

DIPLOM-HAUPTPRÜFUNG

Elemente des Stahlbaus

02. September 2003

Name:

| | | |
|----------------------|---|---|
| Aufgabe: | 1 | 2 |
| Erreichte Punktzahl: | | |

| | |
|---------------------|--|
| Abgegebene Blätter: | |
|---------------------|--|

Sh

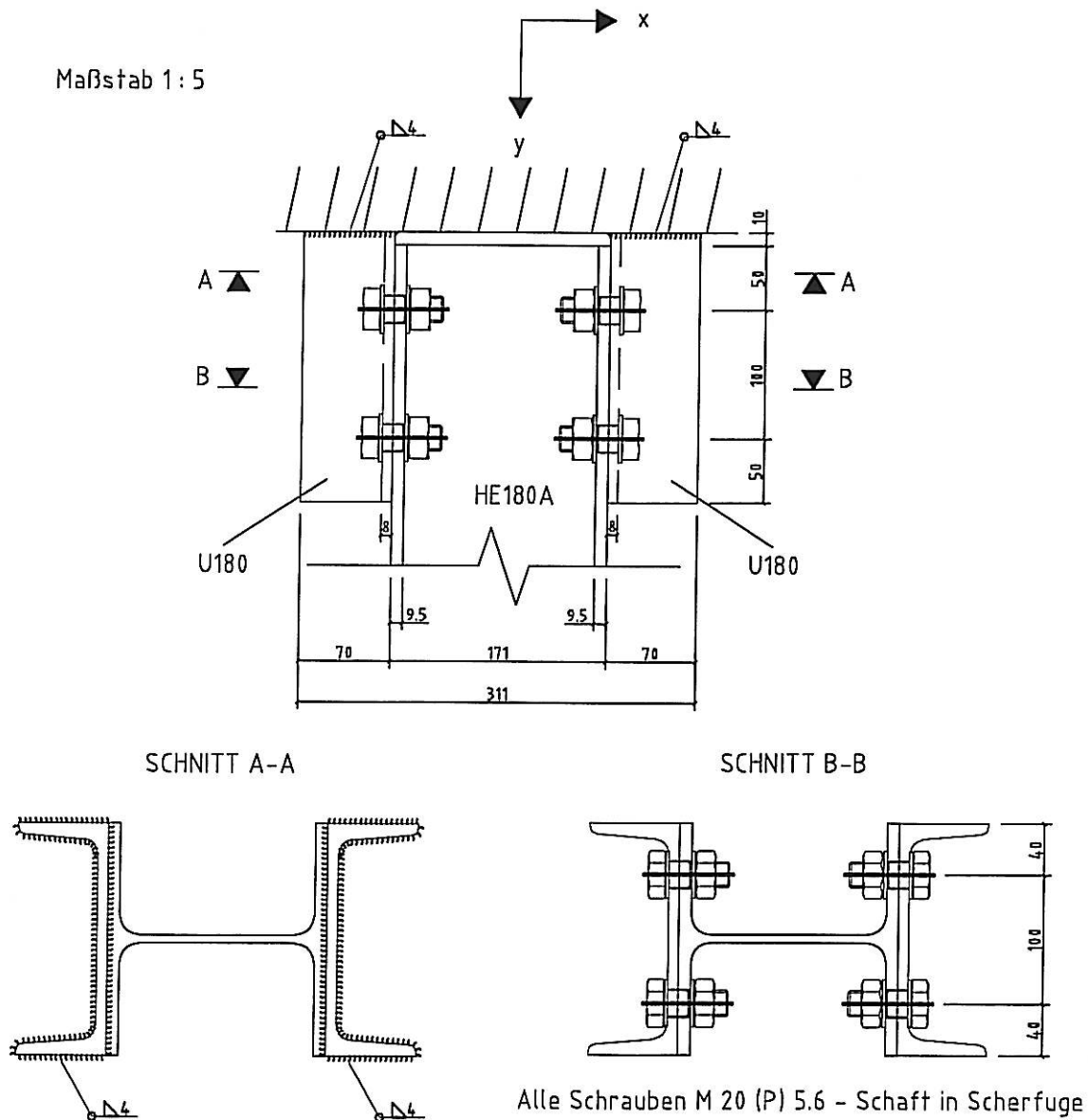
Aufgabe 1

25 min

Der in Abbildung 1.1 dargestellte Anschluss überträgt ein Moment $M_z=46\text{kNm}$ und eine Normalkraft $N_y=54\text{kN}$ (Indizes entsprechend dem dargestellten Koordinatensystem). Sämtliche Bauteile und Verbindungen sind nachzuweisen.

Hinweis: Stabilitätsnachweise sind nicht erforderlich.

Abbildung 1.1



alle Maße in mm

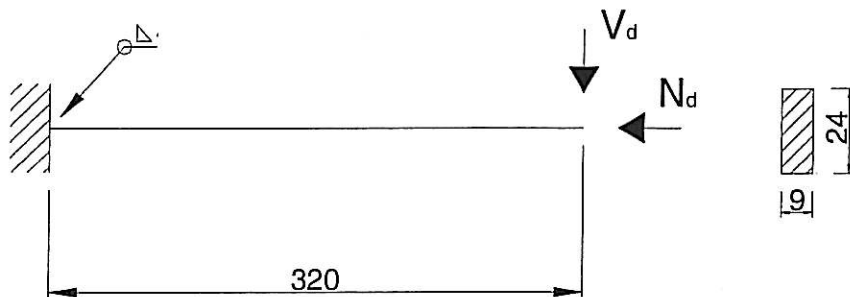
Aufgabe 2**20 min**

Ein Stab aus S355 wird mit einer Normalkraft N_d und einer Querkraft V_d belastet. Weisen Sie die Tragfähigkeit des Stabes und die des Schweißnahtanschlusses bei Berücksichtigung der Ausweichmöglichkeiten in Richtung der beiden Hauptachsen nach.

Angaben: $N_d = 4350 \text{ N}$

$V_d = 650 \text{ N}$

Hinweis: Ein Kippen des Stabes ist ausgeschlossen.



alle Angaben in mm

Abbildung 2.1: statisches System

Sh

HEA - geschwächter Querschnitt

$$A_{\text{netto}} = 45,3 - 4(2,1 \cdot 0,95) = 37,3 \text{ cm}^2$$

$$I_{\text{Netto}} = 2510 - 4 \cdot 2,1 \cdot 0,95 \cdot \left(\frac{17,1 - 0,95}{2} \right)^2 - 4 \cdot \frac{2,1 \cdot 0,95^3}{12}$$

$$= 1989 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{N}{A_N} + \frac{M}{W_N} = \frac{54}{37,3} + \frac{4600}{1989} \cdot \frac{17,1}{2} = 21,2 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{R,d}} = \frac{21,2}{21,8} = 0,97 \leq 1 \quad \checkmark$$

Schrauben

$\Rightarrow V_{a, R, d} = 94,4 \text{ kW}$ (Schneider Bauteilleon - Tab. 8.72)

$$\rightarrow e = 100 \text{ mm} > 73,5 \text{ mm} = 3,5 d_L$$


$$e_1 = 50 \text{ mm} < 63 \text{ mm} = 3d_L \quad \rightarrow \alpha_1 = 1,1 \cdot \frac{50}{21} - 0,3 = 2,3$$

$$e_2 = 40 \text{ mm} > 31,5 \text{ mm} = 1,5 d_L$$

$$e_3 = 100 \text{ mm} > 63 \text{ mm} = 3d_L$$

$f_{\min} = 0,8 \text{ cm}$

$$V_{0, \text{rel}} = 0,8 \cdot 2,1 \cdot 2,3 \cdot \frac{24}{1,1} = 84 \text{ kN} \quad (\text{Mabg.})$$

 $V_d = \frac{4600}{17,1} + \frac{54}{2} = 296 \text{ kN / Gruppe}$

$$\frac{V_d}{V_{D,R,d}} = \frac{296/4}{84} = 0,88 < 1 \quad \text{NW. erfüllt!}$$

U 180

$$A_v = 28 - 2 \cdot 0,8 \cdot 2,1 = 24,6 \text{ m}^2$$

$\frac{1}{2} \times 1.92 = e$

$$I_N = 114 - 2 \cdot \frac{2,1 \cdot 0,8^3}{12} - 2 \cdot 2,1 \cdot 0,8 \cdot (1,92 - 0,4)^2 = 106 \text{ cm}^4$$

$$N = 296 \text{ kN}$$

$$U = N \cdot e = 296 \cdot 1,92 = 568,3 \text{ kNm}$$

$$s_k = 2 \cdot \ell = 64 \text{ cm}$$

$$A = 2,4 \cdot 0,9 = 2,16 \text{ m}^2$$

$$I_y = 0,9 \cdot 2,4^3 / 12 = 1,037 \text{ m}^4 ; W_y = \frac{1,037}{1,2} = 0,864 \text{ m}^3$$

$$I_z = 2,4 \cdot 0,9^3 / 12 = 0,146 \text{ m}^4 ; W_z = \frac{0,146}{0,45} = 0,324 \text{ m}^3$$

$$N_{pl,d} = 0,9 \cdot 2,4 \cdot 36 / 1,1 = 70,7 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = \frac{1}{4} \cdot 0,9 \cdot 2,4^2 \cdot 36 / 1,1 = 42,4 \text{ kNm}$$

Knicken an y-Achse

$$\text{Vorverdrehung: } \phi_0 = \pi_1 \cdot \pi_2 \cdot \frac{1}{200} = 1/200$$

$$\pi_1 = 1, \text{ da } \ell < 5 \text{ m}$$

$$\pi_2 = 1, \text{ da } n = 1$$

$$\rightarrow \text{Ersatzlast: } V' = f \cdot N = \frac{1}{200} \cdot 4,35 \text{ kN/m}$$

$$M_{y,d}^I = (V_d + V') \ell = (0,65 + \frac{1}{200} \cdot 4,35) \cdot 32 = 21,5 \text{ kNm}$$

$$M_{y,d}^{II} = \alpha \cdot M_{y,d}^I ; V_d^{II} = V_d \cdot \alpha$$

$$N_{kri,d} = \pi^2 \cdot \frac{EI_y}{s_k^2 \cdot \gamma_m} = \pi^2 \cdot \frac{21.000 \cdot 1,037}{64^2 \cdot 1,1} = 47,7 \text{ kN}$$

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{N_d}{N_{ki}}} = \frac{1}{1 - \frac{4,35}{47,7}} = 1,1$$

$$\rightarrow M_{y,d}^{II} = 21,5 \cdot 1,1 = 23,65 \text{ kNm}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M^{II}}{W} = \frac{4,35}{2,16} + \frac{23,65}{0,864} = 29,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma}{\sigma_{R,d}} = \frac{29,4}{32,7} \leq 1$$

$$\rightarrow V_d^{II} = (V_d + V') \cdot \alpha = (0,65 + 4,35 \cdot \frac{1}{200}) \cdot 1,1 = 0,74 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V^{II}}{A} = 1,5 \cdot \frac{0,74}{2,16} = 0,51 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\tau_d}{\tau_{R,d}} = \frac{0,51}{18,9} \leq 1 \checkmark$$

$\leq 0,5 \rightarrow \text{keine } \sigma_v - \text{NW erforderlich}$

Knicken um z-Achse

Ersatzstabverfahren \rightarrow Schnittgrößen Th. I. O. ohne Imperfektionen

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,146}{2,16}} = 0,26 \text{ m}$$

$$\bar{\lambda}_K = \frac{s_K}{i_z \cdot \lambda_a} = \frac{64}{0,26 \cdot 75,9} = 3,25 \xrightarrow{\text{KSLC}} \alpha_z = 0,08$$

$$\frac{N_d}{\alpha \cdot N_{pl}} = \frac{4,35}{0,08 \cdot 70,7} = 0,77 \leq 1 \checkmark$$

Schweißnähte

Annahme $a = 4 \text{ mm}$

$$I_w = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 2,4^3}{12} + 2 \cdot \frac{0,9 \cdot 0,5^3}{12} + 2 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 1,2^2 = 2,47 \text{ m}^4$$

$$A_w = 2(0,9 \cdot 0,5 + 2,4 \cdot 0,5) = 3,3 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{4,35}{3,3} + \frac{23,65}{2,47} \cdot 1,2 = 12,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_{\perp/\parallel} = \frac{V}{A_w} = \frac{10}{3,3} = 3,03 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{w,v} = \sqrt{12,8^2 + 3,03^2} = 13,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{w,r,d} = 0,8 \cdot 36 / 1,1 = 26,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,r,d}} = \frac{13,2}{26,2} \leq 1 \checkmark$$