

DIPLOM-HAUPTPRÜFUNG

Elemente des Stahlbaus

28. Juli 2005

Name:

Prüfungszeit: 60 min

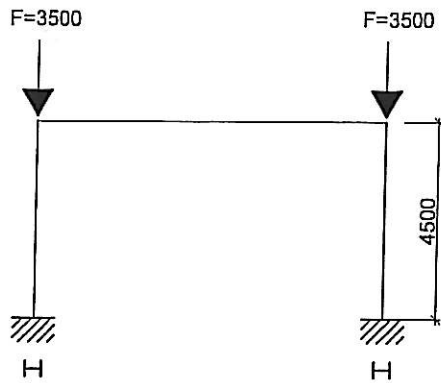
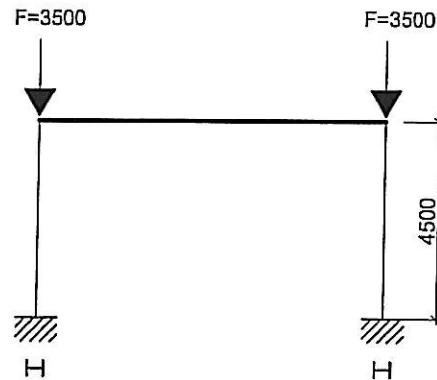
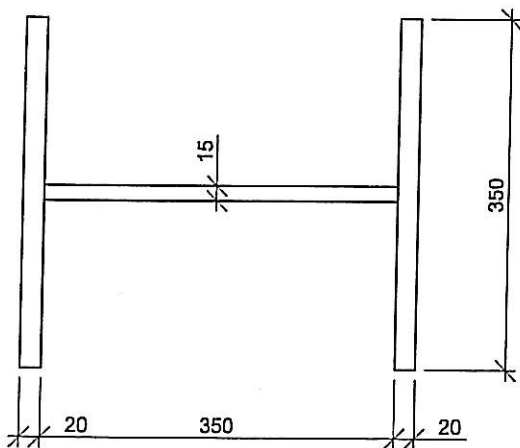
Aufgabe:	1	2	3
Erreichte Punktzahl:			

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

Aufgabe 1

20 min

- a) Zeichnen Sie die Knickfigur der beiden Rahmen für die Grenzfälle $EI_{\text{Riegel}} \rightarrow 0$ und $EI_{\text{Riegel}} \rightarrow \infty$, und bestimmen Sie die Knicklänge der Stützen für diese Grenzfälle.

 $EI_{\text{Riegel}} \rightarrow 0$  $EI_{\text{Riegel}} \rightarrow \infty$ 

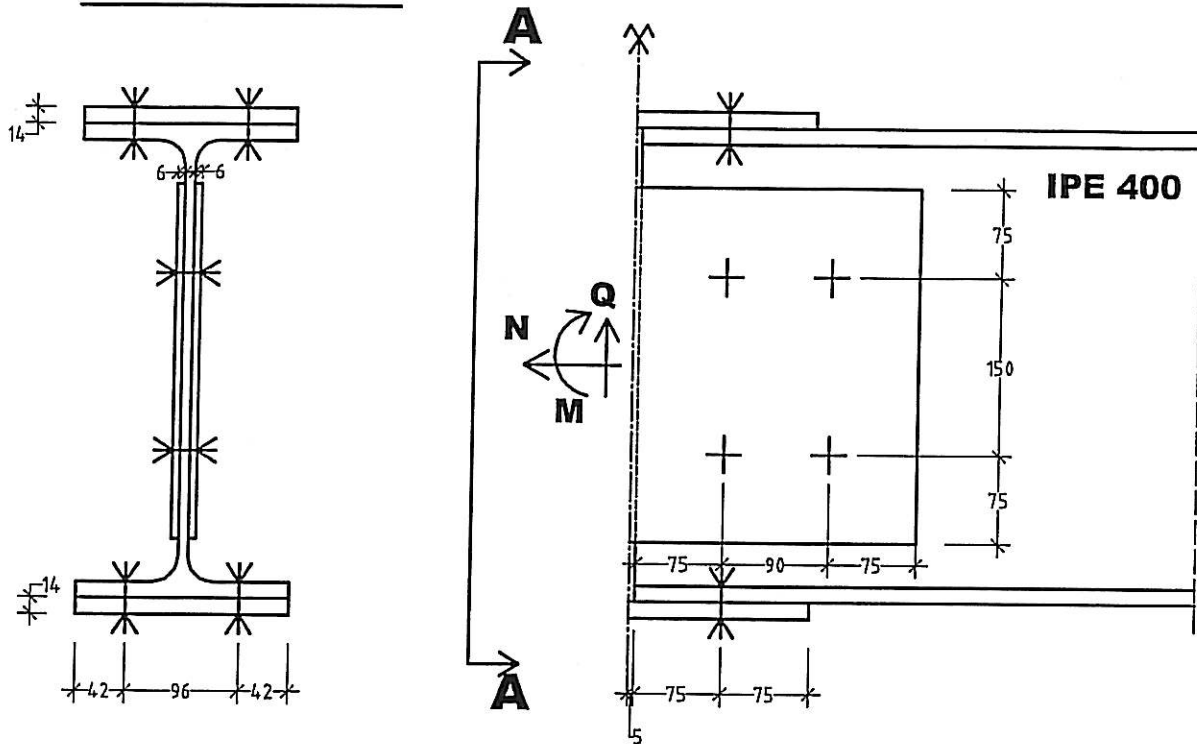
Stützenquerschnitt

alle Maße in mm

- b) Führen Sie für den Rahmen mit der ungünstigsten Knicklänge aus Aufgabenteil a) für den angegebenen Querschnitt der Stütze aus S235 den Nachweis gegen Biegeknicken. Für Knicken aus der Zeichenebene beträgt die Knicklänge 3150 mm.

Aufgabe 2**30 min**

Führen Sie für den unten dargestellten Trägerstoß alle erforderlichen Nachweise.

Schnitt A-A:**Angaben:**

Werkstoff: S235

Träger: IPE 400

Schrauben: SLP, M24, 10.9

Bemessungsschnittgrößen:

$M = 150 \text{ kNm}$

$N = 310 \text{ kN}$

$Q = 50 \text{ kN}$

Hinweis:

Die Schnittgrößen M und N lassen sich folgendermaßen auf die Steg- und Flanschverbindung aufteilen:

Flanschverbindung:

$M_{\text{Fl}} = 120 \text{ kNm}$

$N_{\text{Fl}} = 180 \text{ kN}$

Stegverbindung:

$M_{\text{S}} = 30 \text{ kNm}$

$N_{\text{S}} = 130 \text{ kN}$

Sh

Aufgabe 3

10 min

Ein rechteckiger Vollquerschnitt aus S235 mit den Abmessungen 30 mm x 40 mm wird mit einer umlaufenden Kehlnaht (5 mm), befestigt. Weisen Sie die Schweißnaht für die in Abbildung 3.1 dargestellten Bemessungsschnittgrößen nach.

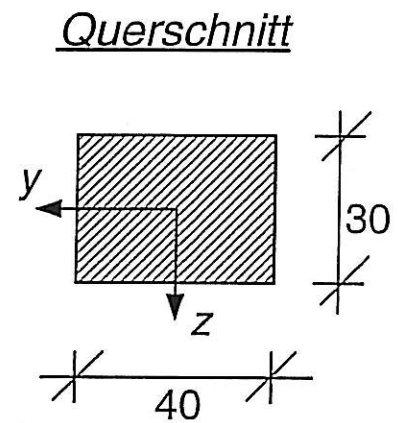
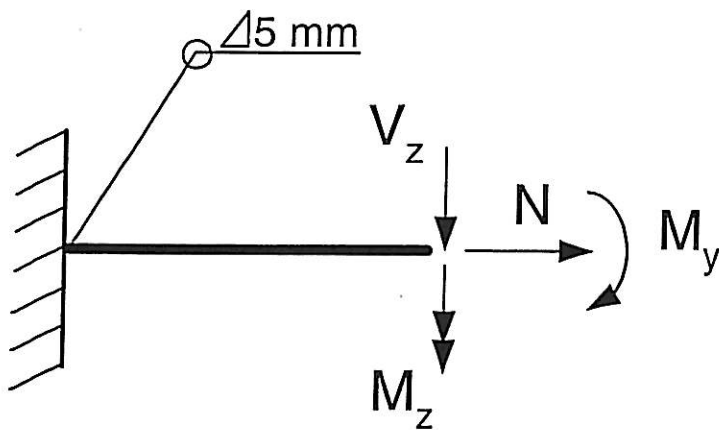
Bemessungsschnittgrößen am Anschluss:

$$N = 20 \text{ kN}$$

$$M_y = 0,13 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0,10 \text{ kNm}$$

$$V_z = 10 \text{ kN}$$

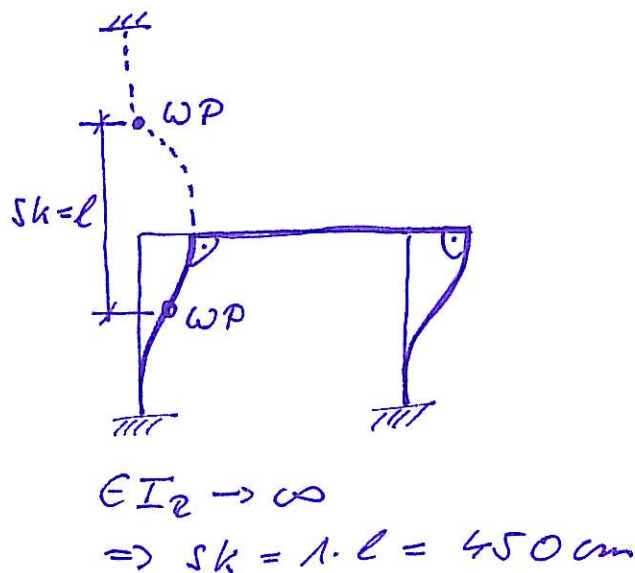
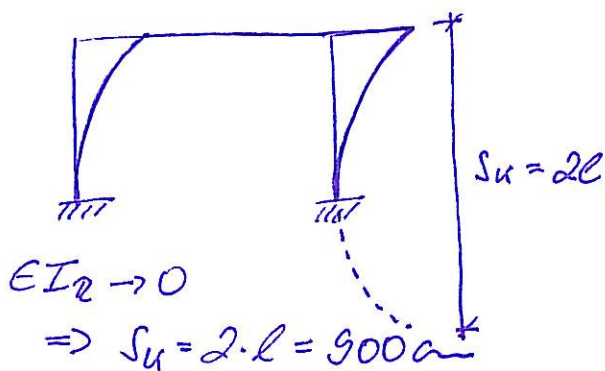


alle Maße in mm

Abbildung 3.1: System und Querschnitt

Aufgabe 1

1.)

2.) $s_k = 900 \text{ cm}$ maßgebendKnicken in der Ebene

$$I_y = 2 \cdot \left(35 \cdot 20 \left(\frac{35+2}{2} \right)^2 \right) + \frac{35^3}{12} \cdot 15 = 53274 \text{ cm}^4$$

$$A = 2 \cdot 20 \cdot 35 + 35 \cdot 15 = 192 \text{ cm}^2$$

$$i_y = \sqrt{53274 / 192} = 16,5 \text{ cm}$$

$$\lambda_{ky} = \frac{900}{16,5 \cdot 920} = 0,59$$

$$\text{KSL } \textcircled{b} \Rightarrow \alpha_y = 0,84$$

Knicken aus der Ebene

$$I_z = \frac{35^3 \cdot 20 \cdot 2}{12} = 14292 \text{ cm}^4$$

$$i_z = \sqrt{\frac{14292}{192}} = 9,04 \text{ cm}$$

$$\lambda_{kz} = \frac{315}{9,04 \cdot 920} = 0,37$$

$$\text{KSL } \textcircled{c} \Rightarrow \alpha_z = 0,21$$

$$N_{pl,d} = 192 \cdot 24 \cdot 1 = 4200 \text{ kN}$$

Knicken in der Ebene ist maßgebend.

$$\text{NW: } \frac{3500}{4200 \cdot 0,84} = 0,99 < 1$$

Flanschverbindung:

- zu übertragende Schnittgrößen:

$$M_{FL,d} = 120 \text{ kNm}$$

$$N_{FL,d} = 180 \text{ kN}$$

- Maximale Normalkraft im Zugflansch:

$$F_{max, FL,d} = \frac{120 \cdot 100}{40 - 1,75} + \frac{180}{2} = 400,48 \text{ kN}$$

- Nachweis: Zug im Nettoquerschnitt:

$$A_B = 1,35 \cdot 18 = 24,3 \text{ cm}^2$$

$$A_N = 24,3 - 2 \cdot 1,35 \cdot 2,5 = 17,55 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_B}{A_N} = \frac{24,3}{17,55} = 1,38 > 1,2$$

\Rightarrow NW im Nettoquerschnitt:

$$\sigma = \frac{400,48}{17,55} = \underline{\underline{22,82 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}} < \frac{36}{1,25 \cdot 1,1} = 26,18 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \checkmark$$

- Nachweis Schrauben:

Lochleibung:

$$e_2/d_L = \frac{42}{25} = 1,68 > 1,5$$

$$e_3/d_L = \frac{96}{25} = 3,84 > 3$$

$$\frac{e_1}{d_L} = \frac{25}{25} = 1$$

$$\left. \begin{array}{l} e_2/d_L = 1,68 > 1,5 \\ e_3/d_L = 3,84 > 3 \\ e_1/d_L = 1 \end{array} \right\} \Rightarrow z_L = 3$$

$$V_{e,FL,d} = 3 \cdot 1,35 \cdot 2,5 \cdot 3 \cdot \frac{24}{1,1} = \underline{\underline{220,91 \text{ kN}}} > \frac{F_{max, FL,d}}{2} = \frac{400,48}{2} = 200,24 \checkmark$$

Abzählen:

$$SLP; M24; 10.9 \quad V_{a,rd} = 246 \text{ kN} > \frac{F_{max,Ed}}{2} = \underline{\underline{200,2 \text{ kN}}}$$

Stegverbindung:

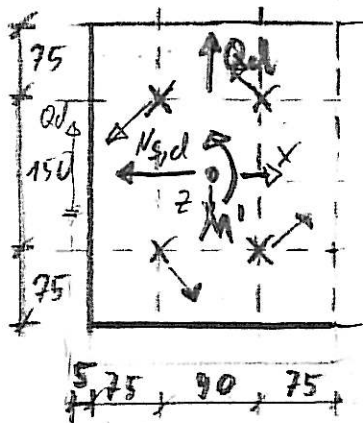
- zu übertragende Schnittgrößen

$$Q_d = 50 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} = 130 \text{ kN}$$

$$M_{s,d} = 30 \text{ kNm}$$

- Nachweis für die meistbeanspruchte Schweißnaht



$$M' = 30 + 50 \cdot 0,125 = \underline{\underline{36,25 \text{ kNm}}}$$

$$\sum a_i^2 = 4(4,5^2 + 7,5^2) = 306 \text{ cm}^2$$

$$F_{x,d}^{M'} = \frac{36,25 \cdot 100 \cdot 7,5}{306} = \underline{\underline{88,85 \text{ kN}}}$$

$$F_{x,d}^N = \frac{130}{4} = \underline{\underline{32,50 \text{ kN}}}$$

$$F_{z,d}^{M'} = \frac{36,25 \cdot 100 \cdot 4,5}{306} = \underline{\underline{53,31 \text{ kN}}}$$

$$F_{z,d}^Q = \frac{50}{4} = \underline{\underline{12,5 \text{ kN}}}$$

$$V_{a,d,max} = \sqrt{(88,85 + 32,50)^2 + (53,31 + 12,5)^2} = \underline{\underline{138,05 \text{ kN}}}$$

V

Nachweis Lochreibung:

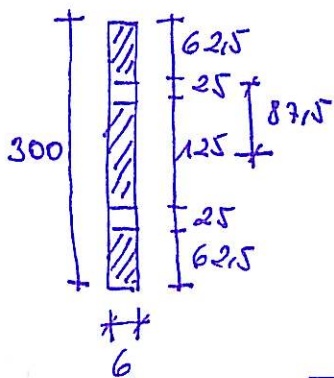
$$\left. \begin{array}{l} \text{Randabst.: } e_2; e_1 > 75 \text{ mm} = 3 \cdot d_L \\ \text{Lochabst.: } e; e_3 > 90 \text{ mm} > 3,5 \cdot d_L = 88 \text{ mm} \end{array} \right\} \quad 2e = 3,0$$

$$V_{e,R,d} = 0,86 \cdot 2,5 \cdot 3 \cdot \frac{24}{1,1} = 140,73 \text{ kN} > \underline{\underline{V_{a,d,max} = 138,05 \text{ kN}}}$$

Nachweis Abscheren:

$$V_{a,R,d} = 246 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\underline{\frac{V_{a,d,max}}{2} = 69,03 \text{ kN}}}$$

• Nachweis Nettogewicht mit Stegbleche



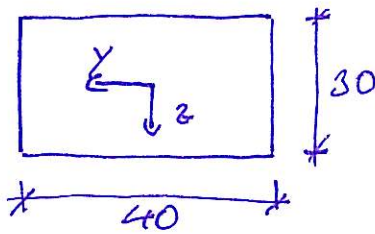
$$A_N = 2 \cdot (0,6 \cdot 30 - 2 \cdot 2,5 \cdot 0,6) = 30 \text{ m}^2$$

$$I_N = 2 \left(\frac{0,6 \cdot 30^3}{12} - 2 \cdot \frac{0,6 \cdot 2,5^3}{12} - 2 \cdot 0,6 \cdot 2,5 \cdot 8,75^2 \right) = 2237,5 \text{ m}^4$$

$$W_N = \frac{2237,5}{1,5} = 149 \text{ m}^3$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A_N} + \frac{M}{W_N} = \frac{130}{30} + \frac{3625}{149} = 28,7 \text{ kN/m}^2 > 21,8 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{NW nicht erfüllt.}$$

$$\tau = 1,5 \cdot \frac{V}{A_N} = 1,5 \cdot \frac{50}{30} = 2,5 \text{ kN/m}^2 < 12,6 \text{ kN/m}^2 \checkmark$$



$$N = 20 \text{ kN}$$

$$M_y = 13 \text{ kNm}$$

$$M_z = 10 \text{ kNm}$$

$$V_z = 10 \text{ kN}$$

$$I_{w,y} = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 3^3}{12} + 2 \cdot \frac{4 \cdot 0,5^3}{12} + 2 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 1,5^2 = 11,3 \text{ cm}^4$$

$$I_{w,z} = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 4^3}{12} + 2 \cdot \frac{3 \cdot 0,5^3}{12} + 2 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 2^2 = 17,4 \text{ cm}^4$$

$$A_w = 2(4 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5) = 7 \text{ cm}^2$$

aus $N + M_y + M_z$:

$$\max \sigma_{\perp} = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{I_{y,w}} \cdot z + \frac{M_z}{I_{z,w}} \cdot y$$

$$= \frac{20}{7} + \frac{13}{11,3} \cdot 1,5 + \frac{10}{17,4} \cdot 2 = 5,7 \text{ kN/cm}^2$$

aus V_z :

$$\tau_{\parallel/\perp} = \frac{V_z}{A_w} = \frac{10}{7} = 1,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{w,v} = \sqrt{5,7^2 + 1,4^2} = 5,9 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,zd}} = \frac{5,9}{20,7} \leq 1 \quad \checkmark$$

(oder mit Kräftepaar)