



Programmausgabe

In diesem Beispiel wird zunächst die im Programm B10+ als Standardposition eingestellte Auflagerkonsole berechnet. Anschließend wird dieselbe Konsole unter dem Ansatz bemessen, dass die horizontale Auflagerkraft in die vertikalen Bügel zurückgehängt wird (Grundparameter: Option „Aufhängebewehrung ist auch Zugband“ ist aktiv).

Variante 1 - ohne Option „Aufhängebewehrung ist auch Zugband“

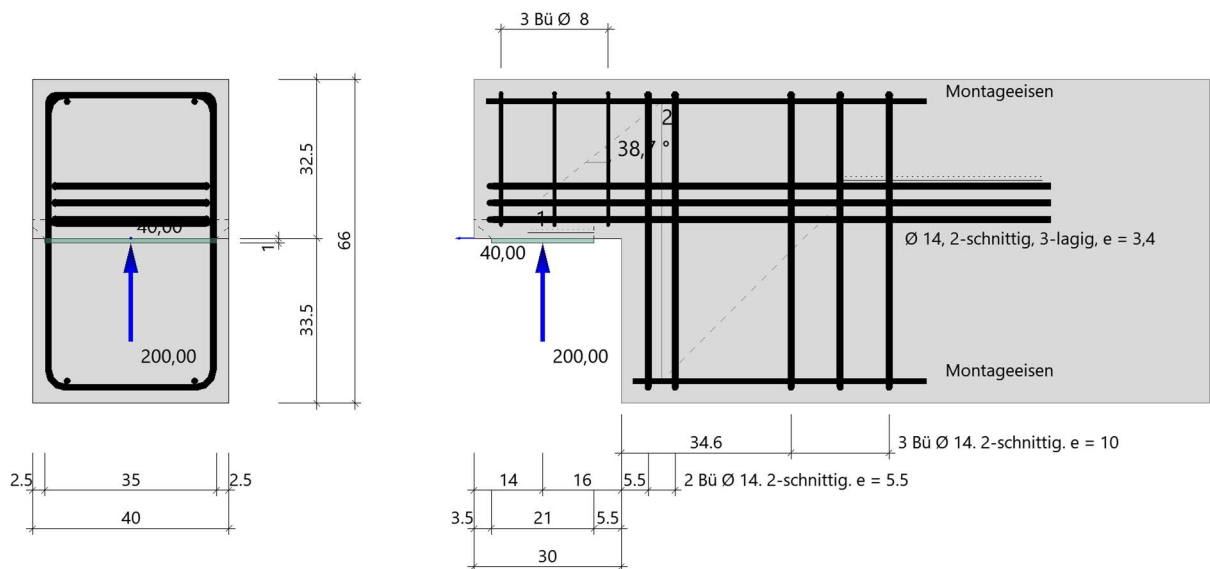
Position: B10+ Standardposition

Auflagerkonsole (x64) B10+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P06)

System

Systemgrafik

Die zum Programmausdruck zugehörige Handrechnung finden Sie über einen Klick auf die blauen Nummernfelder.



Die Feldbewehrung ist zu verankern.
Spaltzugbewehrung ggf. konstruktiv ansetzen!
Mindestquerkraftbewehrung ggf. zusätzlich ansetzen!
Die Schubbügel des Trägers sind nicht dargestellt.

Verankerungslänge l_{bd}

Geometrie

Stegbreite

Konsolenhöhe

$b_0 = 40.0 \text{ cm}$

$h_k = 32.5 \text{ cm}$

Balkenhöhe

Konsolenlänge

$h_0 = 66.0 \text{ cm}$

$l_k = 30.0 \text{ cm}$

Lastplattenbreite

Lastplattendicke

$b_p = 35.0 \text{ cm}$

$d_p = 1.0 \text{ cm}$

Lastplattenlänge

$l_p = 21.0 \text{ cm}$

Betondeckung an allen Seiten

$c = 2.5 \text{ cm}$

Abstand obere Bewehrung (Ok-Schwerpunkt)

Abstand untere Bewehrung (Uk-Schwerpunkt)

$d_o = 4.5 \text{ cm}$

$d_u = 4.5 \text{ cm}$



Lasten

Belastung (vorwiegend ruhend)

vertikal $F_{Ed} = 200.00 \text{ kN}$ Abstand Last zu VK-Ausklindung $e_1 = 16.0 \text{ cm}$
horizontal $H_{Ed} = 40.00 \text{ kN}$

Ergebnisse

Stabwerksmodell

Bemessung nach Stabwerksmodell, DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Druckstrebenkraft C_1 $F_c = -320.00 \text{ kN}$ Neigung $\phi = 38.7^\circ$
Abmaße Druckstrebe $l_{horz} = 25.7 \text{ cm}$ $h_{vert} = 20.6 \text{ cm}$
Abmessung Knoten 1 (unten) $a_{vert} = 8.2 \text{ cm}$ $a_{schräg} = 19.5 \text{ cm}$
Abmessung Knoten 2 (oben) $a_{vert} = 9.0 \text{ cm}$ $d_4 = 4.5 \text{ cm}$

Zugband Z_h (Horizontalbewehrung):

Abstand Schwerpunkt von Ok Balken $h_1 = 25.1 \text{ cm}$
Abstand Achse unterste Lage von Uk Konsole $s_0 = 4.0 \text{ cm}$

Zugband Z_{v1} (Aufhängebügel vorn):

Abstand Schwerpunkt von Vk Ausklindung $d_1 = 8.2 \text{ cm}$
Abstand Schwerpunkt von Achse Auflager $d_a = 24.3 \text{ cm}$

Zugband Z_{v2} (Aufhängebügel hinten):

Abstand Schwerpunkt von Vk Ausklindung $d_2 = 44.7 \text{ cm}$

Schnittgrößen

Zugkraft Aufhängebügel Z_{v1} $Z_v = 200.00 \text{ kN}$
Zugkraft Aufhängebügel Z_{v2} $Z_v = 304.17 \text{ kN}$
Zugkraft Horizontalbewehrung $Z_h = 304.17 \text{ kN}$

Bemessung

Baustoffe
Ortbeton

Beton: C45/55

$\gamma_c = 1.50$
 $f_{ck} = 45.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{cd} = 25.5 \text{ N/mm}^2$

Stahl: B500A

$\gamma_s = 1.15$
 $f_{yk} = 500.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$

Querzugkraft

$F_{td} = 15.00 \text{ kN}$

Auflagerpressung

$\sigma_{lp} = 2.72 \text{ N/mm}^2$

Spannung in Druckstrebe am Knoten 1

$\sigma_{cd} = 4.68 \text{ N/mm}^2$

Spannung in Druckstrebe am Knoten 2

$\sigma_{cd} = 6.94 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{Rd,max} = 19.13 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{Rd,max} = 19.13 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{Rd,max} = 19.13 \text{ N/mm}^2$

Aufhängebügel Z_{v1}

$A_{s,erf} = 4.6 \text{ cm}^2$

Aufhängebügel Z_{v2}

$A_{s,erf} = 7.0 \text{ cm}^2$

Horizontalbewehrung

$A_{s,erf} = 7.0 \text{ cm}^2$

$A_{s,vorh} = 6.2 \text{ cm}^2$

$A_{s,vorh} = 9.2 \text{ cm}^2$

$A_{s,vorh} = 9.2 \text{ cm}^2$

Bewehrungszusammenstellung

Bewehrung [-]	\emptyset [mm]	Schnittigkeit [-]	Anzahl Lagen [-]	A_s [cm ²]	D_{vorh}/\emptyset [-]	e [cm]
Aufhängebügel Z_{v1}	14	2	2	6.2	20	5.5
Aufhängebügel Z_{v2}	14	2	3	9.2		10.0
Horizontalbewehrung	14	2	3	9.2		3.4
Konsolbügel	8	2	3	3.0		10.9



Verankerung

Horizontalbewehrung in der Konsole (Schlaufe)

$$\alpha_A = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 = 0.700 * 1.00 * 1.00 * 1.00 * 0.670 = 0.469$$

$$c_d = 3.3 \text{ cm}, \quad \emptyset = 14 \text{ mm}, \quad D_{\text{vorh}} / \emptyset = 20, \quad p = 2.72 \text{ N/mm}^2, \quad A_{s,\text{eff}} / A_{s,\text{vorh}} = 7.0 \text{ cm}^2 / 9.2 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit	$f_{bd} = 3.99 \text{ N/mm}^2$	Verbundbereich	gut
Grundwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{rqd}} = 38.2 \text{ cm}$	Mindestwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{min}} = 9.4 \text{ cm}$
Bemessungswert Verankerungslänge	$l_{bd} = 13.6 \text{ cm}$	Vorh. Verankerungslänge	$l_{b,\text{vorh}} = 22.0 \text{ cm}$

$$l_{bd} = 13.6 \text{ cm} \leq 22.0 \text{ cm} = l_{b,\text{vorh}}, \quad \text{Verankerungsnachweis ist erfüllt.}$$

Der Querdruck wird beim Verankerungsnachweis berücksichtigt (Die Horizontalbewehrung in der Konsole liegt vollständig im Querdruckbereich (Lastplattenfläche einschließlich Randverteilungsbereich bei Lastverteilung unter 45° bis zur Mittelebene der untersten Horizontalbewehrungslage)). Es wird deswegen eine direkte Lagerung angenommen.

Horizontalbewehrung im Balken (gerades Stabende)

$$\alpha_A = 1.00, \quad p = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit	$f_{bd} = 2.79 \text{ N/mm}^2$	Verbundbereich	mäßig
Grundwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{rqd}} = 54.5 \text{ cm}$	Mindestwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{min}} = 16.4 \text{ cm}$
Bemessungswert Verankerungslänge	$l_{bd} = 41.3 \text{ cm}$	Vorh. Verankerungslänge	$l_{b,\text{vorh}} = 42.0 \text{ cm}$
Länge Horizontalbew. (je Schenkel)	$l_{\text{vorh}} = 115.0 \text{ cm}$		

$$l_{bd} = 41.3 \text{ cm} \leq 42.0 \text{ cm} = l_{b,\text{vorh}}, \quad \text{Verankerungsnachweis ist erfüllt.}$$

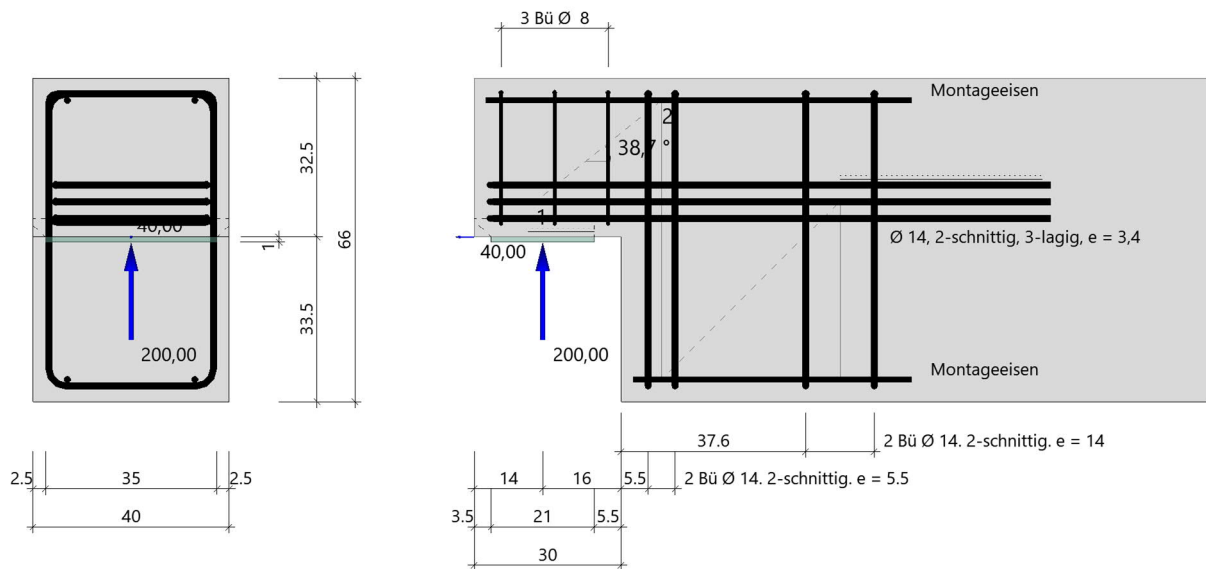
Variante 2 – mit Option „Aufhängebewehrung ist auch Zugband“

Position: B10+ Standardposition

Auflagerkonsole (x64) B10+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P06)

System

Systemgrafik



Die Feldbewehrung ist zu verankern.
Spaltzugbewehrung ggf. konstruktiv ansetzen!
Mindestquerkraftbewehrung ggf. zusätzlich ansetzen!
Die Schubdügel des Trägers sind nicht dargestellt.

Verankerungslänge l_{bd}

Geometrie

Stegbreite	$b_0 = 40.0 \text{ cm}$	Balkenhöhe	$h_0 = 66.0 \text{ cm}$
Konsolenhöhe	$h_k = 32.5 \text{ cm}$	Konsolenlänge	$l_k = 30.0 \text{ cm}$

Lastplattenbreite $b_p = 35.0 \text{ cm}$ Lastplattenlänge $l_p = 21.0 \text{ cm}$
 Lastplattendicke $d_p = 1.0 \text{ cm}$

Betondeckung an allen Seiten $c = 2.5 \text{ cm}$

Abstand obere Bewehrung (Ok-Schwerpunkt) $d_o = 4.5 \text{ cm}$
 Abstand untere Bewehrung (Uk-Schwerpunkt) $d_u = 4.5 \text{ cm}$

Lasten

Belastung (vorwiegend ruhend)

vertikal	$F_{Ed} = 200.00 \text{ kN}$	Abstand Last zu VK-Ausklingung	$e_1 = 16.0 \text{ cm}$
horizontal	$H_{Ed} = 40.00 \text{ kN}$		



Ergebnisse

Stabwerksmodell

Bemessung nach Stabwerksmodell, DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Druckstrebenkraft C_1	$F_c = -320.00$ kN	Neigung	$\phi = 38.7^\circ$
Abmaße Druckstrebe	$l_{\text{horz}} = 25.7$ cm		$h_{\text{vert}} = 20.6$ cm
Abmessung Knoten 1 (unten)	$a_{\text{vert}} = 8.2$ cm		$a_{\text{schräg}} = 19.5$ cm
Abmessung Knoten 2 (oben)	$a_{\text{vert}} = 9.0$ cm		$d_4 = 4.5$ cm

Zugband Z_h (Horizontalbewehrung):

Abstand Schwerpunkt von Ok Balken $h_1 = 25.1$ cm

Abstand Achse unterste Lage von Uk Konsole $s_0 = 4.0$ cm

Zugband Z_{v1} (Aufhängebügel vorn):

Abstand Schwerpunkt von Vk Ausklinkung $d_1 = 8.2$ cm

Abstand Schwerpunkt von Achse Auflager $d_a = 24.3$ cm

Zugband Z_{v2} (Aufhängebügel hinten):

Abstand Schwerpunkt von Vk Ausklinkung $d_2 = 44.7$ cm

Schnittgrößen

Zugkraft Aufhängebügel Z_{v1} (mit Anteil H_{Ed})	$Z_v = 219.65$ kN
Zugkraft Aufhängebügel Z_{v2}	$Z_v = 249.81$ kN
Zugkraft Horizontalbewehrung	$Z_h = 304.17$ kN

7

Bemessung

Baustoffe	Beton: C45/55	Stahl: B500A
Ortbeton	$\gamma_c = 1.50$	$\gamma_s = 1.15$
	$f_{ck} = 45.0$ N/mm ²	$f_{yk} = 500.0$ N/mm ²
	$f_{cd} = 25.5$ N/mm ²	$f_{vd} = 434.8$ N/mm ²

8

Querzugkraft	$F_{td} = 15.00$ kN
Auflagerpressung	$\sigma_{lp} = 2.72$ N/mm ² ≤ $\sigma_{Rd,max} = 19.13$ N/mm ²
Spannung in Druckstrebe am Knoten 1	$\sigma_{cd} = 4.68$ N/mm ² ≤ $\sigma_{Rd,max} = 19.13$ N/mm ²
Spannung in Druckstrebe am Knoten 2	$\sigma_{cd} = 6.94$ N/mm ² ≤ $\sigma_{Rd,max} = 19.13$ N/mm ²

9

Aufhängebügel Z_{v1}	$A_{s,erf} = 5.1$ cm ² ≤ $A_{s,vorh} = 6.2$ cm ²
Aufhängebügel Z_{v2}	$A_{s,erf} = 5.7$ cm ² ≤ $A_{s,vorh} = 6.2$ cm ²
Horizontalbewehrung	$A_{s,erf} = 7.0$ cm ² ≤ $A_{s,vorh} = 9.2$ cm ²

10

Bewehrungszusammenstellung

Bewehrung [-]	Ø [mm]	Schnittigkeit [-]	Anzahl Lagen [-]	A_s [cm ²]	$D_{vorh}/\text{Ø}$ [-]	e [cm]
Aufhängebügel Z_{v1}	14	2	2	6.2	20	5.5
Aufhängebügel Z_{v2}	14	2	2	6.2		14.0
Horizontalbewehrung	14	2	3	9.2		3.4
Konsolbügel	8	2	3	3.0		10.9



Verankerung

Horizontalbewehrung in der Konsole (Schlaufe)

$$\alpha_A = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 = 0.700 * 1.00 * 1.00 * 1.00 * 0.670 = 0.469$$

$$c_d = 3.3 \text{ cm}, \quad \emptyset = 14 \text{ mm}, \quad D_{\text{vorh}} / \emptyset = 20, \quad p = 2.72 \text{ N/mm}^2, \quad A_{s,\text{eff}} / A_{s,\text{vorh}} = 7.0 \text{ cm}^2 / 9.2 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit	$f_{bd} = 3.99 \text{ N/mm}^2$	Verbundbereich	gut
Grundwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{rd}} = 38.2 \text{ cm}$	Mindestwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{min}} = 9.4 \text{ cm}$
Bemessungswert Verankerungslänge	$l_{bd} = 13.6 \text{ cm}$	Vorh. Verankerungslänge	$l_{b,\text{vorh}} = 22.0 \text{ cm}$

$$l_{bd} = 13.6 \text{ cm} \leq 22.0 \text{ cm} = l_{b,\text{vorh}}, \quad \text{Verankerungsnachweis ist erfüllt.}$$

Der Querdruck wird beim Verankerungsnachweis berücksichtigt (Die Horizontalbewehrung in der Konsole liegt vollständig im Querdruckbereich (Lastplattenfläche einschließlich Randverteilungsbereich bei Lastverteilung unter 45° bis zur Mittelebene der untersten Horizontalbewehrungslage)). Es wird deswegen eine direkte Lagerung angenommen.

Horizontalbewehrung im Balken (gerades Stabende)

$$\alpha_A = 1.00, \quad p = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert Verbundfestigkeit	$f_{bd} = 2.79 \text{ N/mm}^2$	Verbundbereich	mäßig
Grundwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{rd}} = 54.5 \text{ cm}$	Mindestwert Verankerungslänge	$l_{b,\text{min}} = 16.4 \text{ cm}$
Bemessungswert Verankerungslänge	$l_{bd} = 41.3 \text{ cm}$	Vorh. Verankerungslänge	$l_{b,\text{vorh}} = 42.0 \text{ cm}$
Länge Horizontalbew. (je Schenkel)	$l_{\text{vorh}} = 115.0 \text{ cm}$		

$$l_{bd} = 41.3 \text{ cm} \leq 42.0 \text{ cm} = l_{b,\text{vorh}}, \quad \text{Verankerungsnachweis ist erfüllt.}$$

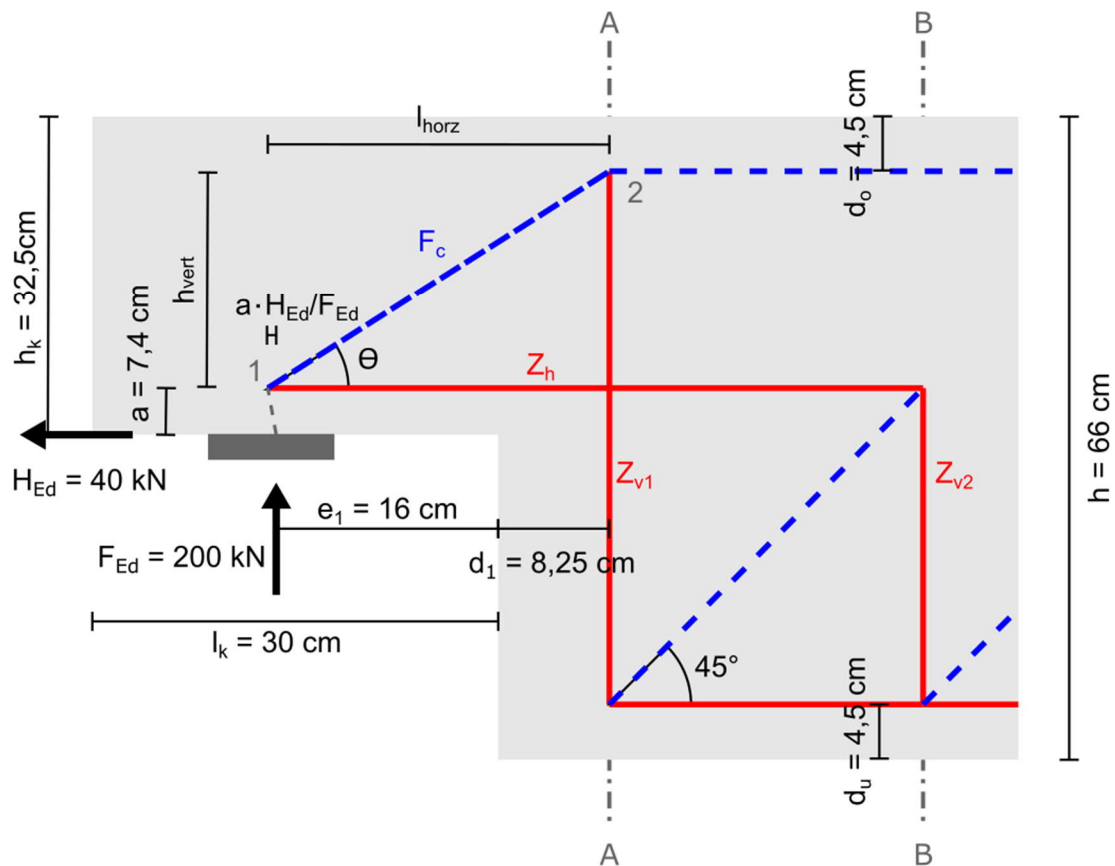
Handrechnung der Standardposition

Die zur Handrechnung zugehörige Stelle im Programmausdruck finden Sie über einen Klick auf die blauen Nummernfelder.

Im Handrechnungsbeispiel wird ebenfalls zunächst die Standardposition berechnet.

Anschließend wird dieselbe Konsole unter dem Ansatz bemessen, dass die horizontale Auflagerkraft in die vertikalen Bügel zurückgehängt wird (Option „Aufhängebewehrung ist auch Zugband“ ist aktiv).

Bemessung nach Stabwerksmodell, DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12



$$l_{horz} = e_1 + d_1 + a \cdot \frac{H_{Ed}}{F_{Ed}} = 16 \text{ cm} + 8,25 \text{ cm} + 7,4 \text{ cm} \cdot \frac{40 \text{ kN}}{200 \text{ kN}} = 25,7 \text{ cm}$$

$$h_{vert} = h_k - d_o - a = 32,5 \text{ cm} - 4,5 \text{ cm} - 7,4 \text{ cm} = 20,6 \text{ cm}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{h_{vert}}{l_{horz}}\right) = 38,7^\circ$$



Variante 1 - ohne Option „Aufhängebewehrung ist auch Zugband“

Zugband Z_{v1} (Aufhängebügel vorn):

Symmetrisch um A-A

$$Z_{v1} = F_{Ed} = 200,0 \text{ kN}$$

$$\text{erf } A_s = \frac{Z_{v1}}{f_{yd}} = \frac{200 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 4,6 \text{ cm}^2$$

Zugband Z_h (Horizontalbewehrung):

Drehung um Knoten 2

$$Z_h = (F_{Ed} \cdot l_{horz} + H_{Ed} (a + h_{vert})) / h_{vert}$$

$$Z_h = 200 \text{ kN} \cdot \frac{25,73 \text{ cm}}{20,6 \text{ cm}} + 40 \text{ kN} \cdot \frac{7,4 \text{ cm} + 20,6 \text{ cm}}{20,6 \text{ cm}} = 304,2 \text{ kN}$$

$$\text{erf } A_s = \frac{Z_h}{f_{yd}} = \frac{304,2 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 7,00 \text{ cm}^2$$

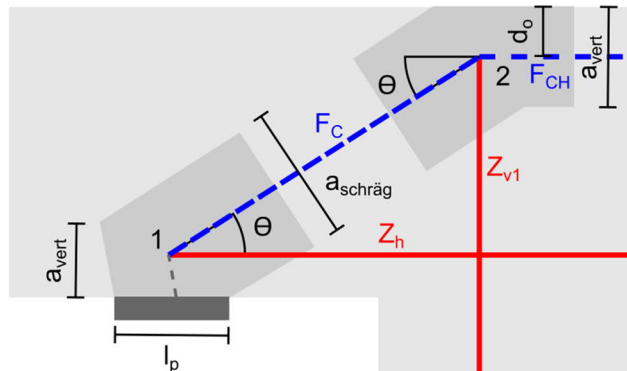
Zugband Z_{v2} (Aufhängebügel hinten):

Symmetrisch um B-B

$$Z_{v2} = Z_h = 304,2 \text{ kN}$$

$$\text{erf } A_s = \frac{Z_{v2}}{f_{yd}} = \frac{304,2 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 7,00 \text{ cm}^2$$

Druckspannungsnachweise



Druck-Zug-Knoten:

$$\sigma_{Rd,max} = 0,75 \cdot f_{cd} = 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,5} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_c = \frac{Z_{v1}}{\sin(\theta)} = \frac{200,0 \text{ kN}}{\sin(38,7^\circ)} = 320,0 \text{ kN}$$

Auflagerpressung:

$$\sigma_{lp} = \frac{F_{Ed}}{b_p \cdot l_p} = \frac{200 \text{ kN}}{35 \text{ cm} \cdot 21 \text{ cm}} \cdot 10^{-1} = 2,72 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{Rd,max} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



Druckspannung am Knoten 1:

Die Horizontalbewehrung mit Ø14 wird in 3 Lagen mit einem Achsabstand von $e = 3,4 \text{ cm}$ angeordnet. Daraus ergibt sich:

$$a_{\text{vert}} = 2 \cdot e + \emptyset = 2 \cdot 3,4 \text{ cm} + 1,4 \text{ cm} = 8,2 \text{ cm}$$

2

$$a_{\text{schräg}} = \left(a_{\text{vert}} \cdot \frac{l_{\text{horz}}}{h_{\text{vert}}} + l_p \right) \cdot \sin(\theta)$$

$$a_{\text{schräg}} = \left(8,2 \text{ cm} \cdot \frac{25,7 \text{ cm}}{20,6 \text{ cm}} + 21 \text{ cm} \right) \cdot \sin(38,7^\circ) = 19,5 \text{ cm}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{F_c}{b_p \cdot a_{\text{schräg}}} = \frac{320 \text{ kN}}{35 \text{ cm} \cdot 19,5 \text{ cm}} \cdot 10^{-1} = 4,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{Rd, \max} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Druckspannung am Knoten 2:

$$F_{cH} = F_c \cdot \cos(\theta) = 320,0 \text{ kN} \cdot \cos(38,7^\circ) = 249,8 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{cH}}{b_k \cdot 2 d_o} = \frac{249,8 \text{ kN}}{40 \text{ cm} \cdot 9 \text{ cm}} \cdot 10^{-1} = 6,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{Rd, \max} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

4

Spaltzugbewehrung (Konsolbügel):

$$F_{td} = 0,25 \cdot F_{Ed} \cdot \left(1 - 0,7 \frac{l_p}{h_k} \right)^2 = 0,25 \cdot 200,0 \text{ kN} \cdot \left(1 - 0,7 \frac{21 \text{ cm}}{32,5 \text{ cm}} \right)^2 = 15,0 \text{ kN}$$

$$F_{td, \min} = 0,25 \cdot F_{Ed} \frac{l_k - l_p}{l_k} = 0,25 \cdot 200,0 \text{ kN} \frac{30 \text{ cm} - 21 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 15,0 \text{ kN}$$

$$\text{erfAs} = \frac{F_{td}}{f_{yd}} = \frac{15,0 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 0,3 \text{ cm}^2$$



Variante 2 – mit Option „Aufhängebewehrung ist auch Zugband“

Rückhängung der horizontalen Auflagerkraft in die vertikalen Aufhängebügel Achse A-A

System I (wie Variante 1 ohne H_{Ed}):



Zugband $Z_{v1,I}$ (Aufhängebügel vorn):

Symmetrisch um A-A

$$Z_{v1,I} = F_{Ed} = 200,0 \text{ kN}$$

Zugband $Z_{h,I}$ (Horizontalbewehrung):

Drehung um Knoten 2

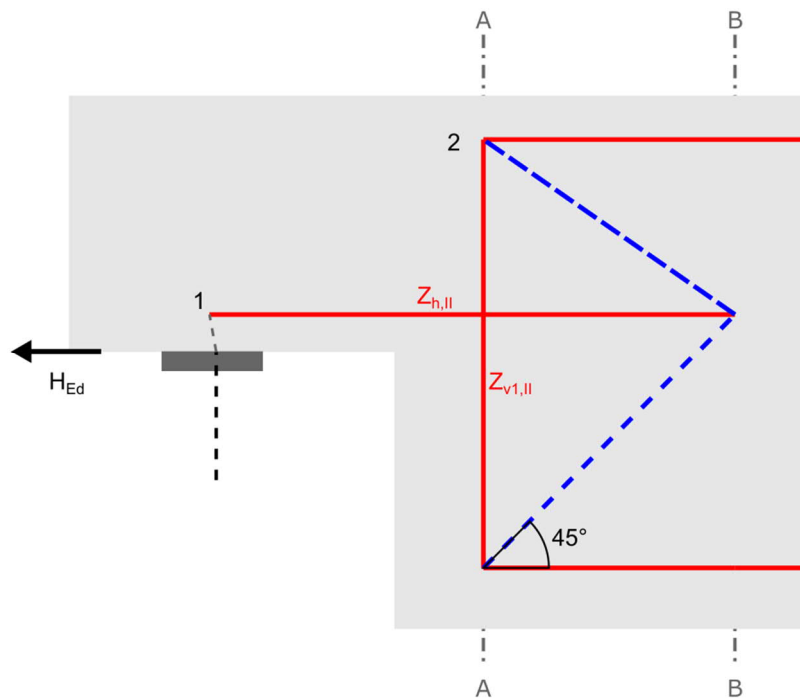
$$Z_{h,I} = F_{Ed} \cdot \frac{l_{horz}}{h_{vert}} = 200 \text{ kN} \cdot \frac{25,7 \text{ cm}}{20,6 \text{ cm}} = 249,8 \text{ kN}$$

Zugband $Z_{v2,I}$ (Aufhängebügel hinten):

Symmetrisch um B-B

$$Z_{v2,I} = Z_{h,I} = 249,8 \text{ kN}$$

System II:



Zugband $Z_{v1,II}$ (Aufhängebügel vorn):

Symmetrisch um A-A

$$Z_{v1,II} = H_{Ed} \cdot \frac{h_{vert} + a}{h_{vert}} \cdot \frac{h_{vert}}{h - d_o - d_u}$$

$$Z_{v1,II} = 40 \text{ kN} \cdot \frac{20,6 \text{ cm} + 7,4 \text{ cm}}{20,6 \text{ cm}} \cdot \frac{20,6 \text{ cm}}{66 \text{ cm} - 4,5 \text{ cm} - 4,5 \text{ cm}} = 19,7 \text{ kN}$$



Zugband $Z_{h,II}$ (Horizontalbewehrung):

Drehung um Knoten 2

$$Z_{h,II} = H_{Ed} \cdot \frac{h_k - d_o}{h_{vert}} = 40 \text{ kN} \cdot \frac{32,5 \text{ cm} - 4,5 \text{ cm}}{20,6 \text{ cm}} = 54,4 \text{ kN}$$

System I + II:

Zugband Z_h (Horizontalbewehrung):

$$Z_h = Z_{h,I} + Z_{h,II} = 249,5 \text{ kN} + 54,4 \text{ kN} = 304,2 \text{ kN}$$

$$\text{erf } A_s = \frac{Z_h}{f_{yd}} = \frac{304,2 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 7,0 \text{ cm}^2$$

Zugband Z_{v1} (Aufhängebügel vorn):

$$Z_{v1} = Z_{v1,I} + Z_{v1,II} = 200,0 \text{ kN} + 19,7 \text{ kN} = 219,7 \text{ kN}$$

$$\text{erf } A_s = \frac{Z_v}{f_{yd}} = \frac{219,7 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 5,1 \text{ cm}^2$$

Zugband Z_{v2} (Aufhängebügel hinten):

$$\text{erf } A_s = \frac{Z_{v2,I}}{f_{yd}} = \frac{249,8 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 5,7 \text{ cm}^2$$

Druckspannungsnachweise

Druck-Zug-Knoten:

$$\sigma_{Rd,max} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_c = \frac{Z_{v1}}{\sin(\theta)} = \frac{200,0 \text{ kN}}{\sin(38,7^\circ)} = 320,0 \text{ kN}$$

Auflagerpressung:

$$\sigma_{lp} = 2,72 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{Rd,max} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Druckspannung am Knoten 1:

$$a_{schräg} = 19,5 \text{ cm}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{F_c}{b_p \cdot a_{schräg}} = \frac{320 \text{ kN}}{35 \text{ cm} \cdot 19,5 \text{ cm}} \cdot 10^{-1} = 4,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{Rd,max} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Druckspannung am Knoten 2:

$$F_{cH} = F_c \cdot \cos(\theta) = 320,0 \text{ kN} \cdot \cos(38,7^\circ) = 249,8 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{cH}}{b_k \cdot 2 \cdot d_o} = \frac{249,8 \text{ kN}}{40 \text{ cm} \cdot 9 \text{ cm}} \cdot 10^{-1} = 6,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{Rd,max} = 19,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Spaltzugbewehrung (Konsolbügel):

$$F_{td} = 15,0 \text{ kN}$$

$$F_{td,min} = 15,0 \text{ kN}$$

$$\text{erf } A_s = \frac{F_{td}}{f_{yd}} = \frac{15,0 \text{ kN}}{43,5 \text{ kN/cm}^2} = 0,3 \text{ cm}^2$$

10

9

8