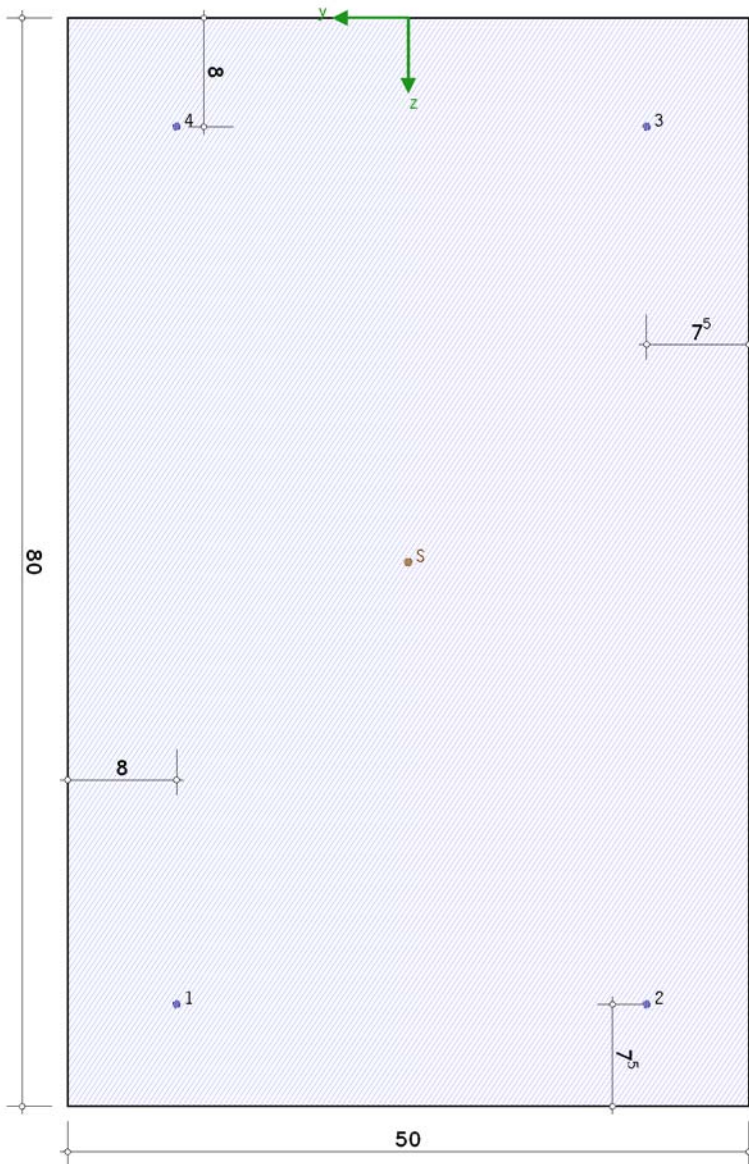


# POS. 24: RECHTECKQUERSCHNITT

Stahlbeton Bemessung EC 2 (1.11), NA: Deutschland

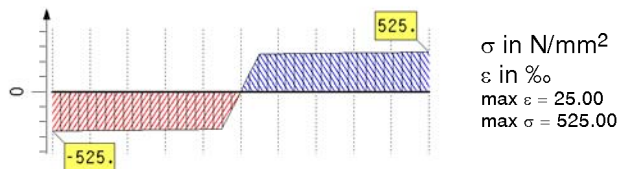
## 1. Eingabeprotokoll



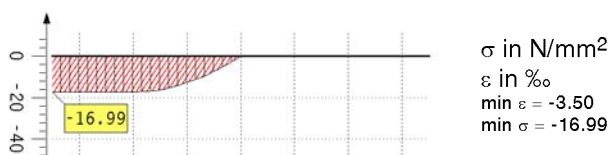
### 1.1. Material

Betonstahl B500A, Beton C30/37

Spannungsdehnungslinie des Betonstahls: EC 2-1-1, 3.2.7 (bilinear)



Spannungsdehnungslinie des Betons: EC 2-1-1, 3.1.7 (Parabel-Rechteck-Diagramm)



## 1.2. Material sicherheitsbeiwerte

Bemessungssituation: Grundkombination

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

## 1.3. Querschnitt

Rechteck:  $h = 80.0$  cm,  $b = 50.0$  cm

Bewehrungsvariante 2: Einzelbewehrung

Nr	y cm	z cm	Grp	A <sub>s0</sub> cm <sup>2</sup>	A <sub>s1</sub> cm <sup>2</sup>	Rng
1	17.0	72.5	1	0.00	10.00	-
2	-17.5	72.5	2	0.00	10.00	-
3	-17.5	8.0	3	0.00	10.00	-
4	17.0	8.0	4	0.00	10.00	-

y,z: Koordinaten bzgl. des Ursprungs; Grp: Bewehrungsgruppe; A<sub>s0</sub>: Grund-/Mindestbewehrung; A<sub>s1</sub>: Maximalbewehrung  
Rng: Bemessungsreihenfolge der Bewehrungsgruppen lastfallweise variabel

Achsabstände:  $d_o = 8.0$  cm,  $d_u = 7.5$  cm,  $d_l = 8.0$  cm,  $d_r = 7.5$  cm

max. Bewehrungsgrad  $\rho_s = 8.00\%$

## 1.4. Dauerhaftigkeit und Betondeckung

Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung

infolge Bewehrungskorrosion X0  $\Rightarrow$  C12/15,  $c_{min} = 10$  mm ( $\geq \varnothing_s$ !!),  $\Delta c = 10$  mm,  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 20$  mm

Mindestbetongüte C12/15 mit  $f_{ck} = 12.0$  N/mm<sup>2</sup> < 30.0 N/mm<sup>2</sup> ok

## 1.5. Bemessungsparameter

### 1.5.1. Biege-/Schubbemessung

#### 1.5.1.1. Biegebemessung

Mindestbewehrung für Träger

Rangfolge automatisch (lastfallweise variabel)

Mindestausmitte der Drucknormalkraft

#### 1.5.1.2. Schubbemessung

Betonstahl wie Biegebewehrung

Querkraft

Neigungswinkel der Querkraftbewehrung  $\alpha = 90^\circ$

vereinfachter Ansatz des Druckstrebenwinkels

mit Mindestbewehrung (Balken)

innerer Hebelarm  $z = 0.9 \cdot d \leq d - 2 \cdot c_{v,l} \leq d - c_{v,l} - 3$  cm

mit Verlegemaß zur Längsbewehrung in der Druckzone  $c_{v,l} = 3.0$  cm

Bemessungswert des Querkraftwiderstands ohne Querkraftbewehrung  $V_{Rd,c}$  begrenzen

Torsion

effektive Dicke einer Wand  $t_{eff}$  nach Norm

### 1.5.1.3. Bemessungsgrößen

Lk	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>y,Ed</sub> kNm	V <sub>z,Ed</sub> kN	M <sub>z,Ed</sub> kNm	V <sub>y,Ed</sub> kN	
1	-742.03	39.43	-9.86	-174.55	-38.24	Import Lk 1
2	-96.56	-270.04	52.51	24.01	6.00	Import Lk 2
3	-691.63	34.01	-8.50	-266.32	-57.58	Import Lk 3
4	-655.63	39.43	-9.86	-29.08	-7.27	Import Lk 4
5	-240.56	-270.04	52.51	-218.45	-45.61	Import Lk 5
6	-218.99	15.83	-3.96	-8.68	-2.17	Import Lk 6
7	-668.58	-132.09	24.02	-154.94	-33.33	Import Lk 7
8	-534.56	-255.29	48.82	-232.62	-49.16	Import Lk 8
9	-253.63	19.26	-4.81	-9.69	-2.42	Import Lk 9

## 2. Hinweis

Schubbemessung: Bei zweiachsiger Beanspruchung wird jede Richtung separat untersucht.

## 3. Biege-/Schubbemessung

### Materialkennwerte

Biegebemessung:

Beton n. EC 2, 3.1.7(1): C30/37,  $\epsilon_{c2} = -2.00\%$ ,  $\epsilon_{cu2} = -3.50\%$ ,  $f_{cd} = 17.00$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma$ - $\epsilon$ -Linie n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A,  $\epsilon_{ud} = 25.0\%$ ,  $f_{yd} = 434.78$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{td} = 456.52$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_s = 200000.0$  N/mm<sup>2</sup>

Schubbemessung:

$\sigma$ - $\epsilon$ -Linie n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A,  $\epsilon_{ud} = 25.0\%$ ,  $f_{yd} = 434.78$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{td} = 456.52$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_s = 200000.0$  N/mm<sup>2</sup>

### 3.1. Ergebnistabelle

Lk	$N_{Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{z,Ed}$ kNm	$V_{y,Ed}$ kN	$A_{s1}$ cm <sup>2</sup>	$A_{s3}$ cm <sup>2</sup>	$A_{s4}$ cm <sup>2</sup>	$a_{sbv}$ cm <sup>2</sup> /m	
1	-742.03	39.43	-9.86	-174.55	-38.24	0.36	---	0.36	7.41	
2	-96.56	-270.04	52.51	24.01	6.00	---	3.75	3.75	7.41	
3	-691.63	34.01	-8.50	-266.32	-57.58	3.59	---	3.59	7.41	
4	-655.63	39.43	-9.86	-29.08	-7.27	---	---	---	7.41	
5	-240.56	-270.04	52.51	-218.45	-45.61	0.31	---	10.00	7.41	
6	-218.99	15.83	-3.96	-8.68	-2.17	0.00	0.00	0.00	7.41	
7	-668.58	-132.09	24.02	-154.94	-33.33	---	---	0.98	7.41	
8	-534.56	-255.29	48.82	-232.62	-49.16	---	---	7.86	7.41	
9	-253.63	19.26	-4.81	-9.69	-2.42	0.00	0.00	0.00	7.41	
		0.00		-96.55		2.35	---	2.35		Minbew
		-154.48		0.00		---	2.19	2.19		Minbew

$N, M_y, V_z, M_z, V_y$ : Bemessungsgrößen;  $A_s$ : Biegebewehrung;  $a_{sbv}$ : Querkraftbewehrung

### 3.2. Lk 5 (maßgebend)

#### 3.2.1. Biegebemessung (EC 2, 6.1)

Bemessungsgrößen:  $N_{Ed} = -240.56$  kN,  $M_{y,Ed} = -270.04$  kNm,  $M_{z,Ed} = -218.45$  kNm

Grenzdehnungen:  $\epsilon_{c1} = -3.500\%$ ,  $\epsilon_{s1} = -1.555\%$ ,  $\epsilon_{s2} = 8.820\%$ ,  $\epsilon_{c2} = 10.895\%$ ,  $\alpha_k = 347.31^\circ$

Bemessungshilfswerte:  $d = 56.8$  cm,  $z = 58.7$  cm,  $x = 16.13$  cm

Bewehrung (Biegung/Normalkraft):  $A_{s1} = 0.31$  cm<sup>2</sup>,  $A_{s2} = 0.00$  cm<sup>2</sup>,  $A_{s3} = 0.00$  cm<sup>2</sup>,  $A_{s4} = 10.00$  cm<sup>2</sup>

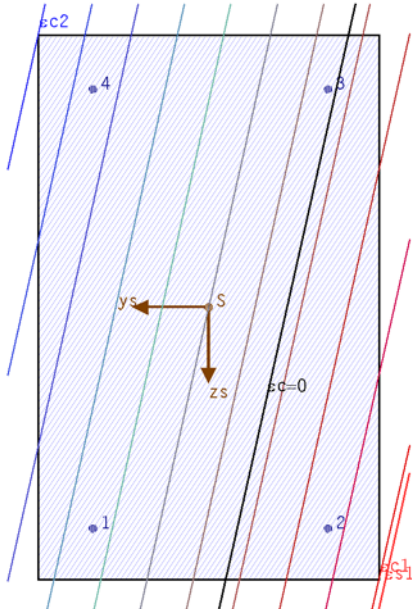
Meldungen zum Rechenlauf

Biegebemessung: stabförmiges Druckglied

Hinweise

Die Längsbewehrung stabförmiger Druckglieder ist nach EC 2, 9.5.3(6) durch Querbewehrung zu umschließen !!

Grenzdehnungen



Grenzdehnungen:  $\epsilon_{c1} = -3.500\%$ ,  $\epsilon_{s1} = -1.555\%$ ,  $\epsilon_{s2} = 8.820\%$ ,  $\epsilon_{c2} = 10.895\%$ ,  $\alpha_k = 347.31^\circ$

#### 3.2.2. Schubbemessung (EC 2, 6.2) - jeweils in den Koordinatenrichtungen

Querkraft in y-Richtung

Bemessungsquerkraft  $V_{y,Ed} = 45.61$  kN

Bemessungshilfswerte:  $\rho_{ly} = 0.31\%$ ,  $z_y' = 36.0$  cm,  $V_{y,Rd,c} = 165.77$  kN,  $\Theta_y = 39.81^\circ$ ,  $V_{y,Rd,max} = 1805.90$  kN,

$AB_y = 1$  für  $V_{y,Ed}/V_{y,Rd,max} = 0.025$ ,  $\Delta F_{ys,Ed} = 27.37$  kN

Bewehrung  $a_{sbv,y} = 7.41$  cm<sup>2</sup>/m

Querkraft in z-Richtung

Bemessungsquerkraft  $V_{z,Ed} = 52.51$  kN

Bemessungshilfswerte:  $\rho_{lz} = 0.29\%$ ,  $z_z' = 64.8$  cm,  $V_{z,Rd,c} = 138.57$  kN,  $\Theta_z = 39.81^\circ$ ,  $V_{z,Rd,max} = 2031.64$  kN,

$AB_z = 1$  für  $V_{z,Ed}/V_{z,Rd,max} = 0.026$ ,  $\Delta F_{zs,Ed} = 31.51$  kN

Bewehrung  $a_{sbv,z} = 4.63$  cm<sup>2</sup>/m

Bewehrung gesamt

$a_{sbv} = 7.41$  cm<sup>2</sup>/m

Meldungen zum Rechenlauf

Schubbemessung: Mindestbewehrung (s. EC 2, 9.2.2)

Schubbemessung: Längsbewehrung berücksichtigt

### 3.3. Ergebnis

resultierende Bewehrung:  $A_{s1} = 3.59 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s3} = 3.75 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s4} = 10.00 \text{ cm}^2$   
 $a_{sbV} = 7.41 \text{ cm}^2/\text{m}$ ,  $a_{sbT} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ ,  $A_{sT} = 0.00 \text{ cm}^2$

### 4. Endergebnis

maximale Bewehrung:  $A_{s1} = 3.59 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s3} = 3.75 \text{ cm}^2$ ,  $A_{s4} = 10.00 \text{ cm}^2$   
 $a_{sbV} = 7.41 \text{ cm}^2/\text{m}$ ,  $a_{sbT} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ ,  $A_{sT} = 0.00 \text{ cm}^2$

## Tragfähigkeit gewährleistet

### 5. Gewählte Bewehrung

Betondeckung (Verlegemaß)  $c_v = 5.0 \text{ cm}$

Gruppe 1: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung für  $\varnothing_s = 25 \text{ mm}$ ,  $\varnothing_{sb} = 10 \text{ mm}$

infolge Bewehrungskorrosion X0  $\Rightarrow$  C12/15,  $c_{min} = \varnothing_s = 25 \text{ mm}$ ,  $\Delta c = 10 \text{ mm}$ ,  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 35 \text{ mm} < c_v = 50 \text{ mm}$  **ok**

Mindestbetongüte C12/15 mit  $f_{ck} = 12.0 \text{ N/mm}^2 < 30.0 \text{ N/mm}^2$  **ok**

Mindestachsabstand  $\min d = c_v + \varnothing_{sb} + \varnothing_s / 2 = 73 \text{ mm} < \text{clc } d = 75 \text{ mm}$  **ok**

Gruppe 2: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung für  $\varnothing_s = 25 \text{ mm}$ ,  $\varnothing_{sb} = 10 \text{ mm}$

infolge Bewehrungskorrosion X0  $\Rightarrow$  C12/15,  $c_{min} = \varnothing_s = 25 \text{ mm}$ ,  $\Delta c = 10 \text{ mm}$ ,  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 35 \text{ mm} < c_v = 50 \text{ mm}$  **ok**

Mindestbetongüte C12/15 mit  $f_{ck} = 12.0 \text{ N/mm}^2 < 30.0 \text{ N/mm}^2$  **ok**

Mindestachsabstand  $\min d = c_v + \varnothing_{sb} + \varnothing_s / 2 = 73 \text{ mm} < \text{clc } d = 75 \text{ mm}$  **ok**

Gruppe 3: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung für  $\varnothing_s = 25 \text{ mm}$ ,  $\varnothing_{sb} = 10 \text{ mm}$

infolge Bewehrungskorrosion X0  $\Rightarrow$  C12/15,  $c_{min} = \varnothing_s = 25 \text{ mm}$ ,  $\Delta c = 10 \text{ mm}$ ,  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 35 \text{ mm} < c_v = 50 \text{ mm}$  **ok**

Mindestbetongüte C12/15 mit  $f_{ck} = 12.0 \text{ N/mm}^2 < 30.0 \text{ N/mm}^2$  **ok**

Mindestachsabstand  $\min d = c_v + \varnothing_{sb} + \varnothing_s / 2 = 73 \text{ mm} < \text{clc } d = 75 \text{ mm}$  **ok**

Gruppe 4: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung für  $\varnothing_s = 28 \text{ mm}$ ,  $\varnothing_{sb} = 10 \text{ mm}$

infolge Bewehrungskorrosion X0  $\Rightarrow$  C12/15,  $c_{min} = \varnothing_s = 28 \text{ mm}$ ,  $\Delta c = 10 \text{ mm}$ ,  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 38 \text{ mm} < c_v = 50 \text{ mm}$  **ok**

Mindestbetongüte C12/15 mit  $f_{ck} = 12.0 \text{ N/mm}^2 < 30.0 \text{ N/mm}^2$  **ok**

Mindestachsabstand  $\min d = c_v + \varnothing_{sb} + \varnothing_s / 2 = 74 \text{ mm} < \text{clc } d = 80 \text{ mm}$  **ok**

Biegebewehrung:

Grp	$n_s$	$\varnothing_s$ mm	vorh $A_s$ $\text{cm}^2$	erf $A_s$ $\text{cm}^2$	vorh $d$ cm	clc $d$ cm
1	1	25	4.91 $\geq$	3.59	7.25 $\leq$	7.50 <b>ok</b>
2	1	25	4.91 $\geq$	0.00	7.25 $\leq$	7.50 <b>ok</b>
3	1	25	4.91 $\geq$	3.75	7.25 $\leq$	7.50 <b>ok</b>
4	1	28	6.16 $<$	10.00	7.40 $\leq$	8.00 <b>nicht ok !!</b>

Grp: Bewehrungsgruppe;  $n_s$ ,  $\varnothing_s$ : Anzahl und Stabdurchmesser je Gruppe; vorh  $A_s$ : vorhandene Bewehrung einer Gruppe

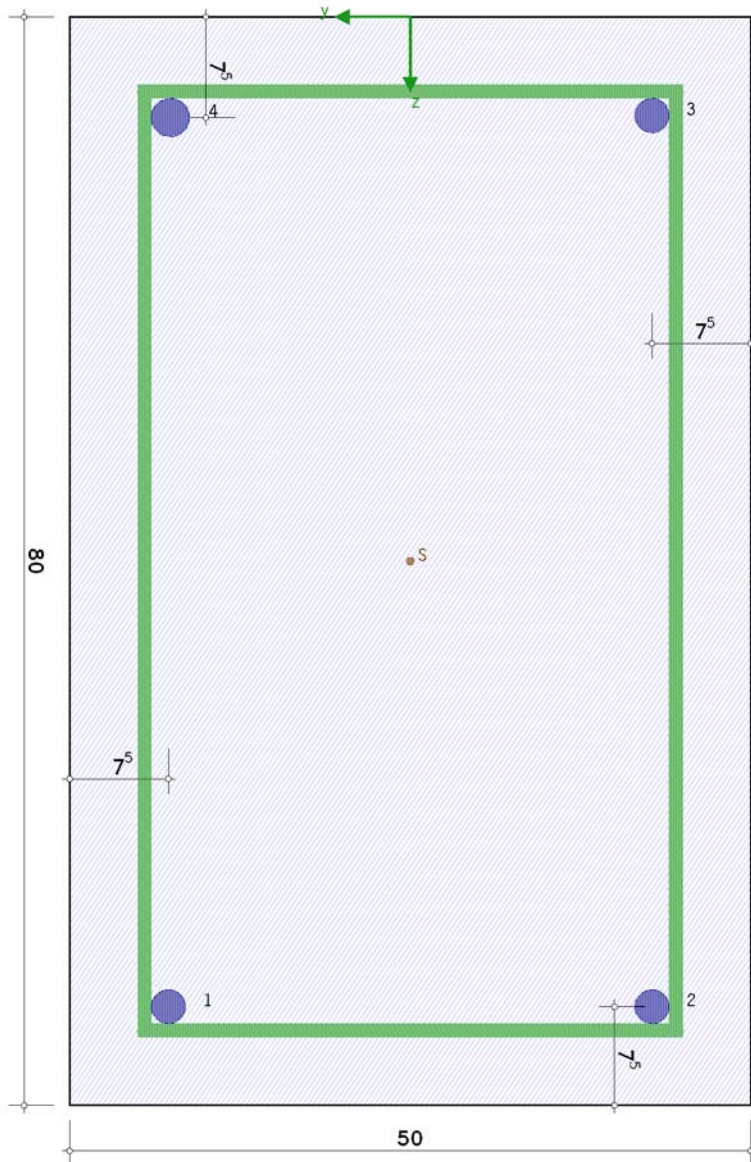
erf  $A_s$ : erforderliche Bewehrung einer Gruppe; vorh  $d$ : vorhandener Achsabstand der Gruppe; clc  $d$ : Berechnungs-Achsabstand der Gruppe

Schubbewehrung:

Bügelbewehrung aus Querkraft  $\varnothing 10 / 20.0 \text{ cm}$ , 2-schnittig

Bewehrung vorh  $a_{sbV} = 7.85 \text{ cm}^2/\text{m} > \text{erf } a_{sbV} = 7.41 \text{ cm}^2/\text{m}$  **ok**

Grafik:



## 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