

VERBUNDSTÜTZEN BEMESSUNG

1) Allgemeines

Elastizitätsmodul

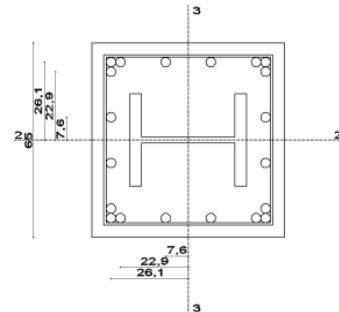
Beton: $E_{cm} = 3.700,00 \text{ kN/cm}^2$
 $\varphi = 1,15$

	Stahl	Beton	Betonstahl
	S355	C50/60	B 500 B
$f_{va}, f_{ck}, f_{vs} \text{ (kN/cm}^2\text{)}$	35,50	5,00	50,00
$E_a, E_{ce}, E_s \text{ (kN/cm}^2\text{)}$	21.000,00	2.070,87	21.000,00
$\gamma_a, \gamma_c, \gamma_s$	1,10	1,50	1,15

2) Bemessungswerte

$N = 1.900,00 \text{ kN}$
 $M_2 = M_z = 670,73 \text{ kNm}$
 $M_3 = M_y = 1.856,21 \text{ kNm}$

 $N_G = 1.299,74 \text{ kN}$



3) Geometrische Daten

$l = 10,35 \text{ m}$
 Abmessung Stahl Stütze

HEM 360
 $h = 395,00 \text{ mm}$
 $b = 308,00 \text{ mm}$
 $A = 318,40 \text{ cm}^2$
 $tw = 21,00 \text{ mm}$
 $tf = 40,00 \text{ mm}$
 $I_y = 84.870,00 \text{ cm}^4$
 $I_z = 19.520,00 \text{ cm}^4$
 $W_{pl,y} = 4.989,00 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,z} = 1.942,00 \text{ cm}^3$

S 65/65

$B = 70,00 \text{ cm}$
 $D = 70,00 \text{ cm}$
 $A = 4.900,00 \text{ cm}^2$
 $I = 2.000.833,33 \text{ cm}^4$
 $i = 20,21 \text{ cm}$
 $\lambda = 102,44$

Gewählte Bewehrung

$\varnothing = 32$
 $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$
 Stück = 20
 $A_s = 160,85 \text{ cm}^2$
 $I = 10,29 \text{ cm}^4$

4) Vollplastische Normalkrafttragfähigkeit

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd}$$

$N_{pla,Rd} = A_a * f_{yd} = 10.275,64 \text{ kN}$ $\delta = 0,3$
 $N_{plc,Rd} = 0,85 * A_c * f_{cd} = 13.883,33 \text{ kN}$ $< 0,90$
 $N_{pls,Rd} = A_s * f_{ysd} = 6.993,46 \text{ kN}$

Normalkrafttragfähigkeit

$N_{pl,Rd} = 31.152,43 \text{ kN}$
 $N_{pl,R} = 40.170,68 \text{ kN}$

	$I_y \text{ (cm}^4\text{)}$	$I_z \text{ (cm}^4\text{)}$
HEM 360	84.870,00	19.520,00
Bewehrung	84.677,63	84.677,63
Beton (neto)	1.831.285,70	1.896.635,70

Die Biegefestigkeit

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a \cdot I_a + E_s \cdot I_s + 0,6 \cdot E_{\text{ce}} \cdot I_c$$

$$(EI)_{\text{eff},y} = 5.835.918,111 \quad \text{kNcm}^2 = 583.591,81 \quad \text{kNm}^2$$

$$(EI)_{\text{eff},z} = 4.544.767,103 \quad \text{kNcm}^2 = 454.476,71 \quad \text{kNm}^2$$

Verzweigungslast

$$N_{\text{cry}} = \pi^2 (EI)_{\text{eff},y} / l_0^2 = 13.442,13 \quad \text{kN}$$

$$N_{\text{crz}} = \pi^2 (EI)_{\text{eff},z} / l_0^2 = 10.468,17 \quad \text{kN}$$

Schlankheit

$$\lambda_y = (N_{\text{pl,R}} / N_{\text{cr}})^{1/2} = 1,73 < 2 \quad \text{erfüllt}$$

$$\lambda_z = (N_{\text{pl,R}} / N_{\text{cr}})^{1/2} = 1,96 < 2 \quad \text{erfüllt}$$

Zustand II

$$\lambda_y = (N_{\text{pl,R}} / N_{\text{cr}})^{1/2} = 1,67 < 2 \quad \text{erfüllt}$$

$$\lambda_z = (N_{\text{pl,R}} / N_{\text{cr}})^{1/2} = 1,84 < 2 \quad \text{erfüllt}$$

Wert χ :

$$\Phi = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \alpha^2)$$

	Achse y (3-3)	Achse z (2-2)
$\alpha =$	0,34	0,49
$\Phi =$	2,14	2,60
$\chi =$	0,2866	0,2252

$$N_{\text{Ed}} / \chi \cdot N_{\text{pl,Rd}} = 0,213 \quad 0,271$$

Tragfähigkeit auf Normalkraft ist erfüllt.

Interaktion M-N

Widerstandsmomente

für Beton $W_{\text{pl,c}} = 85.750,00 \quad \text{cm}^3$

für Bewehrung $W_{\text{pl,s}} = 1.750,04 \quad \text{cm}^3$

Achse y $M_{\text{max,Rd,y}} = 480.055,80 \quad \text{kNcm}$

Achse y

	N_i (kN)	$N_i / N_{\text{pl,Rd}}$	M_i (kNm)	$M_i / M_{\text{max,Rd}}$
A	31.152,43	1,000	-	-
B	6.941,67	0,223	3.702,17	0,77
C	13.883,33	0,446	3.702,17	0,77
D	-	-	4.800,56	1,00
	1.900,00	0,061	1.856,21	0,39

Nulllinie durch Steg

$$h_n = 12,96 \quad \text{cm} \quad h_n < h/2 - t_f \quad 15,75 \quad \text{cm}$$

$$W_{\text{pan}} = 352,57 \quad \text{cm}^3$$

$$W_{\text{psn}} = 1.627,80 \quad \text{cm}^3$$

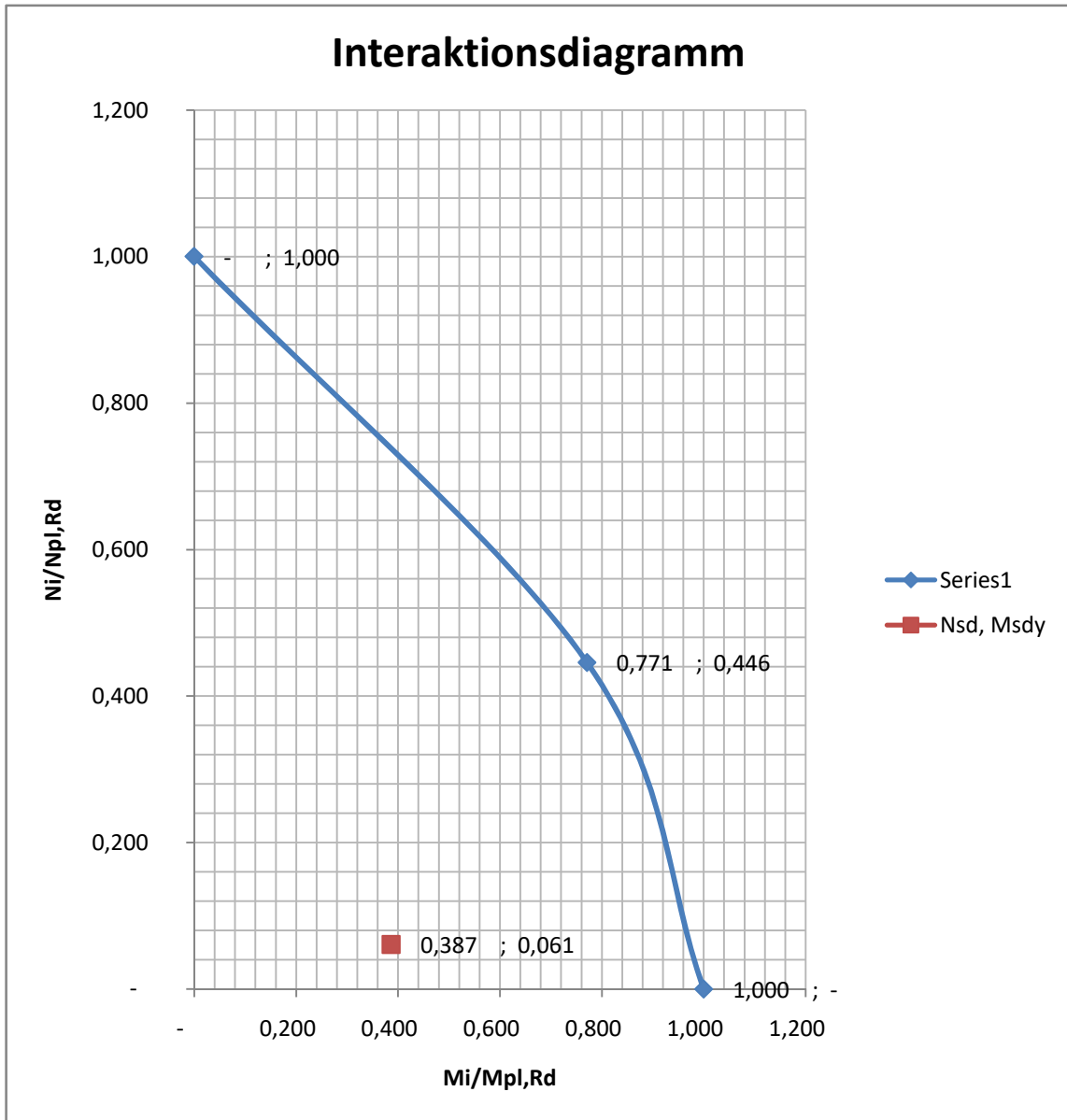
$$W_{\text{pcn}} = 9.771,85 \quad \text{cm}^3$$

$$M_{\text{n,Rd}} = 109.839,01 \quad \text{kNcm}$$

$$M_{\text{n,Rd}} = 1.098,39 \quad \text{kNm}$$

$$M_{\text{pl,Rd}} = 3.702,17 \quad \text{kNm}$$

Interaktionsdiagramm



$M_{pl,y,Rd} = 4.800,56 \text{ kNm}$
 $\mu_{dy} = 0,90$
 $M_{Sd,y} = 1.856,21 \text{ kNm}$
 $\alpha_{M,y} = 0,430$

Interaktion M-N

Widerstandsmomente

für Beton	$W_{pl,c} =$	85.750,00	cm^3
für Bewehrung	$W_{pl,s} =$	1.750,04	cm^3

Achse z	$M_{\max,Rd,z} =$	381.720,80	kNcm
---------	-------------------	------------	------

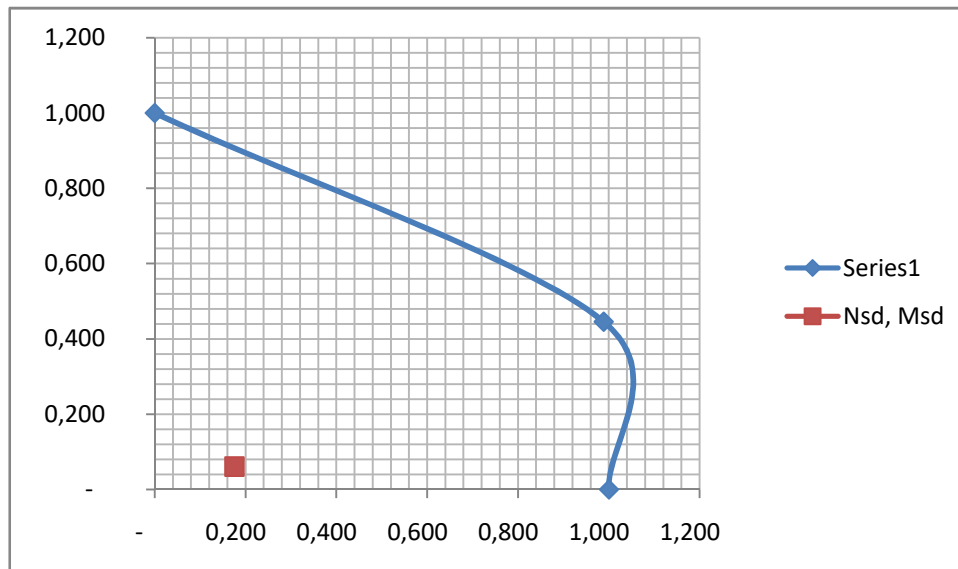
Achse z

	N_i (kN)	$N_i/N_{pl,Rd}$	M_i (kNm)	$M_i/M_{\max,Rd}$
A	31.152,43	1,000	-	-
B	6.941,67	0,223	3.773,24	0,99
C	13.883,33	0,446	3.773,24	0,99
D		-	3.817,21	1,00
	1.900,00	0,061	670,73	0,18

Nulllinie durch Steg

$$t_w/2 < h_n < b_a/2$$

$h_n =$	3,19	cm	$14,35$	cm
$W_{pan} =$	80,82	cm^3		
$W_{psn} =$	-	cm^3		
$W_{pcn} =$	631,17	cm^3		
$M_{n,Rd} =$	4.396,59	kNcm		
$M_{n,Rd} =$	43,97	kNm		
$M_{pl,Rd} =$	3.773,24	kNm		



$M_{pl,z,Rd} =$	3.817,21	kNm
$\mu_{dz} =$	0,90	
$M_{Sd,z} =$	670,73	kNm
$\alpha_{M,yz} =$	0,195	
$\alpha_{M,y} + \alpha_{M,z} =$	0,625	< 1

INTERAKTION ERFÜLLT.