

BALKEN OHNE DRUCKBEWEHRUNG

1 BEMESSUNG DER HAUPTBIEGEBEWehrUNG

GEG: Unterzug Länge $l=10,00\text{m}$; Breite $b=30\text{cm}$
C 25/30 ; BSt550 ; $c_{\min}=3\text{cm}$
Nutzlast $p=5\text{kN/m}$

GES: Hauptbiegebewehrung

1.1 VORBEMESSUNG

Für die Festlegung des Eigengewichts wird eine Trägerhöhe von 50cm angenommen.

Eigengewicht:	$g_d = b \cdot h \cdot \gamma \cdot v =$	$0,30 \cdot 0,50 \cdot 25 \cdot 1,35 =$	$5,06\text{kN/m}$
Nutzlast:	$p_d = p \cdot v =$	$5,00 \cdot 1,50 =$	$7,50\text{kN/m}$

$q_d = 12,46\text{kN/m}$

Bemessungsmoment M_{Ed}

$$M_{Ed} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{12,56 \cdot 10,00^2}{8} = 157,00 \text{ kNm}$$

Mindestwert der statischen Höhe d_{\min} :

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{M_{Ed}}{\mu_{\text{grenz}} \cdot b \cdot f_{cd}}} =$$

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{15700}{0,362 \cdot 30 \cdot 1,67}} = 29,42 \text{ cm}$$

$$d = d_{\min} + 10\% =$$

$$d = 29,42 + 2,94 = 32,36\text{cm} \approx 33\text{cm}$$

Statische Höhe gewählt $d=35\text{cm}$

Querschnittshöhe $h=d+d_1 = 35+5=40\text{cm}$

Querschnittswahl 30/40cm

1.2 KORREKTUR DES EIGENGEWICHTS FÜR DEN GEWÄHLTEN QUERSCHNITT 30/40cm

$$\begin{array}{lcl} \text{Eigengewicht:} & g_d = b \cdot h \cdot \gamma \cdot v = & 0,30 \cdot 0,40 \cdot 25 \cdot 1,35 = 4,05 \text{ kN/m} \\ \text{Nutzlast:} & p_d = p \cdot v = & 5,00 \cdot 1,50 = 7,50 \text{ kN/m} \end{array}$$

$$q_d = 11,55 \text{ kN/m}$$

Bemessungsmoment M_{Ed}

$$M_{Ed} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{11,55 \cdot 10,00^2}{8} = 144,38 \text{ kNm}$$

1.3 ÜBERPRÜFUNG DER BETONDRUCKZONE

$$\mu_d = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$$

$$\mu_d = \frac{14438}{30 \cdot 35^2 \cdot 1,67} = 0,235 \leq \mu_{d\text{grenz}} = 0,362 \rightarrow$$

Betondruckzone ausreichend – keine Druckbewehrung notwendig!

1.4 HEBELSARM DER INNEREN KRÄFTE

$$z = d \cdot \zeta \rightarrow \text{aus Tabelle}$$

$$z = d \cdot \zeta \rightarrow \zeta_{\mu_d=0,235} = 0,859$$

$$z = 35 \cdot 0,859 = 30,08 \text{ cm}$$

1.5 ERFORDERLICHE HAUPTZUGBEWEHRUNG

$$A_{s1,erf} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} =$$

$$A_{s1,erf} = \frac{14438}{30,08 \cdot 47,8} = 10,04 \text{ cm}^2$$

Gewählt 6 Ø 16 ($A_{s1,vor} = 12,06 \text{ cm}^2$)

Notwendige Trägerbreite b_{\min} für 6 \emptyset 16

$b_{\min} = \text{Betondeckung} + \text{Eisen} + \text{Zwischenräume zw. Eisen} + \text{Bügel}$

$$b_{\min} = 2 \cdot 30 + 6 \cdot 16 + 5 \cdot 22 + 2 \cdot 10 = 286 \text{ mm} \leq b_{\text{vor}} = 300 \text{ mm}$$

1.6 MINDESTBEWEHRUNG

$$A_{s,\min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,\min} \geq 0,0013 \cdot 30 \cdot 35 = 1,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\min} \geq 1,37 \text{ cm}^2 < A_{s,\text{vor}} = 12,06 \text{ cm}^2$$

1.7 MAXIMALBEWEHRUNG

$$A_{s,\max} \leq 0,04 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s,\max} \leq 0,04 \cdot 30 \cdot 40 = 48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\max} \leq 48 \text{ cm}^2 > A_{s,\text{vor}} = 12,06 \text{ cm}^2$$

1.8 KONTROLLE DES BEWEHRUNGSSCHWERPUNKTES

d_1 wurde zu Beginn mit 5cm angenommen – daraus folgt, dass $d > 35\text{cm}$ sein muss.

$d_1 = \text{Betondeckung} + \text{Bügeldurchmesser} + \text{halber Bewehrungsdurchmesser}$

$$d_1 = 3 + 1 + \frac{1,6}{2} = 4,8 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$$

$$d = h + d_1 = 40 - 4,8 = 35,2 > 35 \text{ cm}$$

2 BEMESSUNG DER BÜGELBEWEHRUNG (QUERKRAFTBEMESSUNG)

2.1 Bemessungsquerkraft - Lagerkraft

$$V_{Ed,Lager} = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{11,55 \cdot 10,00}{2} = 57,75 \text{ kN}$$

Reduzierte Bemessungsquerkraft

$$V_{Ed,red} = V_{Ed,Lager} - \left(\frac{a_L}{2} + d\right) \cdot q =$$

$$V_{Ed,red} = 57,75 - \left(\frac{0,30}{2} + 0,35\right) \cdot 11,55 = 51,98 \text{ kN}$$

2.2 WAHL DER BÜGELNEIGUNG UND DER BETONDRUCKSTREBENNEIGUNG

$\alpha=90^\circ$... Neigungswinkel der Bügel

$\beta=45^\circ$... Neigungswinkel der Betondruckstreben

2.3 BEMESSUNGSWERT DER BETONDRUCKSTREBENFESTIGKEIT V_{Rd}

ν ... Abminderungsfaktor der Betondruckfestigkeit

$$\nu = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$\nu = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$V_{Rd \max} = b_w \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot 0,50 =$$

$$V_{Rd \max} = 30 \cdot 30,08 \cdot 0,54 \cdot 1,67 \cdot 0,50 = 406,89 \text{ kN}$$

Zulässiger einrechenbarer Wert von V_{Rdc}

$$zul V_{Rd \max} = b_w \cdot z \cdot v \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{2 \cdot \sin(\alpha)} =$$

$$zul V_{Rd \max} = 30 \cdot 30,08 \cdot 0,54 \cdot 1,67 \cdot \frac{1}{2 \cdot \sin(90^\circ)} = 406,89 \text{ kN} = V_{Rd \max} = 406,89 \text{ kN}$$

2.4 NACHWEIS DER BETONDRUCKSTREBE

$$V_{Ed} \leq V_{Rd \max}$$

$$V_{Ed} = 51,98 \text{ kN} \leq V_{Rd \max} = 406,89 \text{ kN} \rightarrow$$

Betondruckstrebenfestigkeit ausreichend!

2.5 MINDESTVERBÜGELUNG

$$a_{sw, \min} = 0,15 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha) \cdot 100 =$$

$$a_{sw, \min} = 0,15 \cdot \frac{0,26}{47,8} \cdot 30 \cdot \sin(90^\circ) \cdot 100 = 2,45 \text{ cm}^2 / m$$

oder über den Mindestbewehrungsgrad der Querkraftbewehrung

$$\rho_{w, \min} = 15 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \text{ in } \%$$

$$\rho_{w, \min} = 15 \cdot \frac{2,6}{478} = 0,082 \%$$

$$a_{sw, \min} = \rho_{w, \min} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)$$

$$a_{sw, \min} = 0,082 \cdot 30 \cdot \sin(90) = 2,45 \text{ cm}^2 / m$$

2.6 VERBÜGELUNG

$$a_{sw} = \frac{V_{sd,red}}{z \cdot f_{yd}} \cdot \tan(\beta) =$$

$$a_{sw} = \frac{51,98}{0,3008 \cdot 47,8} \cdot \tan(45^\circ) = 3,62 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

gewählt \emptyset 10/25 ($a_{sw,vor} = 6,28 \text{ cm}^2/\text{m}$)

$$V_{Rds} = a_{sw} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\tan(\beta)} =$$

$$V_{Rds} = 6,28 \cdot 0,3008 \cdot 47,8 \cdot \frac{1}{\tan(45^\circ)} = 90,30 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rds}$$

$$V_{Ed} = 51,98 \text{ kN} \leq V_{Rds} = 90,30 \text{ kN}$$

2.7 MAXIMALER BÜGELABSTAND

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \cdot \left(1 + \frac{1}{\tan(\alpha)}\right) \leq 25 \text{ cm}$$

für $\alpha = 90^\circ$

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot d \leq 25 \text{ cm}$$

$$s_{l,max} = 0,75 \cdot 35 = 26,3 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 25 \text{ cm}$$