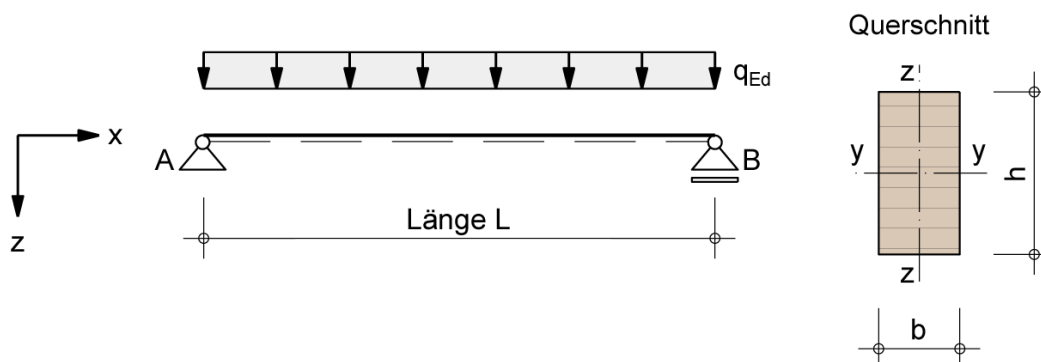


## Nachweis Einfeldträger

nach DIN EN 1995-1-1:2010-12 und Nationalem Anhang DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

### Anschluss & Geometrie

Einfeldträger mit Streckenlast



Holzart: Brettschichtholz

Festigkeit: GL24c nach DIN EN 14080:2013-09

Breite  $b$ : 120 mm

Höhe  $h$ : 440 mm

Nutzungsklasse: NKL1

Länge  $L$ : 5.50 m

### Beanspruchung

**Bemessungslast  $q_{Ed}$  bestehend aus:**

$q_{g,k} = 8.00$  kN/m ständige Einwirkung KLED: ständig  $k_{mod} : 0.60$

Das Eigengewicht des Trägers wird mit  $\rho_{mean} = 5.00$  kN/m<sup>3</sup> (entspricht  $g_k = 0.26$  kN/m) berücksichtigt.

$q_{q,1,k} = 2.70$  kN/m Schneelast KLED: mittel  $k_{mod} : 0.80$

$q_{q,2,k} = 0.50$  kN/m Windlast KLED: kurz  $k_{mod} : 0.90$

Nachweis:

$0.99 \leq 1.00$

**Nachweis erfüllt**

### Bemessung

#### maßgebende Lastfallkombination

maßgebende Lastfallkombination (KLED: mittel,  $k_{mod}$ : 0.80):

$q_{Ed} = 15.20$  kN/m

### Querschnittswerte

$$A = b * h = 120 * 440 * 10^{-2} = 528 \text{ cm}^2$$

$$W_y = \frac{b * h^2}{6} = \frac{120 * 440^2}{6} * 10^{-3} = 3872 \text{ cm}^3$$

$$I_y = \frac{b * h^3}{12} = \frac{120 * 440^3}{12} * 10^{-4} = 85184 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{h * b^3}{12} = \frac{440 * 120^3}{12} * 10^{-4} = 6336 \text{ cm}^4$$

$$I_{tor} = c_1 * h * b^3 * 10^{-4} = 0.28 * 440 * 120^3 * 10^{-4} = 20985 \text{ cm}^4$$

### Schnittgrößen

$$V_{z,d} = \frac{q_{Ed} * L}{2} = \frac{15.20 * 5.50}{2} = 41.80 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = \frac{q_{Ed} * L^2}{8} = \frac{15.20 * 5.50^2}{8} = 57.48 \text{ kNm}$$

### Beanspruchbarkeit

$f_{m,k} =$	24.00 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean} =$	11,000.00 N/mm <sup>2</sup>	$k_{mod} :$	0.80
$f_{v,k} =$	3.50 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05} =$	9,100.00 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_M :$	1.30
		$G_{0,05} =$	540.00 N/mm <sup>2</sup>		

$$k_h = \min \left\{ \left( \frac{600}{h} \right)^{0,1} = \left( \frac{600}{440} \right)^{0,1} = 1.03 \quad = 1.03 \right. \quad \left. \begin{array}{l} 1.1 \\ \end{array} \right. \quad \text{(Gl. 3.2)}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{k_h * f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.80 * \frac{1.03 * 24.00}{1.30} = 15.21 \text{ N/mm}^2$$

### Beanspruchung

$$k_{cr} = \frac{2.5}{f_{v,k}} = \frac{2.5}{3.50} = 0.71$$

$$A_{ef} = k_{cr} * b * h = 0.71 * 120 * 440 * 10^{-2} = 374.88 \text{ cm}^2$$

$$\tau_d = 1.5 * \frac{V_{z,d}}{A_{ef}} = 1.5 * \frac{41.80 * 10^3}{374.88 * 10^2} = 1.67 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{57.48 * 10^6}{3872 * 10^3} = 14.85 \text{ N/mm}^2$$

### Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

#### Querschnittstragfähigkeit auf Schub

Querschnittstragfähigkeit auf Schub:	$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1.67}{2.15} =$	$0.78 \leq 1.00$
--------------------------------------	--	------------------

**Biegedrillknicknachweis**

Der Biegestab ist an den Auflagern gegen Verdrehen gesichert. Lasteinleitung am Druckrand des Trägers.

$$k_{ef} = \frac{l_{ef}}{l} = 0.90 \quad (\text{DIN 1995-1-1:2010-12, Tabelle 6.1})$$

$$l_{ef} = k_{ef} * L + 2 * h = 0.90 * 5.50 + 2 * 440 * 10^{-3} = 5.83 \text{ m}$$

kritische Biegedruckspannung nach DIN EN 1995-1-1 und DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 NCI Zu 6.3.3 (2)

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi * \sqrt{1.4 * E_{0,05} * I_z * G_{0,05} * I_{tor}}}{l_{ef} * W_y} = 42.09 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{Gl. 6.31})$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24.00}{42.09}} = 0.76 \quad (\text{Gl. 6.30})$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 * \lambda_{rel,m} = 1,56 - 0,75 * 0.76 = 0.99 \quad (\text{Gl. 6.34})$$

Biegedrillknicken:	$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * f_{m,d}} = \frac{14.85}{0.99 * 15.21} =$	$0.99 \leq 1.00$
--------------------	--	------------------

**Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit****Anfangsverformung**

charakteristische (seltene) Bemessungssituation

$$w_{inst,G} = \frac{5}{384} * \frac{(q_{g,k} + g_k) * L^4}{E_{0,mean} * I_y} = \frac{5}{384} * \frac{(8.00 + 0.26) * (5.50 * 10^3)^4}{11,000.00 * 85184 * 10^4} = 10.50 \text{ mm}$$

$$w_{inst,Q,1} = 3.43 \text{ mm}$$

$$w_{inst,Q,2} = 0.64 \text{ mm}$$

maßgebende Lastkombination:

$$w_{inst} = 14.31 \text{ mm} \quad (\text{DIN EN 1990:2010-12, 6.5.3 (2) a))}$$

Anfangsverformung $w_{inst}$ nach 6.5.3 (2):	$\frac{w_{inst}}{L} = \frac{14.31}{18.33} =$	$0.78 \leq 1.00$
--	--	------------------

**Endverformung**

quasi-ständige Bemessungssituation

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} * (1 + k_{def}) = 10.50 * (1 + 0.60) = 16.80 \text{ mm} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1:2010-12, Gl. 2.3))}$$

maßgebende Lastkombination:

$$w_{fin} = 21.03 \text{ mm} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1:2010-12, 2.2.3 (5))}$$

Endverformung $w_{fin}$ nach 2.2.3 (5):	$\frac{w_{fin}}{L} = \frac{21.03}{27.50} =$	$0.76 \leq 1.00$
---	---	------------------

### Gesamtverformung

quasi-ständige Bemessungssituation

$$w_{net,fin} = (w_{inst,G} + \psi_{2,1} * w_{inst,Q,1} + \psi_{2,2} * w_{inst,Q,2}) * (1 + k_{def}) - w_c$$

$$= (10.50 + 0.2 * 3.43 + 0 * 0.64) * (1 + 0.60) - 0.00$$

$$= 17.90 \text{ mm}$$

(DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, NA. 1))

Gesamtverformung $w_{net,fin}$ :	$\frac{w_{net,fin}}{L} = \frac{17.90}{18.33} =$	$0.98 \leq 1.00$
	$\frac{300}{300}$	

### Zusammenstellung der Ergebnisse

Querschnittstragfähigkeit auf Schub:	$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1.67}{2.15} =$	$0.78 \leq 1.00$
Biegedrillknicken:	$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} * f_{m,d}} = \frac{14.85}{0.99 * 15.21} =$	$0.99 \leq 1.00$
Anfangsverformung $w_{inst}$ nach 6.5.3 (2):	$\frac{w_{inst}}{L} = \frac{14.31}{18.33} =$	$0.78 \leq 1.00$
Endverformung $w_{fin}$ nach 2.2.3 (5):	$\frac{300}{L} \frac{w_{fin}}{L} = \frac{21.03}{27.50} =$	$0.76 \leq 1.00$
Gesamtverformung $w_{net,fin}$ :	$\frac{200}{L} \frac{w_{net,fin}}{L} = \frac{17.90}{18.33} =$	$0.98 \leq 1.00$
	$\frac{300}{300}$	

Nachweis:	$0.99 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
-----------	------------------	-------------------------

### verwendete Normen

DIN EN 1995-1-1:2010-12	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauteilen, Teil 1-1
DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07	Änderung A2 zu EC5
DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08	Nationaler Anhang (EC5)
DIN EN 14080:2013-09	Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz