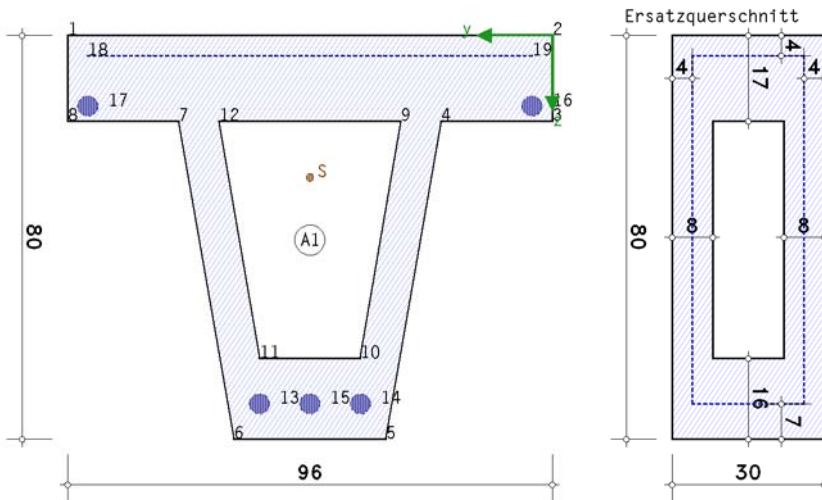


POS. 16: POLYGONALER QUERSCHNITT

Stahlbeton Bemessung EC 2 (1.11), NA: Deutschland

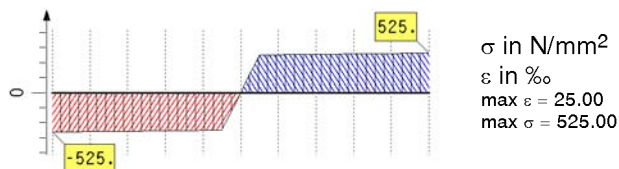
1. Eingabeprotokoll



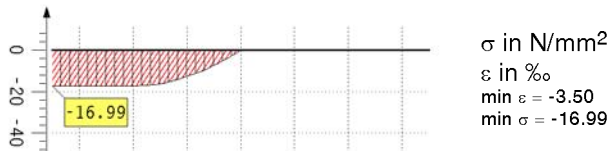
1.1. Material

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

Polygon: Angaben A_{s0} , A_{s1} , Rng gelten jeweils für die gesamte Gruppe. Rang 0 (Bemessung): Bewehrung wird ignoriert.

Nr	y cm	z cm	Typ	Grp/ A_c -/cm ²	A_{s0} cm ²	A_{s1} cm ²	Rng
1	96.0	0.0	B				
2	0.0	0.0	B				
3	0.0	17.0	B				
4	22.0	17.0	B				
5	33.0	80.0	B				
6	63.0	80.0	B				
7	74.0	17.0	B				
8	96.0	17.0	B				
9	30.0	17.0	A	1			
10	38.0	64.0	A	1			
11	58.0	64.0	A	1			
12	66.0	17.0	A	1			
13	58.0	73.0	E	1	4.91	10.00	1
14	38.0	73.0	E	1			
15	48.0	73.0	E	1			
16	4.0	14.0	E	2	4.91	10.00	3
17	92.0	14.0	E	2			
18	92.0	4.0	L	3	4.91	20.00	2

Nr	y cm	z cm	Typ	Grp/Ac -/cm ²	As0 cm ²	As1 cm ²	Rng
19	4.0	4.0	L	3			

Typ: B Betonaußenrand, A große Aussparung, P Punktaussparung, E einzelner Bewehrungsstab, L linienverteilte Bewehrung
y,z: Koordinaten bzgl. des Ursprungs; Grp: Bewehrungsgruppe, Nr. der großen Aussparung; Ac: Fläche der Punktaussparung
As0: Grund-/Mindestbewehrung einer Gruppe; As1: Maximalbewehrung einer Gruppe; Rng: Bemessungsreihenfolge der Bewehrungsgruppen

Ersatzquerschnitt (Rechteck) für die Schubbemessung:
h = 80.0 cm, b = 30.0 cm, h_o = 17.0 cm, h_u = 16.0 cm, b_l = 8.0 cm, b_r = 8.0 cm
Achsabstände: d_o = 4.0 cm, d_u = 7.0 cm, d_l = 4.0 cm, d_r = 4.0 cm
max. Bewehrungsgrad ρ_s = 8.00%

1.4. Dauerhaftigkeit und Betondeckung

Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung
infolge Bewehrungskorrosion XC3 ⇒ C20/25, c_{min} = 20 mm (≥ Ø_s!!), ΔC = 15 mm, c_{nom} = c_{min}+ΔC = 35 mm
infolge Betonangriff XA1 ⇒ C25/30
Mindestbetongüte C25/30 mit f_{ck} = 25.0 N/mm² < 30.0 N/mm² ok

1.5. Bemessungsparameter

1.5.1. Biege-/Schubbemessung

1.5.1.1. Biegebemessung

Mindestbewehrung für Träger
Mindestausmitte der Drucknormalkraft

1.5.1.2. Schubbemessung

Betonstahl wie Biegebewehrung
Querkraft

Neigungswinkel der Querkraftbewehrung α = 90°

minimaler Druckstrebenwinkel

mit Mindestbewehrung (Balken)

innerer Hebelarm z = 0.9·d ≤ d-2·c_{v,l} ≤ 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 1: Import Lk 1

N_{Ed} = 1.85 kN, M_{y,Ed} = 281.60 kNm, V_{z,Ed} = -22.69 kN, M_{z,Ed} = -20.31 kNm, V_{y,Ed} = -4.06 kN
T_{t,Ed} = 17.24 kNm

Lk 2: Import Lk 2

N_{Ed} = 29.13 kN, M_{y,Ed} = -101.24 kNm, V_{z,Ed} = 157.67 kN, M_{z,Ed} = 241.20 kNm, V_{y,Ed} = 89.10 kN
T_{t,Ed} = 8.20 kNm

Lk 3: Import Lk 3

N_{Ed} = 23.83 kN, M_{y,Ed} = -85.92 kNm, V_{z,Ed} = 135.17 kN

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, ε_{c2} = -2.00‰, ε_{cu2} = -3.50‰, f_{cd} = 17.00 N/mm²

σ-ε-Linie n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A, ε_{ud} = 25.00‰, f_{yd} = 434.78 N/mm², f_{td} = 456.52 N/mm², E_s = 200000.0 N/mm²

Schubbemessung:

σ-ε-Linie n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A, ε_{ud} = 25.00‰, f_{yd} = 434.78 N/mm², f_{td} = 456.52 N/mm², E_s = 200000.0 N/mm²

3.1. Ergebnistabelle

Bemessungsgrößen

Lk	N _{Ed} kN	M _{y,Ed} kNm	V _{z,Ed} kN	M _{z,Ed} kNm	V _{y,Ed} kN	T _{t,Ed} kNm	
1	1.85	281.60	-22.69	-20.31	-4.06	17.24	
2	29.13	-101.24	157.67	241.20	89.10	8.20	
3	23.83	-85.92	135.17	0.00	0.00	0.00	
		107.59		0.00			Minbew
		0.00		93.43			Minbew
		-198.50		0.00			Minbew

N, M_y, V_z, M_z, V_y, T_t: Bemessungsgrößen

Bewehrung und Zwischenergebnisse



Lk	As1 cm ²	As3 cm ²	asbv cm ² /m	asbt cm ² /m	AsT cm ²	U _{y,vt}	U _{z,vt}
1	8.65	---	3.06	0.83	7.06	0.270	0.311
2	10.00	13.77	4.83	0.58	2.38	0.369	0.379
3	10.00	2.76	3.06	---	---	---	---
	2.97	---					
	10.00	1.74					Minbew
	10.00	5.41					Minbew

As: Biegebewehrung; asbv: Querkraftbewehrung; asbt,AsT: Torsionsbewehrung; U_{y,vt},U_{z,vt}: Interaktion Querkraft mit Torsion

3.2. Lk 2 (maßgebend)

3.2.1. Biegebemessung (EC 2, 6.1)

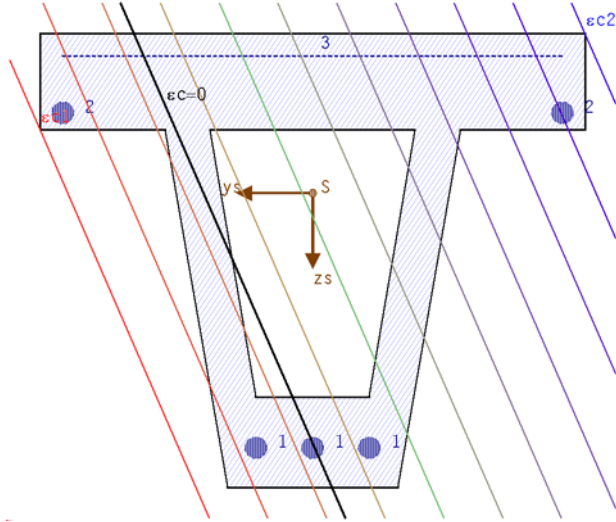
Bemessungsgrößen: N_{Ed} = 29.13 kN, M_{y,Ed} = -101.24 kNm, M_{z,Ed} = 241.20 kNm

Grenzdehnungen: ε_{c1} = -3.500‰, ε_{s1} = -2.482‰, ε_{s2} = 15.247‰, ε_{c2} = 16.349‰, α_k = 203.50°

Bemessungshilfswerte: d = 89.6 cm, z = 43.9 cm, x = 16.72 cm

Bewehrung (Biegung/Normalkraft): As1 = 10.00 cm², As2 = 0.00 cm², As3 = 13.77 cm²

Grenzdehnungen



Grenzdehnungen: ε_{c1} = -3.500‰, ε_{s1} = -2.482‰, ε_{s2} = 15.247‰, ε_{c2} = 16.349‰, α_k = 203.50°

3.2.2. Schubbemessung (EC 2, 6.2+6.3) - separat für V_{y,Ed}+T_{Ed} und V_{z,Ed}+T_{Ed}

Querkraft in y-Richtung

Bemessungsquerkraft V_{y,Ed} = 89.10 kN

Bemessungshilfswerte: ρ_{ly} = 2.00%, z_y' = 20.0 cm, V_{y,Rd,c} = 60.02 kN, Θ_y = 25.22°, V_{y,Rd,max} = 324.38 kN,

AB_y = 1 für V_{y,Ed}/V_{y,Rd,max} = 0.275, ΔF_{ys,Ed} = 94.59 kN

Bewehrung asbv,y = 4.83 cm²/m

Torsion in y-Richtung

Bemessungsmoment T_{Ed} = 8.20 kN

Bemessungshilfswerte: V_{y,Ed,T+V} = 27.29 kN, Θ_y = 25.22°, T_{y,Rd,max} = 87.19 kNm

Bewehrung: asbt,y = 0.56 cm²/m, As_{t,y} = 2.38 cm²

Querkraft mit Torsion in y-Richtung

Torsionsrissmoment T_{y,Rd,c} = 6.53 kNm, Torsionsquerkraft V_{y,Ed,T} = 200.92 kN

Für T_{Ed} > T_{y,Rd,c} und V_{y,Ed,T} > V_{y,Rd,c} ⇒ Nachweis: (T_{Ed}/T_{y,Rd,max})+(V_{y,Ed}/V_{y,Rd,max}) = 0.369 < 1 ok

Querkraft in z-Richtung

Bemessungsquerkraft V_{z,Ed} = 157.67 kN

Bemessungshilfswerte: ρ_{lz} = 1.95%, z_z' = 68.4 cm, V_{z,Rd,c} = 68.16 kN, Θ_z = 25.94°, V_{z,Rd,max} = 548.89 kN,

AB_z = 1 für V_{z,Ed}/V_{z,Rd,max} = 0.287, ΔF_{zs,Ed} = 162.06 kN

Bewehrung asbv,z = 2.58 cm²/m

Torsion in z-Richtung

Bemessungsmoment T_{Ed} = 8.20 kN

Bemessungshilfswerte: V_{z,Ed,T+V} = 97.47 kN, Θ_z = 25.94°, T_{z,Rd,max} = 88.98 kNm

Bewehrung asbt,z = 0.58 cm²/m, As_{t,z} = 2.30 cm²

Querkraft mit Torsion in z-Richtung

Torsionsrissmoment T_{z,Rd,c} = 5.61 kNm, Torsionsquerkraft V_{z,Ed,T} = 388.30 kN

Für T_{Ed} > T_{z,Rd,c} und V_{z,Ed,T} > V_{z,Rd,c} ⇒ Nachweis: (T_{Ed}/T_{z,Rd,max})+(V_{z,Ed}/V_{z,Rd,max}) = 0.379 < 1 ok

Bewehrung gesamt

asbv = 4.83 cm²/m, asbt = 0.58 cm²/m, As_t = 2.38 cm²

Meldungen zum Rechenlauf

Schubbemessung: Längsbewehrung berücksichtigt

3.3. Ergebnis

resultierende Bewehrung: $A_{s1} = 10.00 \text{ cm}^2$, $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{s3} = 13.77 \text{ cm}^2$
 $a_{sbV} = 4.83 \text{ cm}^2/\text{m}$, $a_{sbT} = 0.83 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{sT} = 7.06 \text{ cm}^2$

Ausnutzung: $U_{y,vt} = 0.369 < 1$ **ok**, $U_{z,vt} = 0.379 < 1$ **ok**

4. Endergebnis

maximale Bewehrung: $A_{s1} = 10.00 \text{ cm}^2$, $A_{s2} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{s3} = 13.77 \text{ cm}^2$
 $a_{sbV} = 4.83 \text{ cm}^2/\text{m}$, $a_{sbT} = 0.83 \text{ cm}^2/\text{m}$, $A_{sT} = 7.06 \text{ cm}^2$

maximale Ausnutzung: $U_{y,vt} = 0.369 < 1$ **ok**, $U_{z,vt} = 0.379 < 1$ **ok**

Tragfähigkeit gewährleistet

5. 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