

Baustoffe: $f_{yk} := 500 \cdot \frac{MN}{m^2}$ $f_{ck} := 30 \cdot \frac{MN}{m^2}$ $\gamma_c := 1.5$ $\gamma_s := 1.15$ $\alpha := 0.85$

$$f_{cd} := \frac{\alpha \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 17 \frac{MN}{m^2} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \frac{MN}{m^2}$$

Beispiel Kragstütze Höhe: $l_k := 8.0 \cdot m$ $M_1 := 1 \cdot l_k = 8 \cdot m$

Querschnittsabmessungen: $b := 40 \cdot cm$ $h := 60 \cdot cm$ $d_1 := 6 \cdot cm$ $d_2 := 6 \cdot cm$ $d := h - d_1 = 54 \cdot cm$

Normalkraft: $N_{Ed} := -1000 \cdot kN$ $H_{Ed} := 63 \cdot kN$ $e_0 := 0.0 \cdot m$

$$l_0 := 2 \cdot l_k = 16 \cdot m \quad \Theta_0 := \frac{1}{200} \quad n_s := 1 \quad \alpha_m := \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{n_s}\right)} = 1 \quad \alpha_h := \max\left(0, \min\left(1, \frac{2}{\sqrt{\frac{l_k}{m}}}\right)\right) = 0.7071$$

$$\Theta_i := \Theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.0035355 \quad e_i := \Theta_i \cdot l_0 \cdot 0.5 = 2.828 \cdot cm$$

Bemessung für 5D20 (31,4cm²): mittlere Krümmung: $\kappa_c := 0.00764 \cdot m^{-1}$ Bruchmoment: $M_{Rdd} := 541.85 \cdot kN \cdot m$

Kopfverschiebung = Koppeln der Krümmung mit der M1-Linie: $e_2 := 0.5 \cdot \kappa_c \cdot M_1 \cdot l_k = 24.448 \cdot cm$

Moment am Fuß der Stütze: $M_{Ed} := |N_{Ed}| \cdot (e_0 + e_i + e_2) + H_{Ed} \cdot l_k = 776.764 \cdot kN \cdot m$

Bemessungsschnittgrößen: $\frac{d_1}{h} = 0.1$ $\mu_{Ed} := \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = 0.317$ $\nu_{Ed} := \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = -0.245$

aus Diagramm abgelesen: $\omega := 0.55$ $A_{stot} := \frac{\omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 51.612 \cdot cm^2$

Bemessung für 5D25 (49,0cm²): mittlere Krümmung: $\kappa_c := 0.00783 \cdot m^{-1}$ Bruchmoment: $M_{Rdd} := 720.548 \cdot kN \cdot m$

Kopfverschiebung = Koppeln der Krümmung mit der M1-Linie: $e_2 := 0.5 \cdot \kappa_c \cdot M_1 \cdot l_k = 25.056 \cdot cm$

Moment am Fuß der Stütze: $M_{Ed} := |N_{Ed}| \cdot (e_0 + e_i + e_2) + H_{Ed} \cdot l_k = 782.844 \cdot kN \cdot m$

Bemessungsschnittgrößen: $\frac{d_1}{h} = 0.1$ $\mu_{Ed} := \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = 0.32$ $\nu_{Ed} := \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = -0.245$

aus Diagramm abgelesen: $\omega := 0.55$ $A_{stot} := \frac{\omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 51.612 \cdot cm^2$

Bemessung für 5D28 (61,8cm²): mittlere Krümmung: $\kappa_c := 0.007917 \cdot m^{-1}$ Bruchmoment: $M_{Rdd} := 848.49 \cdot kN \cdot m$

Kopfverschiebung = Koppeln der Krümmung mit der M1-Linie: $e_2 := 0.5 \cdot \kappa_c \cdot M_1 \cdot l_k = 25.334 \cdot cm$

Moment am Fuß der Stütze: $M_{Ed} := |N_{Ed}| \cdot (e_0 + e_i + e_2) + H_{Ed} \cdot l_k = 785.628 \cdot kN \cdot m$

Bemessungsschnittgrößen: $\frac{d_1}{h} = 0.1$ $\mu_{Ed} := \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = 0.321$ $\nu_{Ed} := \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = -0.245$

aus Diagramm abgelesen: $\omega := 0.55$ $A_{stot} := \frac{\omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 51.612 \cdot cm^2$

Beispiel Kragstütze $M_{RdRi\beta} := 192.914 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ $M_{Rdc} := 685.188 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$ $M_{Rdd} := 720.554 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

5 D 25 / Seite

$$\kappa_{Ri\beta} := 0.000696 \cdot \text{m}^{-1} \quad \kappa_c := 0.007825 \cdot \text{m}^{-1} \quad \kappa_d := 0.018888 \cdot \text{m}^{-1}$$

$$l_k = 8 \text{ m} \quad N_{Ed} = -1000 \text{ kN} \quad H_{Ed} = 63 \text{ kN} \quad e_0 = 0 \text{ m} \quad e_i = 0.028 \text{ m}$$

Moment nach Theorie I. Ordnung:

Moment am Kopf der Stütze: $M_{Edo} := |N_{Ed}| \cdot (e_0) = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Moment am Fuß der Stütze: $M_{Edu} := |N_{Ed}| \cdot (e_0 + e_i) + H_{Ed} \cdot l_k = 532.284 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Ermittlung der Verformung durch Integration (Koppeln): $M_j := 1 \cdot l_k = 8 \text{ m}$

Stelle des Rißmomentes: $\Delta M := M_{Edu} - M_{Edo} = 532.284 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$x_R := \frac{(M_{RdRi\beta} - M_{Edo}) \cdot l_k}{\Delta M} = 2.899 \text{ m} \quad M_{IR} := x_R \cdot 1 = 2.899 \text{ m}$$

$$M := M_{Edo} \quad \kappa_{2o} := \frac{\kappa_{Ri\beta}}{M_{RdRi\beta}} \cdot M = 0 \frac{1}{\text{m}}$$

$$M := M_{Edu} \quad \kappa_{21u} := \kappa_{Ri\beta} + \frac{\kappa_c - \kappa_{Ri\beta}}{M_{Rdc} - M_{RdRi\beta}} \cdot (M - M_{RdRi\beta}) = 0.005610683 \frac{1}{\text{m}}$$

Koppeln Trapez/Dreieck + Trapez/Trapez:

$$e_{21} := \frac{1}{6} \cdot M_{IR} \cdot x_R \cdot (2 \cdot \kappa_{Ri\beta} + \kappa_{2o}) + \left(\frac{1}{6} \cdot (M_{IR} \cdot \kappa_{21u} + M_j \cdot \kappa_{Ri\beta}) + \frac{1}{3} \cdot (M_{IR} \cdot \kappa_{Ri\beta} + M_j \cdot \kappa_{21u}) \right) \cdot (l_k - x_R) = 10.026 \text{ cm}$$

geschätzt: $e_2 := 0.1436 \cdot \text{m}$

Moment am Fuß der Stütze: $M_{Edu} := |N_{Ed}| \cdot (e_0 + e_i + e_2) + H_{Ed} \cdot l_k = 675.884 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Stelle des Rißmomentes (näherungsweise linear): $\Delta M := M_{Edu} - M_{Edo} = 675.884 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$x_R := \frac{(M_{RdRi\beta} - M_{Edo}) \cdot l_k}{\Delta M} = 2.283 \text{ m} \quad M_{IR} := x_R \cdot 1 = 2.283 \text{ m}$$

$$M := M_{Edu} \quad \kappa_{22u} := \kappa_{Ri\beta} + \frac{\kappa_c - \kappa_{Ri\beta}}{M_{Rdc} - M_{RdRi\beta}} \cdot (M - M_{RdRi\beta}) = 0.007690266 \frac{1}{\text{m}}$$

Koppeln Trapez/Dreieck + Trapez/Trapez (näherungsweise trotz Parabel):

$$e_{22} := \frac{1}{6} \cdot M_{IR} \cdot x_R \cdot (2 \cdot \kappa_{Ri\beta} + \kappa_{2o}) + \left(\frac{1}{6} \cdot (M_{IR} \cdot \kappa_{22u} + M_j \cdot \kappa_{Ri\beta}) + \frac{1}{3} \cdot (M_{IR} \cdot \kappa_{Ri\beta} + M_j \cdot \kappa_{22u}) \right) \cdot (l_k - x_R) = 14.351 \text{ cm}$$

Die Verformungen vergrößern sich nicht mehr, das System ist somit stabil.

Das größte Moment am Stützenfuß ist kleiner als der Querschnittswiderstand: $M_{Rdd} = 720.554 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Damit ist der Querschnitt tragfähig.