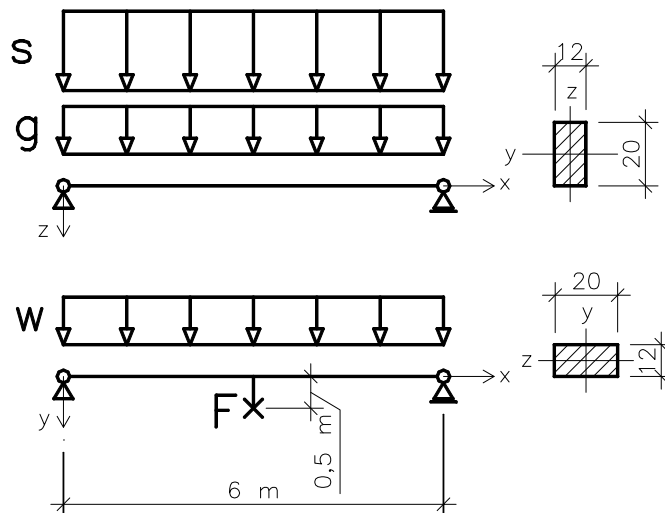


HO11 – Beispiel 1: Einfeldträger mit Doppelbiegung und Torsion nach DIN 1052:2008

System



Lasten: $g_k = 0,35 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \text{ m} = 0,175 \text{ kN/m}$ (ständige Last)
 $s_k = 0,8 \cdot 0,85 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \text{ m} = 0,34 \text{ kN/m}$ (Schnee < 1000 m ü. N.N.)
 $w_k = 1,0 \cdot 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,0 \text{ m} = 1,0 \text{ kN/m}$ (Wind)
 $F_k = 1,0 \text{ kN}$ (Mannlast)

Nutzungsklasse 2

Material C 24

Charakteristische Werte der Einwirkungen

$$M_{y,k}^g = \frac{g_k \cdot l^2}{8} = \frac{0,175 \text{ kN/m} \cdot (6,00 \text{ m})^2}{8} = 0,79 \text{ kNm}$$

$$M_{y,k}^s = \frac{s_k \cdot l^2}{8} = \frac{0,34 \text{ kN/m} \cdot (6,00 \text{ m})^2}{8} = 1,53 \text{ kNm}$$

$$M_{z,k}^w = \frac{w_k \cdot l^2}{8} = \frac{1,0 \text{ kN/m} \cdot (6,00 \text{ m})^2}{8} = 4,50 \text{ kNm}$$

$$M_{T,k}^F = F_k \cdot e = 1,0 \text{ kN} \cdot 0,5 \text{ m} = 0,50 \text{ kNm}$$

$$V_{z,k}^g = \frac{g_k \cdot l}{2} = \frac{0,175 \text{ kN/m} \cdot 6,00 \text{ m}}{2} = 0,53 \text{ kN}$$

$$V_{z,k}^s = \frac{s_k \cdot l}{2} = \frac{0,34 \text{ kN/m} \cdot 6,00 \text{ m}}{2} = 1,02 \text{ kN}$$

$$V_{z,k}^F = \frac{F_k}{2} = \frac{1,0 \text{ kN}}{2} = 0,5 \text{ kN}$$

$$V_{y,k}^w = \frac{w_k \cdot l}{2} = \frac{1,0 \text{ kN/m} \cdot 6,00 \text{ m}}{2} = 3,00 \text{ kN}$$

Nachweise der Tragfähigkeit unter Normaltemperatur

Bemessungswerte der Einwirkungen

$$M_{y,d}^g = \gamma_G \cdot M_{y,k}^g = 1,35 \cdot 0,79 \text{ kNm} = 1,06 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d}^s = \gamma_Q \cdot M_{y,k}^s = 1,50 \cdot 1,53 \text{ kNm} = 2,30 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d}^w = \gamma_Q \cdot M_{z,k}^w = 1,50 \cdot 4,50 \text{ kNm} = 6,75 \text{ kNm}$$

$$M_{t,d}^F = \gamma_Q \cdot M_{t,k}^F = 1,50 \cdot 0,50 \text{ kNm} = 0,75 \text{ kNm}$$

$$V_{z,d}^g = \gamma_G \cdot V_{z,k}^g = 1,35 \cdot 0,53 \text{ kN} = 0,71 \text{ kN}$$

$$V_{z,d}^s = \gamma_Q \cdot V_{z,k}^s = 1,50 \cdot 1,02 \text{ kN} = 1,53 \text{ kN}$$

$$V_{z,d}^F = \gamma_Q \cdot V_{z,k}^F = 1,50 \cdot 0,5 \text{ kN} = 0,75 \text{ kN}$$

$$V_{y,d}^w = \gamma_Q \cdot V_{y,k}^w = 1,50 \cdot 3,00 \text{ kN} = 4,50 \text{ kN}$$

Querschnittswerte

$$A = b \cdot d = 12 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 240 \text{ cm}^2$$

$$W_y = \frac{b \cdot d^2}{6} = \frac{12 \text{ cm} \cdot (20 \text{ cm})^2}{6} = 800 \text{ cm}^3$$

$$W_z = \frac{b^2 \cdot d}{6} = \frac{(12 \text{ cm})^2 \cdot 20 \text{ cm}}{6} = 480 \text{ cm}^3$$

$$W_t = \beta \cdot b^2 \cdot d = 0,236 \cdot (12 \text{ cm})^2 \cdot 20 \text{ cm} = 680 \text{ cm}^3$$

Bemessungswerte der Beanspruchungen

$$\sigma_{m,y,d}^g = \frac{M_{y,d}^g}{W_y} = \frac{1,06 \cdot 10^{-3} \text{ MNm}}{800 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 1,33 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{m,y,d}^s = \frac{M_{y,d}^s}{W_y} = \frac{2,30 \cdot 10^{-3} \text{ MNm}}{800 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 2,88 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{m,z,d}^w = \frac{M_{z,d}^w}{W_z} = \frac{6,75 \cdot 10^{-3} \text{ MNm}}{480 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 14,06 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{z,d}^g = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,d}^g}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{0,71 \cdot 10^{-3} \text{ MN}}{240 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,04 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{z,d}^s = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,d}^s}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1,53 \cdot 10^{-3} \text{ MN}}{240 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,10 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{y,d}^w = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{y,d}^w}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{4,50 \cdot 10^{-3} \text{ MN}}{240 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,28 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{\text{tor},d}^F = \frac{M_{t,d}^F}{W_t} = \frac{0,75 \cdot 10^{-3} \text{ MNm}}{680 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 1,10 \text{ MN/m}^2$$

Bemessungswerte der Festigkeiten

Nutzungsklasse 2 und „kurze“ Lasteinwirkungsdauer: $k_{\text{mod}} = 0,9$

$$f_{m,y,d} = f_{m,z,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{m,k} = \frac{0,9}{1,3} \cdot 24 \text{ MN/m}^2 = 16,62 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot f_{v,k} = \frac{0,9}{1,3} \cdot 2,0 \text{ MN/m}^2 = 1,38 \text{ MN/m}^2$$

Nachweise

Eine Überlagerung der Einwirkung einer Mannlast mit Schneelasten ist nicht erforderlich.

Maßgebende Bemessungssituation für Biegung: $g + w + \psi_0 \cdot s$

$$\begin{aligned} k_{\text{red}} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= k_{\text{red}} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}^g + \psi_0 \cdot \sigma_{m,y,d}^s + \sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \\ &= 0,7 \cdot \frac{1,33 \text{ MN/m}^2 + 0,5 \cdot 2,88 \text{ MN/m}^2}{16,62 \text{ MN/m}^2} + \frac{14,06 \text{ MN/m}^2}{16,62 \text{ MN/m}^2} \\ &= 0,12 + 0,84 = \underline{\underline{0,96}} < 1 \end{aligned}$$

Maßgebende Bemessungssituation für Schub: $g + F + \psi_0 \cdot w + \psi_0 \cdot s$. Eine Überlagerung der Einwirkung einer Mannlast mit Schneelasten ist nach DIN 1055-100 eigentlich nicht erforderlich.

$$\begin{aligned} \frac{\tau_{\text{tor},d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 &= \frac{1,10}{1,38} + \left(\frac{0,6 \cdot 0,28 \text{ MN/m}^2}{1,38 \text{ MN/m}^2} \right)^2 + \left(\frac{0,04 + 0,5 \cdot 0,10 \text{ MN/m}^2}{1,38 \text{ MN/m}^2} \right)^2 \\ &= \underline{\underline{0,81}} < 1 \end{aligned}$$

$$\frac{\tau_{\text{tor},d}}{f_{v,d}} = \frac{1,10}{1,38} = \underline{\underline{0,80}} < 1$$