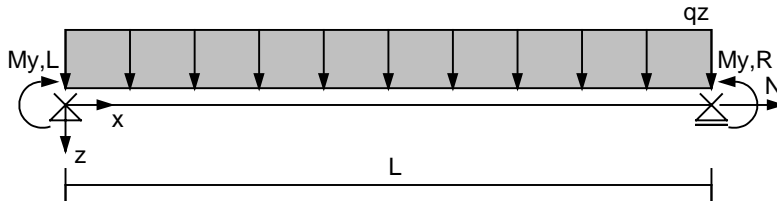


Endfeld einer Dreifeldpfette mit Drehbettung

Beispiel 9b/1 aus:

Nachweispraxis Biegeknicken und Biegedrillknicknachweis, Jürgen Meister, Verlag Ernst & Sohn 2002



$$q_z = 5,58 \text{ kN/m}$$

$$N = -12,38 \text{ kN}$$

$$M_{y,L} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{y,R} = -13,95 \text{ kNm}$$

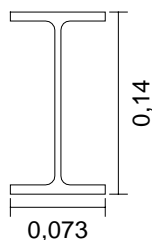
$$L = 5 \text{ m}$$

$$C_\theta = 1,58 \text{ kNm/m (Drehbettung)}$$

$$\gamma_M = 1,00 \text{ (Wird im Beispiel zur Vereinfachung angenommen)}$$

Protokollausdruck:

Querschnitt: IPE 140



$$h = 140,0 \text{ mm}$$

$$b = 73,0 \text{ mm}$$

$$s = 4,7 \text{ mm}$$

$$t = 6,9 \text{ mm}$$

$$r = 7,0 \text{ mm}$$

$$A = 16,4 \text{ cm}^2 \quad I_y = 541,0 \text{ cm}^4 \quad I_z = 44,9 \text{ cm}^4$$

$$I_T = 2,5 \text{ cm}^4 \quad I_\omega = 1980 \text{ cm}^6$$

$$i_z = 1,65 \text{ cm} \quad i_p = 5,98 \text{ cm} \quad i_M = 5,98 \text{ cm}$$

Material: S235

$$f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$E\text{-Modul} = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$G\text{-Modul} = 81000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1,00$$

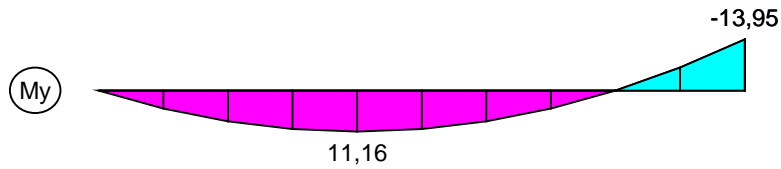
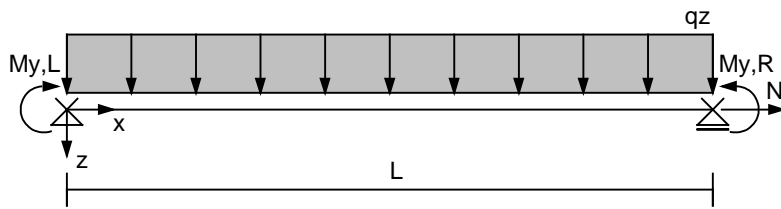
Einwirkungen in z-Richtung

$$L = 5,00 \text{ m} \quad N_d = -12,38 \text{ kN} \quad q_{z,d} = 5,58 \text{ kN/m}$$

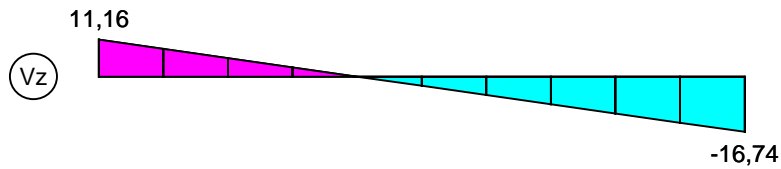
$$M_{y,d,links} = 0,00 \text{ kNm} \quad M_{y,d,rechts} = -13,95 \text{ kNm}$$

$$\text{Lastangriffspunkt Obergurt} \Rightarrow z_p = -7,00 \text{ cm}$$

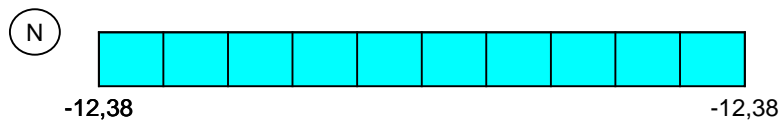
Die Stabenden sind Gabelgelagert.



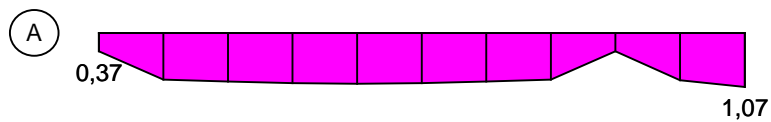
Max $M_{y,d} = 11,16$ kNm, Min $M_{y,d} = -13,95$ kNm



Max $V_{z,d} = 11,16$ kN, Min $V_{z,d} = -16,74$ kN



Min $N_{,d} = -12,38$ kN



Max Ausnutzung = 1,07

Drehbettung:

$$I_{T,ideell} = I_T + c_{\vartheta} \cdot \frac{L^2}{G \cdot \pi^2}$$

mit $I_t = 2,5 \text{ cm}^4$ $c_{\vartheta} = 1,6 \text{ kNm/m}$
 $L = 5,00 \text{ m}$ $G = 81000 \text{ N/mm}^2$

$$I_{T,ideell} = 7,4 \text{ cm}^4$$

Knicklast $N_{Ki,z,d}$

$$N_{Ki,z,d} = \pi^2 \cdot (E \cdot I_z / \gamma_M) / L^2$$

mit $I_z = 44,9 \text{ cm}^4$ $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $L = 5,00 \text{ m}$ $\gamma_M = 1,0$

$$N_{Ki,z,d} = 37,22 \text{ kN}$$

Verzweigungslastfaktor $\eta_{Ki,y}$ für $M_{Ki,y,d}$

$$\eta_{Ki,y} = 1,45$$

Maßgebender Nachweis an der Stelle $x = 5,00 \text{ m}$

Schnittgrößen:

$$N_d = -12,38 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} = -16,74 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = -13,95 \text{ kNm}$$

Plastische Schnittgrößen:

$$N_{pl,k} = \pm 393,60 \text{ kN} \quad N_{pl,d} = \pm 393,60 \text{ kN}$$

$$V_{pl,z,k} = \pm 82,19 \text{ kN} \quad V_{pl,z,d} = \pm 82,19 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,k} = \pm 21,20 \text{ kNm} \quad M_{pl,y,d} = \pm 21,20 \text{ kNm}$$

Abminderungsfaktor κ_z

$$\bar{\lambda}_{k,z} = \sqrt{N_{pl,d} / N_{Ki,z,d}}$$

$$\text{mit } N_{pl,d} = 393,60 \text{ kN} \quad N_{Ki,z,d} = 37,22 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_{k,z} = 3,25 > 0,2$$

$$\kappa_z = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_{k,z}^2}) \quad k = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_{k,z} - 0,2) + \bar{\lambda}_{k,z}^2)$$

Knickspannungslinie b $\Rightarrow \alpha = 0,34$

$$k = 6,31$$

$$\kappa_z = 0,09$$

Biegedrillknickmoment $M_{Ki,y,d}$

$$M_{Ki,y,d} = \frac{\eta_{Ki,y} M_{y,d}}{\gamma_M}$$

$$\text{mit } \eta_{Ki,y} = 1,45 \quad M_{y,d} = -13,95 \text{ kNm} \quad \gamma_M = 1,0$$

$$M_{Ki,y,d} = -20,29 \text{ kNm}$$

Abminderungsfaktor κ_M

$$\bar{\lambda}_M = \sqrt{M_{pl,y,d} / M_{ki,y,d}}$$

mit $M_{pl,y,d} = -21,20 \text{ kNm}$ $M_{ki,y,d} = -20,29 \text{ kNm}$

$$\bar{\lambda}_M = 1,02 > 0,4$$

$$\kappa_M = (1 / (1 + \bar{\lambda}_M^{2n}))^{1/n}$$

Beiwert für gewalzte Träger $n = 2,50$

$$\kappa_M = 0,74$$

Beiwert k_y

$$k_y = 1 - N_d / (\kappa_z \cdot N_{pl,d}) \cdot a_y \leq 1 \quad a_y = 0,15 \cdot \bar{\lambda}_{k,z} \cdot \beta_{M,y} - 0,15 \leq 0,9$$

mit $N_d = 12,38 \text{ kN}$ $N_{pl,d} = 393,60 \text{ kN}$

$$\kappa_z = 0,09 \quad \bar{\lambda}_{k,z} = 3,25$$

Momentenverhältnis $\psi_{,y} = 0,00 \Rightarrow \beta_{M,y} = 1,45$

$$a_y = 0,56$$

$$k_y = 0,79$$

Nachweis

$$\frac{N_d}{\kappa_z \cdot N_{pl,d}} + \frac{M_{y,d}}{\kappa_M \cdot M_{ply,d}} \cdot k_y \leq 1$$

$N_d = 12,38 \text{ kN}$ $M_{y,d} = -13,95 \text{ kNm}$

$N_{pl,d} = 393,60 \text{ kN}$ $M_{ply,d} = -21,20 \text{ kNm}$

$\kappa_z = 0,09$ $\kappa_M = 0,74$ $k_y = 0,79$

0,37 + 0,71 = 1,07 > 1.0 Nachweis nicht erfüllt !