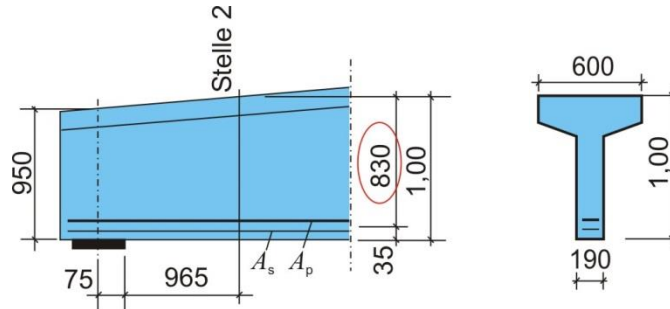


Spannbetonbinder nach Eurocode 2 – Bemessung · Erläuterungen · Checkliste

Berichtigung zur Ausgabe April 2015

1. Seite 25 („Querkraft“)

Bild auf Seite 25 wird ersetzt durch:



2. Seite 25 („Querkraft“)

Erforderliche Querkraftbewehrung

...

Gew.: Bügel \varnothing 10 mm (zweischnittig), $s = 150$ mm, $a_{sw} = 10,5$ cm²/m

wird ersetzt durch:

Erforderliche Querkraftbewehrung:

$$V_{Rd,c} = [0,15/\gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,12 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$> (v_{min} + 0,12 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

mit $\gamma_c = 1,35$

$$k = 1 + \sqrt{200/d} = 1 + \sqrt{200/830} = 1,490 < 2$$

$$\rho = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = \frac{20,5 + 4,0}{0,19 \cdot 0,830} \cdot 10^{-4} = 0,015 < 0,02$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{cp} = \frac{1,78 \cdot (1 - 0,27)}{0,281} = 4,6 \text{ MN/m}^2$$

$$v_{min} = (0,0375/\gamma_c) \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = (0,0375/1,35) \cdot 1,455^{3/2} \cdot 50^{1/2} = 0,35 \text{ MN}$$

$$V_{Rd,c} = [0,15/1,35 \cdot 1,490 \cdot (100 \cdot 0,015 \cdot 50)^{1/3} + 0,12 \cdot 4,6] \cdot 0,19 \cdot 0,830 = 0,20 \text{ MN}$$

$$> (0,35 + 0,12 \cdot 4,6) \cdot 0,19 \cdot 0,830 = 0,14 \text{ MN}$$

Querkraftbewehrung erforderlich.

$$V_{Rd,s} = (A_{sw} / s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

mit $\cot \theta = 1,2$ (gewählt nach DIN EN 1992-1-1, 6.2.3 (2))

$$f_{ywd} = 435 \text{ MN/m}^2$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,830 = 0,75 \text{ m}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed,2}}{z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta} = \frac{0,460}{0,75 \cdot 435 \cdot 1,2} \cdot 10^4 = 11,7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gew.: Bügel \varnothing 10 mm (zweischnittig), $s = 125$ mm, $a_{sw} = 12,6$ cm²/m

3. Seite 26 („Querkraft“)

Nachweis der Druckstrebenfestigkeit

...

$$V_{Rd,max} = 0,19 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 31,5 / (1,9 + 0,5) = 1,63 \text{ MN} > V_{Ed,0} = 0,49 \text{ MN}$$

wird ersetzt durch:

$$V_{Rd,max} = 0,19 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 31,5 / (1,9 + 0,5) = 1,40 \text{ MN} > V_{Ed,0} = 0,49 \text{ MN}$$

4. Seite 26 („Querkraft“)

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed,2}}{z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta} = \frac{0,460}{0,87 \cdot 435 \cdot 1,9} \cdot 10^4 = 6,4 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gew.: Bügel \varnothing 8 mm (zweischnittig), $s = 150 \text{ mm}$, $a_{sw} = 6,7 \text{ cm}^2/\text{m}$

wird ersetzt durch:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed,2}}{z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta} = \frac{0,460}{0,75 \cdot 435 \cdot 1,9} \cdot 10^4 = 7,4 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gew.: Bügel \varnothing 8 mm (zweischnittig), $s = 125 \text{ mm}$, $a_{sw} = 8,0 \text{ cm}^2/\text{m}$

5. Seite 27 („Querkraft“)

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta} = \frac{0,394}{0,87 \cdot 435 \cdot 2,0} \cdot 10^4 = 5,1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gew.: Bügel \varnothing 8 mm (zweischnittig), $s = 200 \text{ mm}$, $a_{sw} = 5,0 \text{ cm}^2/\text{m}$

wird ersetzt durch:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta} = \frac{0,394}{0,75 \cdot 435 \cdot 2,0} \cdot 10^4 = 6,0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gew.: Bügel \varnothing 8 mm (zweischnittig), $s = 150 \text{ mm}$, $a_{sw} = 6,7 \text{ cm}^2/\text{m}$

6. Seite 30/31 („Kippnachweis“)

Torsionswiderstandsmoment des Gesamtquerschnitts: $W_t = 0,024 \text{ m}^3$

...

Der Kippsicherheitsnachweis im Endzustand ist erbracht (3 % Überschreitung tolerierbar).

wird ersetzt durch:

Torsionswiderstandsmoment des Gesamtquerschnitts (am Auflager): $W_t = 0,014 \text{ m}^3$

$$M_{t,cr} = 0,014 \cdot 4,1 \cdot 10^3 = 57,4 \text{ kNm}$$

Die maximal mögliche Verdrehung infolge des Torsionsrissmoments beträgt somit:

$$\max \nu_T = \frac{M_{t,cr} \cdot l}{\pi \cdot GI_T} = \frac{57,4 \cdot 30,0 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 17,5} = 0,031 < \text{mögl } \nu_B = 0,057$$

Als maximal mögliche Grenzverdrehung ist der kleinere Wert $\max \nu_T = 0,031$ maßgebend, der mit der Vorverformung überlagert wird. Da für die Verformungen nach [12] der gleiche sinusförmige Verlauf angenommen wird, dürfen beide Anteile addiert werden:

$$\max \nu = \max \nu_T + \nu_{0+c} = 0,031 + 0,015 = 0,046$$

Horizontale Verschiebung:

Die horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes v_{SM} unter Berücksichtigung der Verdrehung beträgt nach [12]:

$$v_{SM} = \frac{(g + q)_{Ed} \cdot \max v \cdot l^4}{EI_z} \cdot 0,0112$$

mit $(g + q)_{Ed} = 1,35 \cdot (10,0 + 10,8) + 1,5 \cdot (4,3 + 0,6 \cdot 0,61) = 35,0 \text{ kN/m}$

$$v_{SM} = \frac{35,0 \cdot 0,046 \cdot 30,0^4}{118,4} \cdot 10^{-3} \cdot 0,0112 = 0,12 \text{ m}$$

ges $v = v_{SM} + v_{0+c} = 0,12 + 0,12 = 0,24 \text{ m}$

Torsionsmoment am Auflager:

$$M_{t,A} = \frac{(g_1 \cdot v_{g1} + (g_2 + q) \cdot v_{g2+q}) \cdot l}{\pi}$$

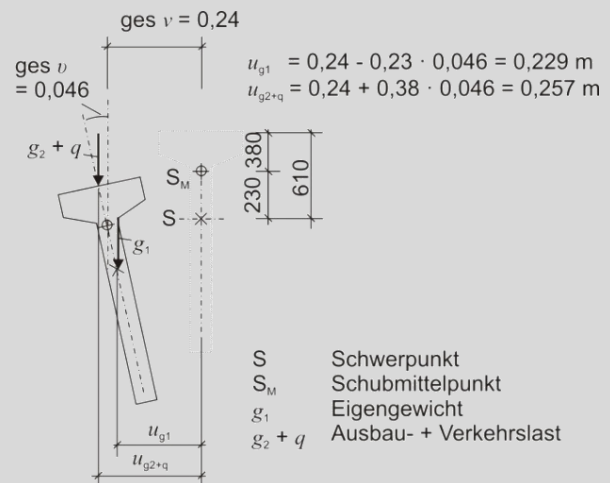
mit

$$g_1 = 1,35 \cdot 10,0 = 13,5 \text{ kN/m}$$

$$g_2 + q = 1,35 \cdot 10,8 + 1,5 \cdot (4,3 + 0,6 \cdot 0,61) = 21,6 \text{ kN/m}$$

$$u_{g1} = 0,229 \text{ m}$$

$$u_{g2+q} = 0,257 \text{ m}$$



$$M_{t,A} = \frac{(13,5 \cdot 0,229 + 21,6 \cdot 0,257) \cdot 30,0}{\pi} = 82,5 \text{ kNm}$$

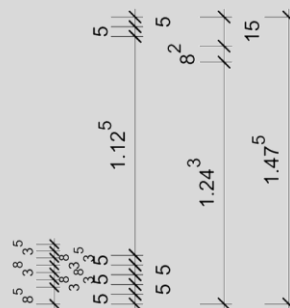
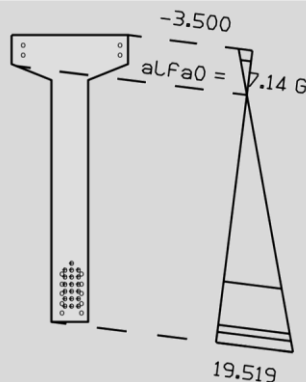
$$> M_{t,cr} = 57,4 \text{ kNm}$$

Der Kippsicherheitsnachweis im Endzustand ist **nicht** erbracht.

Folgende Möglichkeiten bieten sich an:

1. Bemessung des Binders durch iterative Traglastberechnung nach Theorie II. Ordnung (z. B. mit RIB Programm „FETT“, Version 16.0)

Nachweis für schiefe Biegung:



Myd = 3456.19 kNm
Mzd = 67.10 kNm
gamma = 1.13

eps.c = -3.500 o/oo
eps.s = 18.679 o/oo

Aufnehmbar:
Mzd = 298.00 kNm

Nachweis für Querkraft und Torsion:

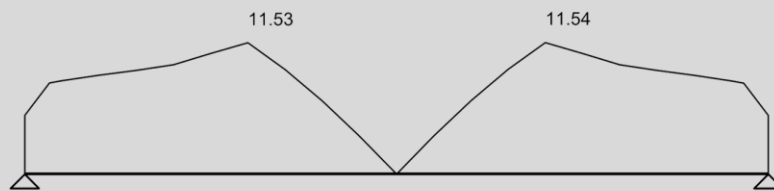
Bügelbewehrung 2-schn. $a_{sw} + a_{st}$ (cm²/m) im Steg

M 1 : 5



Torsionsbewehrung/U A_{st} (cm²)

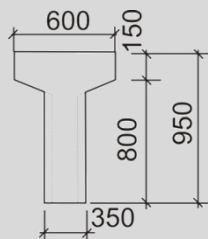
M 1 : 5



Bügelbewehrung z. B. $\varnothing 10/125$ mm zweischnittig ($a_{sw} = 12,6$ cm²/m)

Die Bügel sind als Torsionsbügel auszubilden.

2. Verbreiterung des Binderstegs im Auflagerbereich von $b_w = 0,19$ m auf $b_w = 0,35$ m



Querschnitt am Auflager:

Torsionswiderstandsmoment am Auflager: $W_t = 0,030$ m³

$$M_{t,cr} = 0,030 \cdot 4,1 \cdot 10^3 = 123,0 \text{ kNm}$$

Die maximal mögliche Verdrehung infolge des Torsionsrissmoments beträgt somit:

$$\max \nu_T = \frac{M_{t,cr} \cdot l}{\pi \cdot GI_T} = \frac{123,0 \cdot 30,0 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 17,5} = 0,067 > \text{mögl } \nu_B = 0,057$$

Als maximal mögliche Grenzverdrehung ist der Wert $\max \nu_b = 0,057$ maßgebend, der mit der Vorverformung überlagert wird. Da für die Verformungen nach [12] der gleiche sinusförmige Verlauf angenommen wird, dürfen beide Anteile addiert werden:

$$\max \nu = \max \nu_T + \nu_{0+c} = 0,057 + 0,015 = 0,072$$

Horizontale Verschiebung:

Die horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes ν_{SM} unter Berücksichtigung der Verdrehung beträgt nach [12]:

$$\nu_{SM} = \frac{(g + q)_{Ed} \cdot \max \nu \cdot l^4}{EI_z} \cdot 0,0112$$

$$\text{mit } (g + q)_{Ed} = 1,35 \cdot (10,0 + 10,8) + 1,5 \cdot (4,3 + 0,6 \cdot 0,61) = 35,0 \text{ kN/m}$$

$$\nu_{SM} = \frac{35,0 \cdot 0,072 \cdot 30,0^4}{118,4} \cdot 10^{-3} \cdot 0,0112 = 0,19 \text{ m}$$

$$\text{ges } \nu = \nu_{SM} + \nu_{0+c} = 0,19 + 0,12 = 0,31 \text{ m}$$

$$M_{t,A} = \frac{(g_1 \cdot v_{g_1} + (g_2 + q) \cdot v_{g_2+q}) \cdot l}{\pi}$$

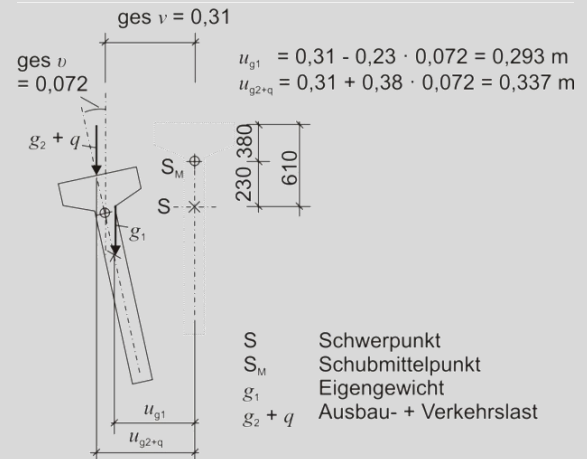
mit

$$g_1 = 1,35 \cdot 10,0 = 13,5 \text{ kN/m}$$

$$g_2 + q = 1,35 \cdot 10,8 + 1,5 \cdot (4,3 + 0,6 \cdot 0,61) = 21,6 \text{ kN/m}$$

$$u_{g_1} = 0,293 \text{ m}$$

$$u_{g_2+q} = 0,337 \text{ m}$$



Torsionsmoment am Auflager:

$$M_{t,A} = \frac{(13,5 \cdot 0,293 + 21,6 \cdot 0,337) \cdot 30,0}{\pi} = 107,3 \text{ kNm} < M_{t,cr} = 123,0 \text{ kNm}$$

Der Kippsicherheitsnachweis im Endzustand ist für den Binder mit verbreiterem Steg erbracht.

7. Seite 31 („Kippnachweis“)

Bei der Bemessung des Auflagers...

...

$$M_{t,min} = 492 \cdot 30/300 = 49,1 \text{ kNm} < M_{t,A} = 101,5 \text{ kNm}$$

wird ersetzt durch:

Bei der Bemessung des Auflagers ist das Torsionsmoment $M_{t,A}$ anzusetzen:

a) Ohne Stegverbreiterung:

$$M_{t,A} = \max \left\{ \begin{array}{l} M_{t,min} = \frac{V_{Ed} \cdot l_{eff}}{300} \\ 82,5 \text{ kNm} \end{array} \right.$$

mit

$M_{t,min}$ Mindesttorsionsmoment nach DIN EN 1992-1-1, 5.9 (4)

$$V_{Ed} = 492 \text{ kN (siehe Kap. 4)}$$

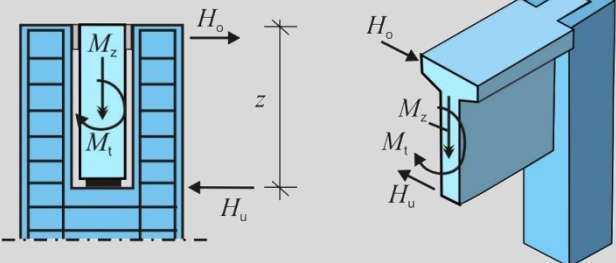
$$l_{eff} = 30 \text{ m}$$

$$M_{t,A} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{492 \cdot 30}{300} = 49,2 \text{ kNm} \\ 82,5 \text{ kNm} \end{array} \right.$$

$$M_{t,A} = 82,5 \text{ kNm}$$

b) Mit Stegverbreiterung:

$$M_{t,A} = \max \left\{ \begin{array}{l} M_{t,min} = \frac{V_{Ed} \cdot l_{eff}}{300} = 49,2 \text{ kNm} \\ M_{t,cr} = f_{ctm} \cdot W_t = 123,0 \text{ kNm} \end{array} \right.$$



$M_t = 82,5 \text{ kNm (123,0 kNm)}$
 $M_z = 84,0 \text{ kNm}$

$H_o = M_z/z + 0,5 \cdot M_t \cdot 4/l = 123,0/1,0 + 0,5 \cdot 84,0 \cdot 4/30,0 = 128,6 \text{ kN}$
 $H_u = M_z/z - 0,5 \cdot M_t \cdot 4/l = 123,0/1,0 - 0,5 \cdot 84,0 \cdot 4/30,0 = 117,4 \text{ kN}$

8. Seite 51 („Verankerung und Übergreifung der Betonstahlbewehrung“)

$$N_{Ed} = N_{pm,\infty} = 1,78 \cdot 0,73 = 1,30 \text{ MN (siehe 6.4 und 7.3)}$$

wird ersetzt durch:

$$N_{Ed} = N_{pm,\infty} = 1,78 \cdot 0,73 = 1,30 \text{ MN (siehe 6.2 und 7.3)}$$

9. Seite 52 („Verankerung und Übergreifung der Betonstahlbewehrung“)

$$l_{0,min} \text{ Mindestwert der Übergreifungslänge } \max \{0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15\emptyset; 200 \text{ mm}\}$$

wird ersetzt durch:

$$l_{0,min} \text{ Mindestwert der Übergreifungslänge } \max \{0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15\emptyset; 200 \text{ mm}\}$$

Bonn, November 2016