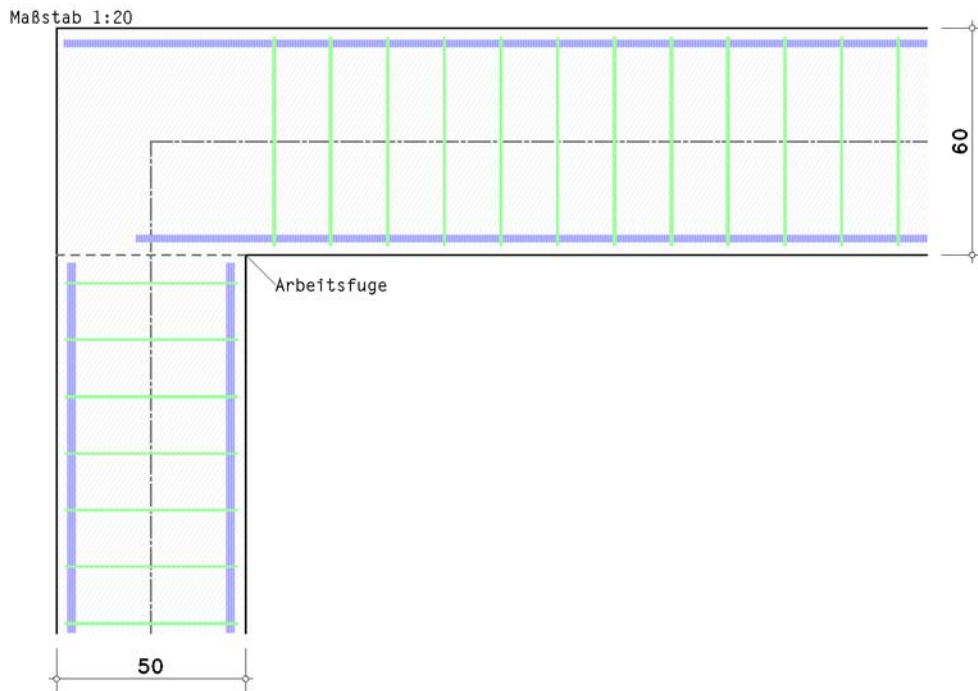


1. Eingabeprotokoll



System

Riegel: Höhe $h_b = 60.0$ cm, Achsabstände (Bemessung) $d_{1,bo} = 5.0$ cm, $d_{1,bu} = 4.0$ cm

Stütze: Höhe $h_c = 50.0$ cm, Achsabstände (Bemessung) $d_{1,cl} = 5.0$ cm, $d_{1,cr} = 4.0$ cm

Öffnungswinkel $\alpha = 90.00^\circ$, Breite Riegel/Stütze $b_b = b_c = 40.0$ cm

Materialkennwerte

Beton n. EC 2, 3.1.7(1): C30/37, Bewehrung n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A

Materialsicherheitsbeiwerte

Bemessungssituation: Grundkombination

Tragfähigkeit: Beton $\gamma_c = 1.50$, Bewehrung $\gamma_s = 1.15$

Parameter

Bemessung einer Rahmenecke mit positivem Moment

erf. Bewehrung am Anschnitt:

Riegel: $A_{s,bo} = 0.00$ cm², $A_{s,bu} = 10.00$ cm², $a_{sb,b} = 0.00$ cm² ($F_{c,b} = 0.0$ kN, $z_b = 0.0$ cm)

Stütze: $A_{s,cl} = 0.00$ cm², $A_{s,cr} = 12.50$ cm², $a_{sb,c} = 0.00$ cm²/m ($F_{c,c} = 0.0$ kN, $z_c = 0.0$ cm)

Berechnung der erforderlichen Verankerungslängen: Verbundbedingungen berechnen

Biegerollendurchmesser unabhängig vom Betonrandabstand

Riegel-/Stützenbewehrung aus einer externen Tragwerksberechnung

Riegel: oben 2Ø20, unten 4Ø20, Bügel Ø8/15.0 cm

Stütze: links 2Ø20, rechts 4Ø20, Bügel Ø8/15.0 cm

1.1. Dauerhaftigkeit und Betondeckung

öffnendes Moment (Zug innen):

Riegel: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung

infolge Bewehrungskorrosion XC1 $\Rightarrow$ C16/20, $C_{nom} = 20$ mm, $C_{nom,b} = 18$ mm, $C_{nom,l} = 12$ mm

$\Rightarrow C_{nom} = 20$ mm $\leq c_v = 20$ mm **ok**

Mindestbetongüte C16/20 mit $f_{ck} = 16.0$ N/mm² < vorh $f_{ck} = 30.0$ N/mm² **ok**

Stütze: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung

infolge Bewehrungskorrosion XC1 $\Rightarrow$ C16/20, $C_{nom} = 20$ mm, $C_{nom,b} = 18$ mm, $C_{nom,l} = 12$ mm

$\Rightarrow C_{nom} = 20$ mm $\leq c_v = 20$ mm **ok**

Mindestbetongüte C16/20 mit $f_{ck} = 16.0$ N/mm² < vorh $f_{ck} = 30.0$ N/mm² **ok**

2. Hinweis

Allgemeine Bewehrungsregeln sind nicht berücksichtigt.

3. Bemessung

3.1. Ergebnistabelle

erforderliche Bewehrung

Lk	$A_{s,bu}$ cm^2	$A_{s,cr}$ cm^2
	10.00	12.50

$A_{s,bu}$: erf. Bewehrung im Riegel; $A_{s,cr}$: erf. Bewehrung in der Stütze

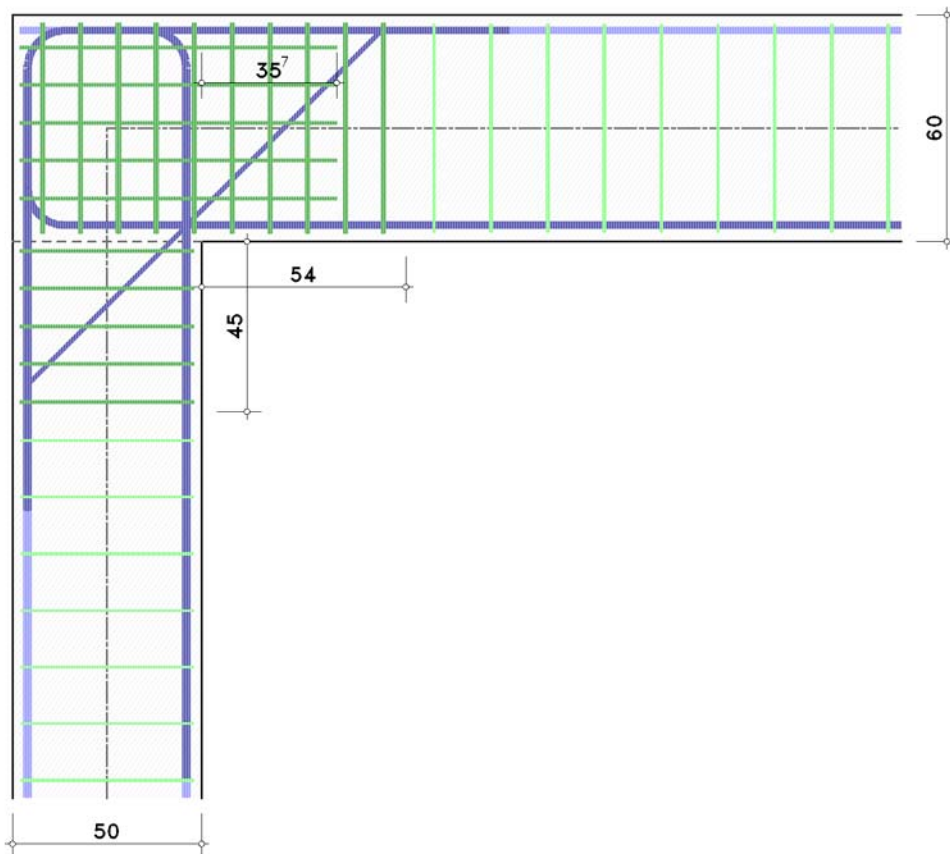
4. Endergebnis

Schrägbewehrung: erf $A_{s,s} = 0.5 \cdot \max(A_{s,cr}, A_{s,bu}) = 6.25 \text{ cm}^2$
Druckverbügelung horiz.: erf $a_{s,sh} = F_u / (f_{yd} \cdot (h_b + \Delta h_c)) = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$, $\Delta h_c = 0.9 \cdot h_c = 45.0 \text{ cm}$
Druckverbügelung vert.: erf $a_{s,sv} = F_u / (f_{yd} \cdot (h_c + \Delta h_b)) = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$, $\Delta h_b = 0.9 \cdot h_b = 54.0 \text{ cm}$

maximale Bewehrung: $A_{s,bu} = 10.00 \text{ cm}^2$, $A_{s,cr} = 12.50 \text{ cm}^2$, $A_{s,s} = 6.25 \text{ cm}^2$

5. Gewählte Bewehrung

Maßstab 1:20



Verankerungslänge der Schrägbewehrung

Verbundbereich gut

Bemessungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 12.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 3.04 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 42.89 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 10 \cdot \varnothing_s, 20 \text{ cm}) = 20.00 \text{ cm}$

Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$, $A_{s,erf} = 6.25 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 6.79 \text{ cm}^2$:

$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 39.50 \text{ cm}$

Verbundbereich gut

Bemessungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 12.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 3.04 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 42.89 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 10 \cdot \varnothing_s, 20 \text{ cm}) = 20.00 \text{ cm}$

Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$, $A_{s,erf} = 6.25 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 6.79 \text{ cm}^2$:

$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 39.50 \text{ cm}$

Übergreifungslänge der Stützenszugverankerung im Zugbereich

Abminderungsbeiwert für $\rho_1 = \text{erf } A_{s,cr} / \text{vorh } A_{s,cr} = 0.995$, $\varnothing_{s,cr} = 20 \text{ mm}$:

$\alpha_i = \alpha_1 \cdot \alpha_6 = 2.00$, $\alpha_1 = 1$, $\alpha_6 = 2.00$

Verbundbereich gut

Bemessungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 20.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 3.04 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 71.48 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 2.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 15 \cdot \varnothing_s, 20 \text{ cm}) = 42.89 \text{ cm}$

Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 2.00$, $A_{s,erf} = 12.50 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 12.57 \text{ cm}^2$:

$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 142.20 \text{ cm}$

Übergreifungslänge der Stützenszugverankerung im Druckbereich

Verbundbereich gut

Bemessungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 20.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 3.04 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 71.48 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 15 \cdot \varnothing_s, 20 \text{ cm}) = 30.00 \text{ cm}$

Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$, $A_{s,erf} = 12.50 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 12.57 \text{ cm}^2$:

$$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 71.10 \text{ cm}$$

Biegerollendurchmesser der Stützenszugverankerung

Biegerollendurchmesser für Stäbe: $D = 10 \cdot \varnothing_s = 20.0 \text{ cm}$ für $\min c = 400.0 \text{ mm} > 100 \text{ mm}$ und $> 7 \cdot \varnothing_s = 140 \text{ mm}$

max. Stabanzahl im Bereich der Stützenszugverankerung

$\max n_c = b_{net} / s_c = 6$ für $b_{net} = b_c - 2 \cdot (c_v + \Phi_c \cdot b_{ü} + \Phi_c / 2) = 32.0 \text{ cm}$, $s_c = \min s_c + \Phi_c = 6.0 \text{ cm}$

Übergreifungslänge der Riegelzugverankerung im Druckbereich

Verbundbereich für $h = 60.0 \text{ cm}$, $h_z = 4.20 \text{ cm}$: mäßig

Bemessungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 20.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 2.13 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 102.11 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 15 \cdot \varnothing_s, 20 \text{ cm}) = 30.63 \text{ cm}$

Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$, $A_{s,erf} = 10.00 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 12.57 \text{ cm}^2$:

$$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 81.26 \text{ cm}$$

Biegerollendurchmesser der Riegelzugverankerung

Biegerollendurchmesser für Stäbe: $D = 10 \cdot \varnothing_s = 20.0 \text{ cm}$ für $\min c = 400.0 \text{ mm} > 100 \text{ mm}$ und $> 7 \cdot \varnothing_s = 140 \text{ mm}$

max. Stabanzahl im Bereich der Riegelzugverankerung

$\max n_b = b_{net} / s_b = 6$ für $b_{net} = b_b - 2 \cdot (c_v + \Phi_b \cdot b_{ü} + \Phi_b / 2) = 31.6 \text{ cm}$, $s_b = \min s_b + \Phi_b = 6.0 \text{ cm}$

Verankerungslänge der horizontalen Spaltzugbewehrung

Verbundbereich für $h = 60.0 \text{ cm}$, $h_z = 7.20 \text{ cm}$: mäßig

Bemessungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 10.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 2.13 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 51.06 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 10 \cdot \varnothing_s) = 15.32 \text{ cm}$

Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_b = \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 51.06 \text{ cm}$

Biegerollendurchmesser der horizontalen Spaltzugbewehrung

Biegerollendurchmesser für Bügel/Schlaufen: $D = 4 \cdot \varnothing_s = 4.0 \text{ cm}$ für $\varnothing_s = 10 \text{ mm} < 20 \text{ mm}$

Biegerollendurchmesser der vertikalen Spaltzugbewehrung

Biegerollendurchmesser für Bügel/Schlaufen: $D = 4 \cdot \varnothing_s = 4.8 \text{ cm}$ für $\varnothing_s = 12 \text{ mm} < 20 \text{ mm}$

Biegerollendurchmesser der Riegelzugbewehrung

Biegerollendurchmesser für Stäbe: $D = 10 \cdot \varnothing_s = 20.0 \text{ cm}$ für $\min c = 400.0 \text{ mm} > 100 \text{ mm}$ und $> 7 \cdot \varnothing_s = 140 \text{ mm}$

Übergreifungslänge der Riegelzugbewehrung im Druckbereich

Verbundbereich für $h = 60.0 \text{ cm}$, $h_z = 3.20 \text{ cm}$: mäßig

Bemessungswert der Verbundfestigkeit für $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$, $\varnothing_s = 20.0 \text{ mm}$: $f_{bd} = 2.13 \text{ N/mm}^2$

Grundwert der Verankerungslänge für $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$: $l_{b,rqd} = 0.25 \cdot \varnothing_s \cdot f_{yd} / f_{bd} = 102.11 \text{ cm}$

Mindestverankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$: $l_{b,min} = \min(0.3 \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd}, 15 \cdot \varnothing_s, 20 \text{ cm}) = 30.63 \text{ cm}$

Bemessungswert der Verankerungslänge für $\alpha_i = 1.00$, $A_{s,erf} = 10.00 \text{ cm}^2$, $A_{s,vorh} = 12.57 \text{ cm}^2$:

$$l_b = A_{s,erf} / A_{s,vorh} \cdot \alpha_i \cdot l_{b,rqd} = 81.26 \text{ cm}$$

Nachweis der Bewehrung

Betondeckung (Verlegemaß) $c_v = 2.0 \text{ cm} = c_{nom} = 2.00 \text{ cm}$ **ok**

Riegelbewehrung:

oben Stabstahl, 2Ø20, vorh $A_{s,bo} = 6.28 \text{ cm}^2$, erf $A_{s,bo} = 0$

Stababstand $s_{bo} = 31.6 \text{ cm} > \min s_{bo} = 4.0 \text{ cm}$ **ok**

unten Stabstahl, 4Ø20, vorh $A_{s,bu} = 12.57 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_{s,bu} = 10.00 \text{ cm}^2$ **ok**

Stababstand $s_{bu} = 10.5 \text{ cm} > \min s_{bu} = 4.0 \text{ cm}$ **ok**

quer Bügel, Ø8/15.0 cm (2-schn.), vorh $a_{s,bb} = 6.70 \text{ cm}^2/\text{m}$, erf $a_{s,bb} = 0$

Stützenbewehrung:

links Stabstahl, 2Ø20, vorh $A_{s,cl} = 6.28 \text{ cm}^2$, erf $A_{s,cl} = 0$

Stababstand $s_{cl} = 32.0 \text{ cm} > \min s_{cl} = 4.0 \text{ cm}$ **ok**

rechts Stabstahl, 4Ø20, vorh $A_{s,cr} = 12.57 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_{s,cr} = 12.50 \text{ cm}^2$ **ok**

Stababstand $s_{cr} = 10.7 \text{ cm} > \min s_{cr} = 4.0 \text{ cm}$ **ok**

quer Bügel, Ø8/15.0 cm (2-schn.), vorh $a_{s,bc} = 6.70 \text{ cm}^2/\text{m}$, erf $a_{s,bc} = 0$

Riegelzugverankerung (Stabstahl, 4Ø20, vorh $A_{s,bu} = 12.57 \text{ cm}^2$, s. Riegel unten):

Übergreifungslänge Druck $l_{b,bu,c} = 81.3 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,bu,c} = 81.3 \text{ cm}$ **ok**

Biegerollendurchmesser $D_{bu} = 20.0 \text{ cm} = \text{erf } D_{bu} = 20.0 \text{ cm}$ **ok**

Stabanzahl $n_b = \max(n_{bo}, n_{bu}) = 4 < \text{zul } n_b = 6$ **ok**

Stützenszugverankerung (Stabstahl, 4Ø20, vorh $A_{s,cr} = 12.57 \text{ cm}^2$, s. Stütze rechts):

Übergreifungslänge Zug $l_{b,cr,t} = 142.2 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,cr,t} = 142.2 \text{ cm}$ **ok**

Druck $l_{b,cr,c} = 71.1 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,cr,c} = 71.1 \text{ cm}$ **ok**

Biegerollendurchmesser $D_{cr} = 20.0 \text{ cm} = \text{erf } D_{cr} = 20.0 \text{ cm}$ **ok**

Schlaufenlänge rechts $l_{cr} = h_b - c_v - \Phi_{b\bar{u}} + l_{b,cr} = 199.0 \text{ cm}$ (Übergreifung ab Stützenanschnitt)

links $l_{cl} = h_b - c_v - \Phi_{b\bar{u}} + l_{b,cl} = 127.9 \text{ cm}$ (Übergreifung ab Stützenanschnitt)

Stabanzahl $n_c = \max(n_{cl}, n_{cr}) = 4 < \text{zul } n_c = 6$ **ok**

Schrägbewehrung:

Stabstahl, 6Ø12, vorh $A_{s,s} = 6.79 \text{ cm}^2 > \text{erf } A_{s,s} = 6.25 \text{ cm}^2$ **ok**

Stababstand $s_s = 6.1 \text{ cm} > \min s_s = 3.2 \text{ cm}$ **ok**

Verankerungslänge Riegel $l_{b,s,b} = 79.0 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,s,b} = 79.0 \text{ cm}$ **ok**

Stütze $l_{b,s,c} = 65.4 \text{ cm} = \text{erf } l_{b,s,c} = 65.4 \text{ cm}$ **ok**

Spaltzugbewehrung:

horiz. Schlaufen/Bügel, $\emptyset 10/10.0$ cm (2-schn.), vorh $a_{s,sh} = 15.71$ cm²/m, erf $a_{s,sh} = 0$
 Verankerungslänge $l_{b,sh} = 35.7$ cm < erf $l_{b,sh} = 51.1$ cm **nicht ok !!**
 Biegerollendurchmesser min $D_{sh} = 4.0$ cm
 Schlaufenlänge $l_{sh} = h_c - c_v + l_{b,sh} = 83.7$ cm (Verankerung ab Riegelanschnitt)
 vertikal Bügel, $\emptyset 12/10.0$ cm (2-schn.), vorh $a_{s,sv} = 22.62$ cm²/m, erf $a_{s,sv} = 0$
 Biegerollendurchmesser min $D_{sv} = 4.8$ cm

Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!

s. gewählte Bewehrung

6. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen -

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010, Ausgabe Januar 2011

EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1992-1-1, Ausgabe April 2013