

Nachweis für Querkraft gemäß DIN 1045-1:2001-07, Kap. 10.3

Eingangswerte der Berechnung:

Festigkeitsklasse Beton:

C30/37

Festlegung der Trockenrohdichte
bei Anwendung von Leichtbeton:

$$\rho := 0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Definitionen

Querschnittswerte:

kleinste Querschnittsbreite innerhalb der Zugzone: $b_w := 40 \cdot \text{cm}$

Höhe des Querschnitts: $h := 70 \cdot \text{cm}$

statische Höhe: $d := 64 \cdot \text{cm}$

Querschnittsfläche des Betonquerschnitts:
(nur erforderlich, wenn $N_{Ed} \neq 0$) $A_c := 0 \cdot \text{cm}^2$

Querschnittsfläche der Zugbewehrung: $A_{sl} := 16 \cdot \text{cm}^2$

Neigung der Bügelbewehrung: $\alpha := 90^\circ$

Die Querkraftbewehrung sollte mit der Schwereachse des Bauteils einen Winkel von $45^\circ - 90^\circ$ bilden

Schnittgrößen: $V_{Ed} := 423.8 \cdot \text{kN}$ $N_{Ed} := 0 \cdot \text{kN}$

$\text{red}_V V_{Ed} := 356.8 \cdot \text{kN}$

Berechnungen:

Überprüfung, ob das Bauteil ohne Querkraftbewehrung ausgeführt werden kann:

$$\kappa := 1 + \sqrt{\frac{200}{d \cdot \frac{1}{\text{mm}}}}$$

$$\kappa := \begin{cases} \kappa & \text{if } \kappa \leq 2 \\ 2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\kappa = 1.56$$

$$\rho_l := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d}$$

$$\rho_l := \begin{cases} \rho_l & \text{if } \rho_l \leq 0.02 \\ 0.02 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\rho_l = 0.006$$

$$\sigma_{cd} := \begin{cases} 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} & \text{if } N_{Ed} = 0 \cdot \text{kN} \\ \frac{N_{Ed}}{A_c} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\sigma_{cd} = 0.00 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$V_{Rd,ct} := \left[\eta \cdot 1 \cdot 0.10 \cdot \kappa \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} - 0.12 \cdot \sigma_{cd} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,ct} = 106.03 \text{ kN}$$

Querkraftbewehrung erforderlich !

Bauteile mit Querkraftbewehrung:

$$V_{Rd,c} := \left[\eta_1 \cdot 0.24 \cdot \left(f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \left(1 + 1.2 \cdot \frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}} \right) \right] \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d$$

$$V_{Rd,c} = 171.82 \text{ kN}$$

$$\cot_{\theta} := \frac{1.2 - 1.4 \cdot \frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}}}{1 - \frac{V_{Rd,c}}{V_{Ed}}}$$

$$\cot_{\theta} := \begin{cases} 0.58 & \text{if } \cot_{\theta} \leq 0.58 \\ 2 & \text{if } \cot_{\theta} \geq 2 \wedge \eta_1 < 1 \\ 3 & \text{if } \cot_{\theta} \geq 3 \wedge \eta_1 = 1 \\ \cot_{\theta} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\cot_{\theta} = 2.02$$

$$a_{sw} := \begin{cases} 0 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} & \text{if } V_{Rd,ct} \geq \text{red_}V_{Ed} \\ \frac{\text{red_}V_{Ed}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot (\cot_{\theta} + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)} & \text{if } V_{Rd,ct} < \text{red_}V_{Ed} \end{cases}$$

$$a_{sw} = 7.06 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Überprüfung der Druckstreben tragfähigkeit:

$$\alpha_c := 0.75 \cdot \eta_1$$

$$V_{Rd,max} := b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot_{\theta} + \cot(\alpha)}{1 + (\cot_{\theta})^2}$$

$$V_{Rd,max} = 1168.63 \text{ kN}$$

Druckstreben tragfähigkeit ausreichend !

Mindestquerkraftbewehrung:

$$\min_{\rho_w} := 0.16 \cdot \eta_1 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$

$$\min_{a_{sw}} := \min_{\rho_w} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)$$

$$\min_{a_{sw}} = 3.71 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Mindestbewehrung nicht maßgebend !

Erforderliche Querkraftbewehrung:

$$\text{erf}_{a_{sw}} := \begin{cases} a_{sw} & \text{if } a_{sw} \geq \min_{a_{sw}} \\ \min_{a_{sw}} & \text{if } a_{sw} < \min_{a_{sw}} \end{cases}$$

$$\text{erf}_{a_{sw}} = 7.06 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Zulässige Längs- und Querabstände von Bügelschenkeln und Querkraftzulagen:
(nach [DIN 1045-1] 13.2.3)

- maximal zulässiger Längsabstand:

30 cm

- maximal zulässiger Querabstand:

60 cm

Wahl der Bügelbewehrung:

Durchmesser des Bügels:

$d_{sw} := 10\text{-mm}$

2-schnittige Bügelausführung ▼

Ergebnis:

gew: Bü 10 - 20 2-schnittig

Nachweis erbracht!