
- veränderliche Einwirkungen		Y <sub>q</sub> =	1.50 ()
Kombinationsbeiwert			
- selten		Ψ <sub>0</sub> =	0.70 ()
- häufig		Ψ <sub>1</sub> =	0.70 ()
- quasi ständig		Ψ <sub>2</sub> =	0.60 ()
Verformungsbeiwert		k <sub>def</sub> =	0.60 ()

### Grenzzustand der Tragfähigkeit

Ständige Einwirkung	Y <sub>g</sub> *g <sub>k</sub>	=	4.29 kN/m <sup>2</sup>
Ständige + veränderliche Einwirkung	Y <sub>g</sub> *g <sub>k</sub> +Y <sub>q</sub> *q <sub>k</sub>	=	9.99 kN/m <sup>2</sup>

### Grenzzustand der Tragfähigkeit im Brandfall

Ständige + veränderliche Einwirkung	Y <sub>g,A</sub> *g <sub>k</sub> +Ψ <sub>2</sub> *q <sub>k</sub>	=	5.46 kN/m <sup>2</sup>
-------------------------------------	--	---	------------------------

### Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Ständige + veränderliche Einwirkung, inst	g <sub>k</sub> +q <sub>k</sub>	=	6.98 kN/m <sup>2</sup>
Ständige + veränderliche Einwirkung, fin	g <sub>k</sub> *(1+k <sub>def</sub> )+q <sub>k</sub> (1+Ψ <sub>2</sub> *k <sub>def</sub> )	=	10.25 kN/m <sup>2</sup>

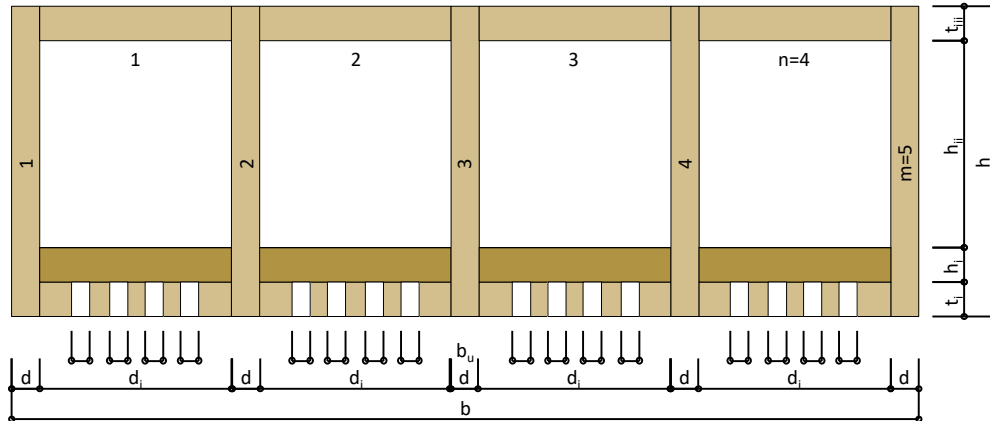
**Objekt:** Beispiel Schulhaus  
**Bauteil:** Decke über EG  
**Projekt-Nr.:** 2021'0017  
**Sachbearbeiter:** Dipl. Bauingenieur ETH/SIA Ralph Schläpfer  
**Datum:** 2021-06-29

## Querschnitt, Kennwerte

Pos.110.0. 001

Massgebende Baubestimmungen

EN 1991, EN 1995



### Querschnitt

Elementtyp	LIGNATUR-Flächenelement t=40	L40
Feuerwiderstand	REI60	REI60
Schallschutz	-	0
Wärmeschutz	-	
Absorption	Akustik Typ 3.1	3.1

### Parameter

Höhe		h=	360 mm
Breite		b=	1000 mm
Anzahl Stege		m=	5 ( )
Stegdicke		d=	31 mm
Anzahl Kammern	m-1	n=	4 ( )
Kammerbreite	(b-m*d)/n	d_i=	211 mm
obere Lamellenstärke		t_iii=	40 mm
mittlere Lamellenstärke		t_ii=	0 mm
untere Lamellenstärke		t_i=	40 mm
Befüllungsöffnung		b_o=	0 mm
Ø Befüllungsöffnung		b_o,w=	0 mm
Perforation Akustik Typ 3.1 in unterer Lamelle	n*4*20	b_u=	320 mm
Ø Perforation Akustik Typ 3.1 in unterer Lamelle	n*4*20	b_u,w=	320 mm
Kammerhöhe	h-t_iii-t_ii-h_i-t_i	h_ii=	240 mm
Akustikdämmdicke		h_i=	40 mm

### Rohdichten

Fichtenholz		$\rho_{\text{Holz}}=$	4.70 kN/m <sup>3</sup>
Isolation in Kammer	Luft=0kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{\text{Isolation}}=$	0.00 kN/m <sup>3</sup>
Holzfaserabsorber	Luft=0kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{\text{Absorber}}=$	1.10 kN/m <sup>3</sup>

## Querschnittsflächen

Holz brutto (Eigengewicht)	$b \cdot h - (n \cdot d_i) \cdot (h_{ii} + h_i)$	$A_b =$	123400 mm <sup>2</sup>
Holz netto (Tragfähigkeit)	$b \cdot h - (n \cdot d_i) \cdot (h_{ii} + h_i) - b_o \cdot t_{iii} - b_u \cdot t_i$	$A_n =$	110'600 mm <sup>2</sup>
Holz Ø (Gebrauchstauglichkeit)	$b \cdot h - (n \cdot d_i) \cdot (h_{ii} + h_i) - b_{o,w} \cdot t_{iii} - b_{u,w} \cdot t_i$	$A_{\varnothing} =$	110'600 mm <sup>2</sup>
Kammer	$(b - m \cdot d) \cdot h_{ii}$	$A_K =$	202'800 mm <sup>2</sup>
Akustikdämmung	$(b - m \cdot d) \cdot h_i$	$A_A =$	33'800 mm <sup>2</sup>

## Eigengewicht

LIGNATUR-Element	$(A_b \cdot \rho_{\text{Holz}} + A_K \cdot \rho_{\text{Isolation}} + A_A \cdot \rho_{\text{Absorber}}) / 1000^2 / b \cdot 1000$	$g =$	0.62 kN/m <sup>2</sup>
------------------	---	-------	------------------------

## Schwerpunktkoordinaten in y-Richtung

Holz netto	$(m \cdot d \cdot h^2 / 2 + (n \cdot d_i - b_u) \cdot t_i^2 / 2 + n \cdot d_i \cdot t_{ii} \cdot (t_i + h_i + t_{ii} / 2) + (n \cdot d_i - b_o) \cdot t_{iii} \cdot (h - t_{iii} / 2)) / A_n$	$S_y =$	199 mm
Holz Ø	$(m \cdot d \cdot h^2 / 2 + (n \cdot d_i - b_{u,w}) \cdot t_i^2 / 2 + n \cdot d_i \cdot t_{ii} \cdot (t_i + h_i + t_{ii} / 2) + (n \cdot d_i - b_{o,w}) \cdot t_{iii} \cdot (h - t_{iii} / 2)) / A_{\varnothing}$	$S_{y,\varnothing} =$	199 mm

## Trägheitsmomente

Holz netto	$m \cdot d \cdot h^3 / 12 + m \cdot d \cdot h \cdot (h/2 - s_y)^2 + (n \cdot d_i - b_u) \cdot t_i^3 / 12 + (n \cdot d_i - b_u) \cdot t_i \cdot (s_y - t_i / 2)^2 + n \cdot d_i \cdot t_{ii}^3 / 12 + n \cdot d_i \cdot t_{ii} \cdot (s_y - t_i - h_i - t_{ii} / 2)^2 + (n \cdot d_i - b_o) \cdot t_{iii}^3 / 12 + (n \cdot d_i - b_o) \cdot t_{iii} \cdot (h - s_y - t_{iii} / 2)^2$	$I_y =$	1'974'903'484 mm <sup>4</sup>
Holz Ø	$m \cdot d \cdot h^3 / 12 + m \cdot d \cdot h \cdot (h/2 - s_y)^2 + (n \cdot d_i - b_{u,w}) \cdot t_i^3 / 12 + (n \cdot d_i - b_{u,w}) \cdot t_i \cdot (s_y - t_i / 2)^2 + n \cdot d_i \cdot t_{ii}^3 / 12 + n \cdot d_i \cdot t_{ii} \cdot (s_y - t_i - h_i - t_{ii} / 2)^2 + (n \cdot d_i - b_{o,w}) \cdot t_{iii}^3 / 12 + (n \cdot d_i - b_{o,w}) \cdot t_{iii} \cdot (h - s_y - t_{iii} / 2)^2$	$I_{y,\varnothing} =$	1'974'903'484 mm <sup>4</sup>

## Widerstandsmoment

Holz netto	$I_y / S_y$	$W_y =$	9'948'275 mm <sup>3</sup>
------------	-------------	---------	---------------------------

## Biegesteifigkeit

Holz Ø	$E_{0,\text{mean}} \cdot I_{y,\varnothing}$	$EI_{\varnothing} =$	21.724 * 10 <sup>12</sup> Nmm <sup>2</sup>
--------	---	----------------------	--

## Statisches Flächenmoment

Holz netto	$t_i + h_i + t_{ii} < s_y \leq h - t_{iii}$	$m \cdot d \cdot (h - s_y)^2 / 2 + (n \cdot d_i - b_o) \cdot t_{iii} \cdot (h - s_y - t_{iii} / 2)$	$S_y =$	6'803'064 mm <sup>3</sup>
------------	---	---	---------	---------------------------

## Schubfläche

Holz netto	$m \cdot d \cdot I_y / S_y$	$A_w =$	44'996 mm <sup>2</sup>
------------	-----------------------------	---------	------------------------

## Charakteristische Eigenschaften

Festigkeitsklasse				C24
Biegung	$f_{m,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_m$	$f_{m,k} =$	24 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d} =$ 16.6 N/mm <sup>2</sup>
Zug parallel zur Faser	$f_{t,0,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_m$ 20	$f_{t,0,k} =$	14 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d} =$ 9.7 N/mm <sup>2</sup>
Zug senkrecht zur Faser	$f_{t,90,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_m$	$f_{t,90,k} =$	0.4 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d} =$ 0.3 N/mm <sup>2</sup>
Druck parallel zur Faser	$f_{c,0,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_m$	$f_{c,0,k} =$	21 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} =$ 14.5 N/mm <sup>2</sup>
Druck senkrecht zur Faser	$f_{c,90,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_m$	$f_{c,90,k} =$	2.5 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d} =$ 1.7 N/mm <sup>2</sup>
Schub	$f_{v,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_m$	$f_{v,k} =$	2.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} =$ 1.4 N/mm <sup>2</sup>
Elastizitätsmodul parallel				$E_{0,\text{mean}} =$ 11'000 N/mm <sup>2</sup>
Modifikationsbeiwert				$k_{\text{mod}} =$ 0.9 ()
Teilsicherheitsbeiwert				$\gamma_m =$ 1.3 ()

**Objekt:** Beispiel Schulhaus  
**Bauteil:** Decke über EG  
**Projekt-Nr.:** 2021'0017  
**Sachbearbeiter:** Dipl. Bauingenieur ETH/SIA Ralph Schläpfer  
**Datum:** 2021-06-29

## Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit

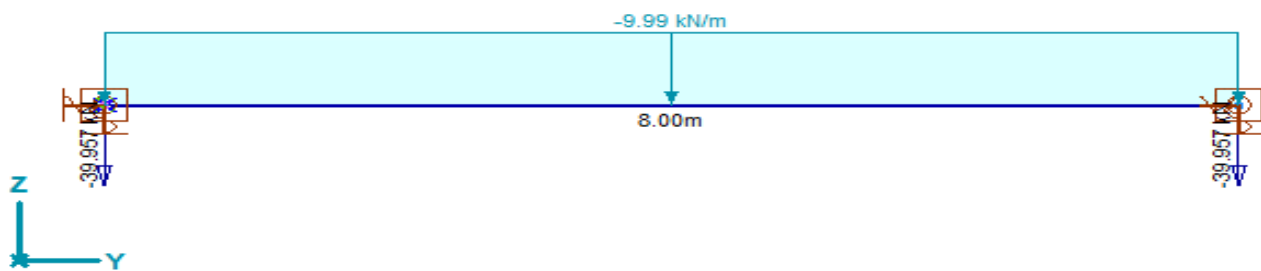
Pos.110.0. 001

Massgebende Baubestimmungen EN 1991, EN 1995

Berechnung mit AxisVM

Statisches System zur Ermittlung der Tragfähigkeit

1-Feldträger



Stablänge S1

$l_{S1} = 8'000$  mm

Momentenlinie

Maximales Moment

$M_{y,d} = 79.9$  kNm

Maximale Biegespannung

$$M_{y,d} \cdot 1000000 / (I_y \cdot (h - s_y)) / 1000 \cdot b$$

$\sigma_{o,d} = 6.5$  N/mm<sup>2</sup>

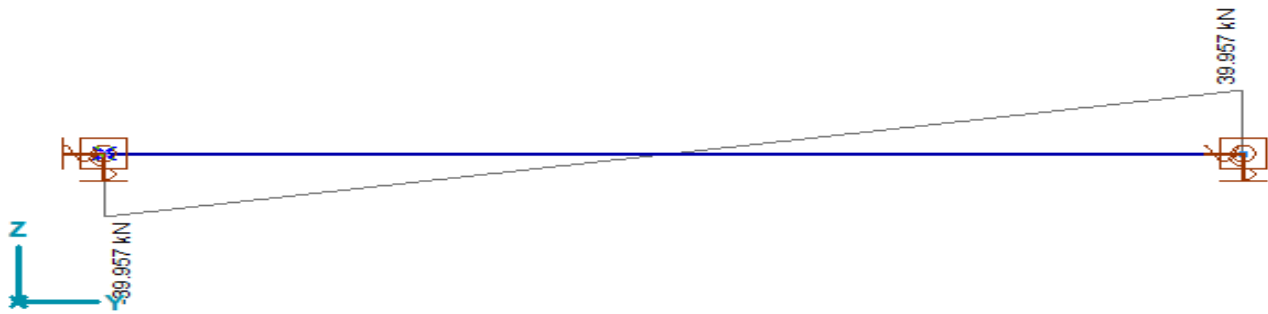
$$M_{y,d} \cdot 1000000 / (I_y \cdot s_y) / 1000 \cdot b$$

$\sigma_{u,d} = 8.0$  N/mm<sup>2</sup>

$$\text{MAX}(\sigma_{o,d}; \sigma_{u,d}) / f_{m,d}$$

**0.48 ≤ 1**

## Querkraftlinie



Maximale Querkraft

Maximale Schubspannung

$$V_{z,d} \cdot 1000 / A_w / 1000 \cdot b$$

$$\tau_d / f_{v,d}$$

$V_{z,d} =$

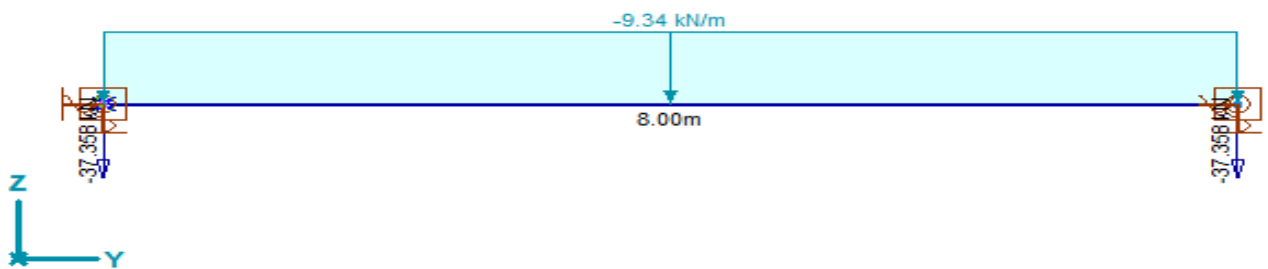
$\tau_d =$

40.0 kN

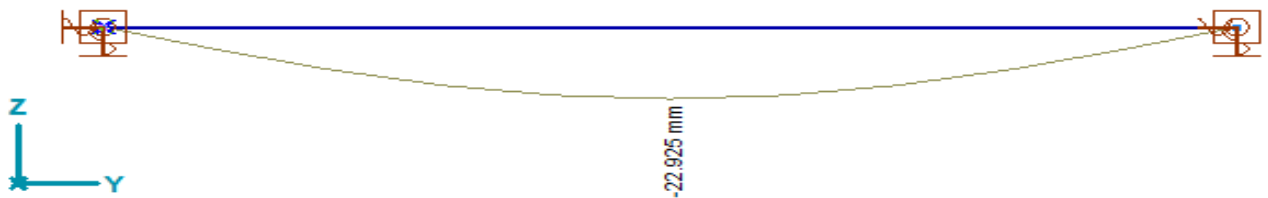
0.9 N/mm<sup>2</sup>

0.64 ≤ 1

## Statisches System zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit für den häufigen Lastfall



## Biegelinie



## Maximale Durchbiegungen

$W_{z,inst,S1} =$	$5/384 \cdot (g_k + q_k) \cdot l_{S1}^4 / E_{0,mean} / I_{y,\varnothing} / 1000 \cdot b$	17.1 mm
	$l_{S1} / W_{z,inst,S1}$	467 ≥ 400
$W_{z,fin,S1} =$	$5/384 \cdot (1 + k_{def}) \cdot g_k + (1 + \Psi_2 \cdot k_{def}) \cdot q_k \cdot l_{S1}^4 / E_{0,mean} / I_{y,\varnothing} / 1000 \cdot b$	25.2 mm
	$l_{S1} / W_{z,fin,S1}$	318 ≥ 300

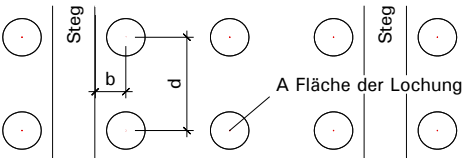
**Objekt:** Beispiel Schulhaus  
**Bauteil:** Decke über EG  
**Projekt-Nr.:** 2021'0017  
**Sachbearbeiter:** Dipl. Bauingenieur ETH/SIA Ralph Schläpfer  
**Datum:** 2021-06-29

## Querschnitt, Kennwerte im Brandfall

**Pos.110.0. 001**

Massgebende Baubestimmungen EN 1991, EN 1995  
 ETA-11/0137 für LIGNATUR-Elemente

### Effektive Abbrandtiefe $d_{ef}$ im Brandfall

Brandeinwirkungszeit		$t =$	60 min.
- Abbrandzeit in Lamelle $t_1$	$t_1/\beta_1 \leq t$	$t_1 =$	46 min.
- Abbrandzeit in Akustikdämmung $h_1$	$h_1/\beta_2 \leq t - t_1$	$t_2 =$	14 min.
- Abbrandzeit in Lamelle $t_{ii}$	$t_{ii}/\beta_3 \leq t - t_1 - t_2$	$t_3 =$	0 min.
- Abbrandzeit in Wärmedämmung $h_{ii}$	$h_{ii}/\beta_4 \leq t - t_1 - t_2 - t_3$	$t_4 =$	0 min.
Abbrandrate in Lamelle $t_1$	Akustik $0.22 \cdot k + 0.72$	$\beta_1 =$	0.86 mm/min.
Faktor (IBK-Bericht Nr. 283 ETH Zürich)	$A_{Akustik}/d_{Akustik} \cdot 1000 / (b_{Akustik}^{1.5 \cdot t_1})$	$k =$	0.65 ( )
Loch- bzw. Schlitzfläche		$A_{Akustik} =$	314 mm <sup>2</sup>
Abstand Löcher bzw. Schlitze untereinander		$d_{Akustik} =$	40 mm
Loch- bzw. Schlitzabstand zum Steg		$b_{Akustik} =$	45 mm
Abbrandrate in Akustikdämmung $h_1$	$0.9 \cdot (450/\rho_{Absorber})^{1/2}$	$\beta_2 =$	1.82 mm/min.
Abbrandrate in Lamelle $t_{ii}$		$\beta_3 =$	0.00 mm/min.
Abbrandrate in Wärmedämmung $h_{ii}$		$\beta_4 =$	0.00 mm/min.
Abgebrannte bzw. verkohlte Schicht	$t_1 \cdot \beta_1 + t_2 \cdot \beta_2 + t_3 \cdot \beta_3 + t_4 \cdot \beta_4$	$d_{char} =$	65 mm
Berücksichtigung des Festigkeitsverlustes		$d_{red} =$	7 mm
Effektive Abbrandtiefe	$d_{char} + d_{red}$	$d_{ef} =$	72 mm

### Parameter im Brandfall

Höhe	$h - d_{ef}$	$h_{fi} =$	288 mm
Breite	$b$	$b_{fi} =$	1'000 mm
Anzahl Stege	$m$	$m_{fi} =$	5 ( )
Stegdicke	$d$	$d_{fi} =$	31 mm
Anzahl Kammern	$n - 1$	$n_{fi} =$	4 ( )
Kammerbreite	$(b_{fi} - m_{fi} \cdot d_{fi}) / n_{fi}$	$d_{i,fi} =$	211 mm
obere Lamellenstärke	$t_{iii} \geq t_1 + h_1 + t_{ii} + h_{ii} + t_{iii} - d_{ef} \geq 0$	$t_{iii,fi} =$	40 mm
mittlere Lamellenstärke	$t_{ii} \geq t_1 + h_1 + t_{ii} - d_{ef} \geq 0$	$t_{ii,fi} =$	0 mm
untere Lamellenstärke	$t_1 - d_{ef} \geq 0$	$t_{i,fi} =$	0 mm
Befüllungsöffnung	$b_o$	$b_{o,fi} =$	0 mm
Perforation Akustik Typ 3.1 in unterer Lamelle	$b_u$	$b_{u,fi} =$	320 mm
Kammerhöhe	$h_{ii} \geq t_1 + h_1 + t_{ii} + h_{ii} - d_{ef} \geq 0$	$h_{ii,fi} =$	240 mm
Akustikdämmdicke	$h_1 \geq t_1 + h_1 - d_{ef} \geq 0$	$h_{i,fi} =$	8 mm

### Querschnittsfläche im Brandfall

Holz netto (Tragfähigkeit)  $b_{fi} \cdot h_{fi} - (n_{fi} \cdot d_{i,fi}) \cdot (h_{ii,fi} + h_{i,fi}) - b_{o,fi} \cdot t_{iii,fi} - b_{u,fi} \cdot t_{i,fi}$   $A_{n,fi} = 78'462 \text{ mm}^2$

### Schwerpunktkoordinaten in y-Richtung im Brandfall

Holz netto  $(m_{fi} \cdot d_{fi} \cdot h_{fi}^2 / 2 + (n_{fi} \cdot d_{i,fi} - b_{u,fi}) \cdot t_{i,fi}^2 / 2 + n_{fi} \cdot d_{i,fi} \cdot t_{ii,fi} \cdot (t_{i,fi} + h_{i,fi} + t_{ii,fi} / 2) + (n_{fi} \cdot d_{i,fi} - b_{o,fi}) \cdot t_{iii,fi} \cdot (h_{fi} - t_{iii,fi} / 2)) / A_{n,fi}$   $S_{y,fi} = 198 \text{ mm}$

### Trägheitsmoment im Brandfall

Holz netto  $m_{fi} \cdot d_{fi} \cdot h_{fi}^3 / 12 + m_{fi} \cdot d_{fi} \cdot h_{fi} \cdot (h_{fi} / 2 - s_{y,fi})^2 + (n_{fi} \cdot d_{i,fi} - b_{u,fi}) \cdot t_{i,fi}^3 / 12 + (n_{fi} \cdot d_{i,fi} - b_{u,fi}) \cdot t_{i,fi} \cdot (s_{y,fi} - t_{i,fi} / 2)^2 + n_{fi} \cdot d_{i,fi} \cdot t_{ii,fi}^3 / 12 + n_{fi} \cdot d_{i,fi} \cdot t_{ii,fi} \cdot (s_{y,fi} - t_{i,fi} - h_{i,fi} - t_{ii,fi} / 2)^2 + (n_{fi} \cdot d_{i,fi} - b_{o,fi}) \cdot t_{iii,fi}^3 / 12 + (n_{fi} \cdot d_{i,fi} - b_{o,fi}) \cdot t_{iii,fi} \cdot (h_{fi} - s_{y,fi} - t_{iii,fi} / 2)^2$   $I_{y,fi} = 609'685'643 \text{ mm}^4$

### Statisches Flächenmoment im Brandfall

Holz netto  $t_{i,fi} + h_{i,fi} + t_{ii,fi} < s_{y,fi} \leq h_{fi} - t_{iii,fi}$   $m_{fi} \cdot d_{fi} \cdot (h_{fi} - s_{y,fi})^2 / 2 + (n_{fi} \cdot d_{i,fi} - b_{o,fi}) \cdot t_{iii,fi} \cdot (h_{fi} - s_{y,fi} - t_{iii,fi} / 2)$   $S_{y,fi} = 3'023'564 \text{ mm}^3$   
 $S_{y,fi} = 3'023'564 \text{ mm}^3$

### Schubfläche im Brandfall

Holz netto  $m_{fi} \cdot d_{fi} \cdot I_{y,fi} / S_{y,fi}$   $A_{w,fi} = 31'255 \text{ mm}^2$

### Charakteristische Eigenschaften im Brandfall

Festigkeitsklasse			C24
Biegung	$f_{m,k} \cdot k_{fi} / \gamma_{m,fi}$	$f_{m,d,fi} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>
Zug parallel zur Faser	$f_{t,0,k} \cdot k_{fi} / \gamma_{m,fi}$	$f_{t,0,d,fi} =$	17.5 N/mm <sup>2</sup>
Druck parallel zur Faser	$f_{c,0,k} \cdot k_{fi} / \gamma_{m,fi}$	$f_{c,0,d,fi} =$	26.3 N/mm <sup>2</sup>
Schub	$f_{v,k} \cdot k_{fi} / \gamma_{m,fi}$	$f_{v,d,fi} =$	2.5 N/mm <sup>2</sup>
Faktor zur Ermittlung des 20%-Quantilwertes		$k_{fi} =$	1.25 ( )
Teilsicherheitsbeiwert		$\gamma_{m,fi} =$	1.0 ( )



Objekt: Beispiel Schulhaus  
 Bauteil: Decke über EG  
 Projekt-Nr.: 2021'0017  
 Sachbearbeiter: Dipl. Bauingenieur ETH/SIA Ralph Schläpfer  
 Datum: 2021-06-29

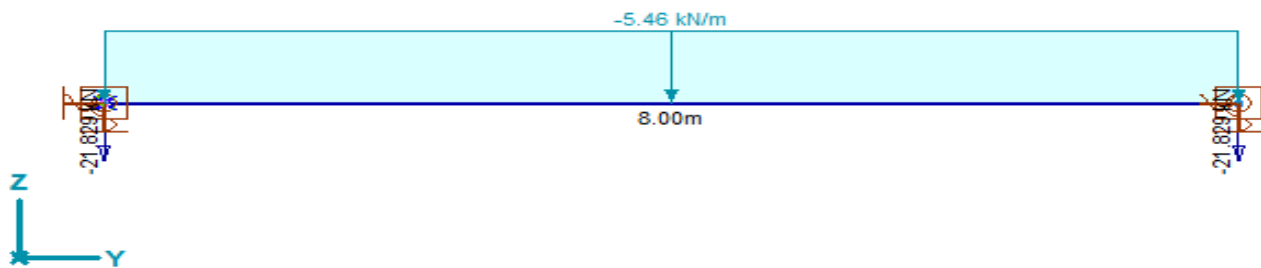
## Tragfähigkeit im Brandfall

**Pos.110.0. 001**

Massgebende Baubestimmungen EN 1991, EN 1995  
 ETA-11/0137 für LIGNATUR-Elemente

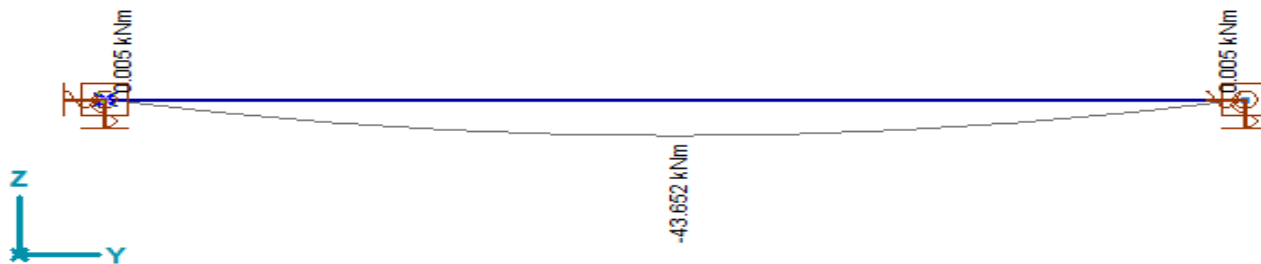
Berechnung mit AxisVM

Statisches System zur Ermittlung der Tragfähigkeit im Brandfall



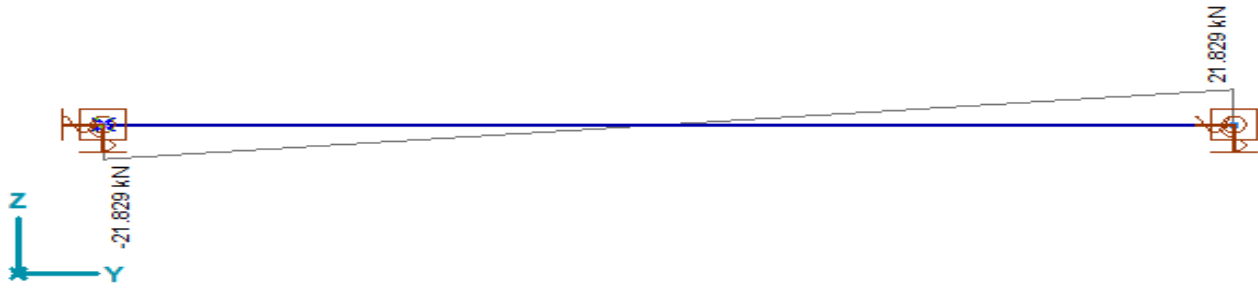
Stablänge S1 I<sub>S1</sub>= 8'000 mm

Momentenlinie im Brandfall



Maximales Moment		M <sub>y,d,fi</sub> =	43.7 kNm
Maximale Biegespannung	$M_{y,d,fi} \cdot 1000000 / (I_{y,fi} / (h_{fi} - s_{y,fi})) / 1000 \cdot b_{fi}$	σ <sub>o,d,fi</sub> =	6.5 N/mm <sup>2</sup>
	$M_{y,d,fi} \cdot 1000000 / (I_{y,fi} / s_{y,fi}) / 1000 \cdot b_{fi}$	σ <sub>u,d,fi</sub> =	14.1 N/mm <sup>2</sup>
	$MAX(\sigma_{o,d,fi}, \sigma_{u,d,fi}) / f_{m,d,fi}$		<b>0.47 ≤ 1</b>

Querkraftlinie im Brandfall



Maximale Querkraft

Maximale Schubspannung

$$V_{z,d,fi} \cdot 1000 / A_{w,fi} / 1000 \cdot b_{fi}$$

$$\tau_{d,fi} / \tau_{v,d,fi}$$

$$V_{z,d,fi} =$$

$$\tau_{d,fi} =$$

21.8 kN

0.7 N/mm<sup>2</sup>

0.28 ≤ 1