

DIPLOM-HAUPTPRÜFUNG

Gruppenprüfung Konstruktiver Ingenieurbau

Teilfach: Elemente des Stahlbaus

19. Februar 2004

Name:

Aufgabe:	1	2
Erreichte Punktzahl:		

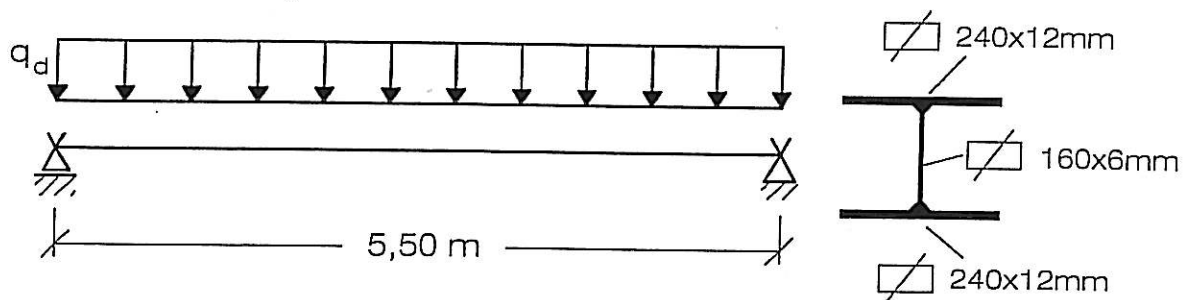
abgegeb. Blätter:	
-------------------	--

Aufgabe 1

20 min

Der unten dargestellte geschweißte Einfeldträger wird durch eine konstante Streckenlast q_d belastet.

Führen Sie für diesen Träger alle erforderlichen Nachweise und bemessen Sie die Schweißnähte.



Angaben:

Material: S235

Belastung (Bemessungswert): $q_d = 20 \text{ kN/m}$

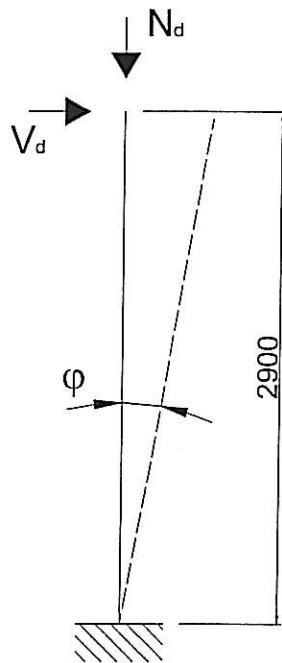
Aufgabe 2

15 min

Gegeben ist eine freistehende Stütze aus S355. Die Stütze wird durch äußere Lasten und Eigengewicht mit einer Normalkraft N_d und einer Querkraft V_d belastet. Durch einen Einbaufehler weist die Stütze eine unplanmäßige Schiefstellung von 4 Grad rechtwinklig zur starken Achse auf. Die Stütze muss nicht gegen Kippen nachgewiesen werden.

- Weisen Sie die Tragfähigkeit der Stütze gegen Ausweichen **in** der Zeichenebene nach.
- Weisen Sie die Tragfähigkeit der Stütze gegen Ausweichen **in** der Zeichenebene mit einer **anderen** Methode als in Aufgabenteil a) nach.

Angaben: $N_d = 425 \text{ kN}$
 $V_d = 70 \text{ kN}$
 $\varphi = 4 \text{ Grad}$



alle Angaben in mm

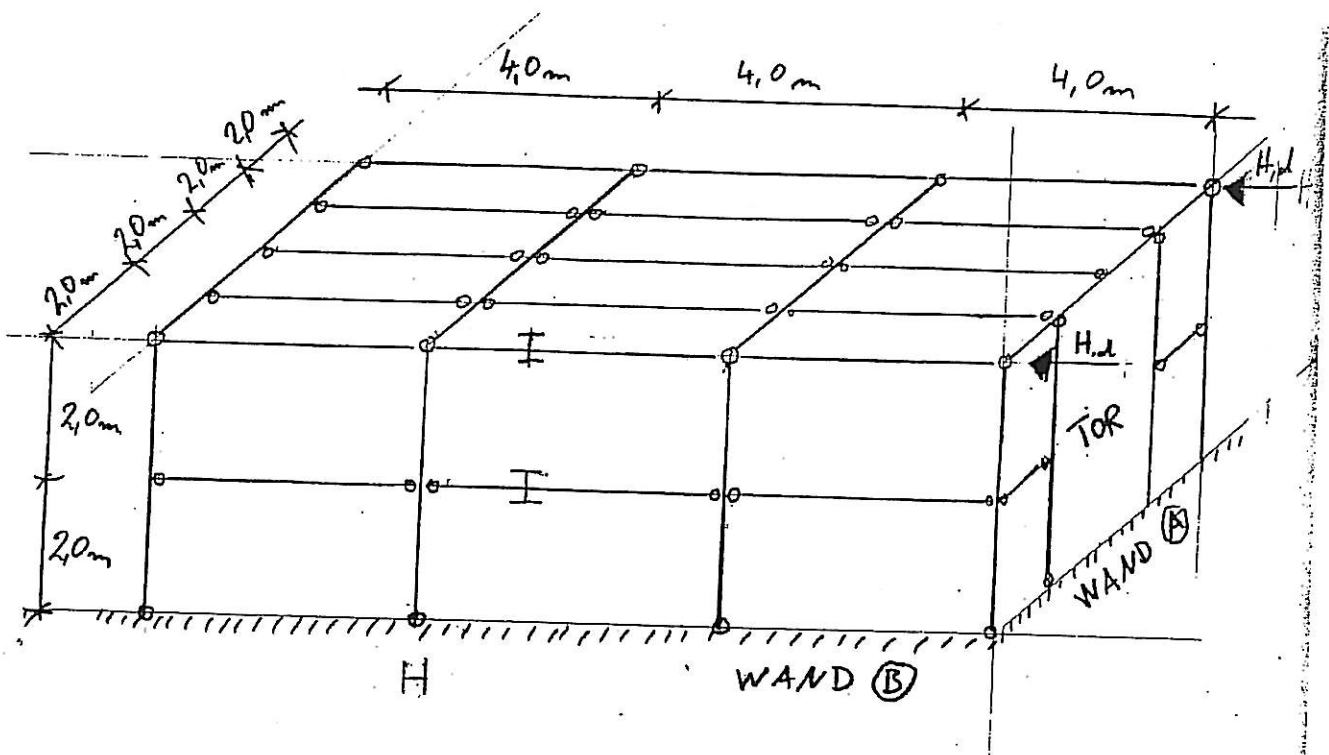


Abbildung 1.1: statisches System der Stütze

Aufgabe 3

25 min

In der Skizze unten ist das statische System einer Stahlhalle ohne Aussteifungsverbände abgebildet. Die beiden Längswände und die beiden Stirnwände werden jeweils baugleich ausgeführt. An den Längswänden (Wand A) sind alle Profile so ausgerichtet, dass die Stegflächen in der gezeichneten Ansicht sichtbar sind.



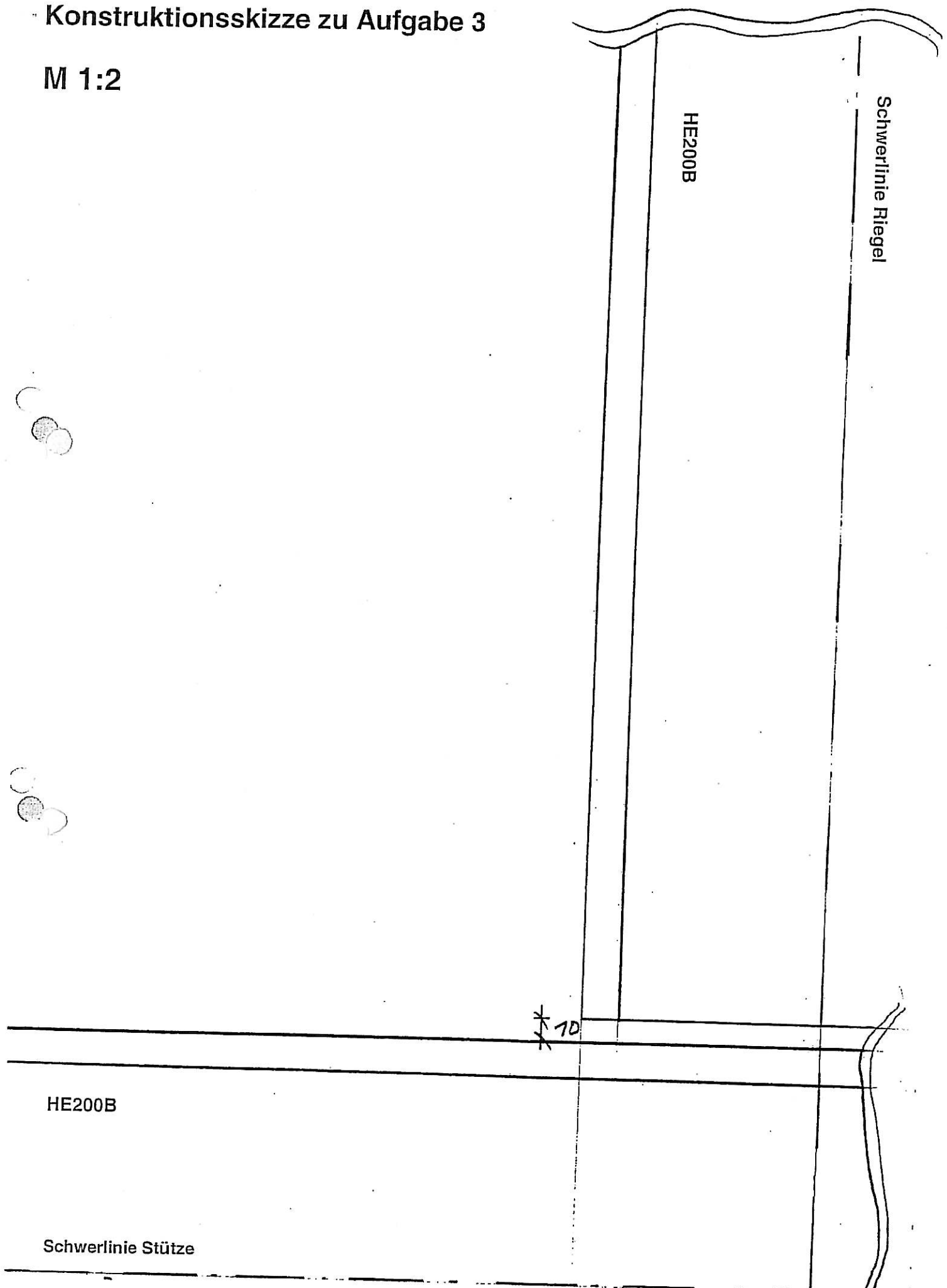
Tragen Sie die erforderlichen Verbände für die Wände A, B und das Dach ein.
Bemessen Sie den Verband in der Wand B.

Bemessen und Konstruieren Sie den Anschluß dieses Verbandes an der Traufe. Die Konstruktionsskizze muß alle zur Ausführung notwendigen Angaben enthalten.

Die Horizontalkraft beträgt $H_d = 50 \text{ kN}$
Zu verwenden ist Baustahl S235J2G3
Profile der Stahlkonstruktion: HE200B

Konstruktionsskizze zu Aufgabe 3

M 1:2



Lösung: Aufgabe 1

$$I_y = 2 \cdot \left[\frac{24 \cdot 1,2^3}{12} + (24 \cdot 1,2) \cdot \left(\frac{16}{2} + \frac{1,2}{2} \right)^2 \right] + \frac{0,6 \cdot 16^3}{12}$$

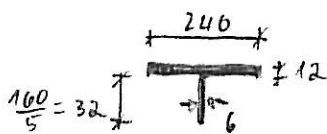
$$= \underline{\underline{4471,8 \text{ cm}^4}}$$

$$W_y = \frac{4471,8}{9,2} = \underline{\underline{486,1 \text{ cm}^3}}$$

$$M_{Pl,y,d} = 2 \cdot \left[24 \cdot 1,2 \cdot 8,6 + 0,6 \cdot \frac{16^2}{8} \right] \cdot \frac{24}{1,1} \cdot \frac{1}{100} = \underline{\underline{116,46 \text{ kNm}}}$$

$$M_d = \frac{20 \cdot 5,5^2}{8} = \underline{\underline{75,63 \text{ kNm}}}$$

- BDK - Nachweis:



$$I_z = \frac{1,2 \cdot 24^3}{12} + \frac{3,2 \cdot 0,6^3}{12} = 1382,5 \text{ cm}^4$$

$$A = 24 \cdot 1,2 + 3,2 \cdot 0,6 = 30,7 \text{ cm}^2$$

$$i_{zg} = \sqrt{\frac{1382,5}{30,7}} = \underline{\underline{6,71 \text{ cm}}}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{550 \cdot 0,94}{6,71 \cdot 92,9} = 0,829 > \frac{0,5 \cdot 116,46}{75,63} = 0,770$$

 \Rightarrow genueht NW

$$\eta (\bar{\lambda} = 0,829; KSLd) = 0,562$$

$$\underline{\underline{NW:}} \quad \frac{0,843 \cdot 75,63}{0,562 \cdot 116,46} = \underline{\underline{0,97 < 1}}$$

- Spannungs - NW:

$$\sigma = \frac{75,63 \cdot 100}{486,1} = 15,6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 21,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau = \frac{20 \cdot 5,5}{2 \cdot 0,6 \cdot 17,2} = 5,3 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 12,60 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

- Schweißnähte:

$$\bar{\sigma}_{||} = \frac{55 \cdot 24 \cdot 1,2 \cdot 8,6}{4471,8 \cdot 2 \cdot a} \leq \sigma_{w,II,d} = 20,7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \Rightarrow a \geq 0,7 \text{ mm}$$

gew.: $a = 3 \text{ mm}$

grenz (b/ε) - Unfallzahl E-EFlansch: $\gamma = 1$

$$\rightarrow \text{grenz}(b/\epsilon) = 12,9 \cdot \sqrt{\frac{240}{\gamma_{11} \cdot 8M}} = 12,9 \cdot \sqrt{\frac{240}{156 \cdot 1,1}} = 15,3 \mu$$

$$\text{Vorh}(b/\epsilon) = \frac{1/2 \cdot (240 - 6)}{12} = 9,75 < \text{grenz}(b/\epsilon) \quad \checkmark$$

Steg: $\gamma = -1$

$$\rightarrow \text{grenz}(b/\epsilon) = 133 \cdot \sqrt{\frac{240}{\gamma_{11} \cdot 8M}} \approx 133 \cdot \sqrt{\frac{240}{156 \cdot 1,1}} = 157$$

$$\text{Vorh}(b/\epsilon) = \frac{160}{6} = 26,7 < \text{grenz}(b/\epsilon) \quad \checkmark$$

Musterlösung F04 Aufgabe 2

Knicklänge $S_k = 2 \cdot l = 5800 \text{ mm}$



bauseitige Schiefstellung $\alpha = 4^\circ \hat{=} 0,07 \text{ rad}$

Schnittgrößen:

$$N_d = 425 \text{ kN}$$

$$V_d = 70 + 425 \cdot 0,07 = 99,8 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = V_d \cdot l = 289,3 \text{ kNm}$$

a) Theorie II. Ordnung mit Dischinger-Faktor

wichtig: Vorverkrümmungen und Vorverdrehungen beachten:

$$\varphi_0 = \frac{1}{200} \hat{=} 0,29^\circ$$

\Rightarrow Schnittgrößen am verformten System

$$N_d^I = 425 \text{ kN}$$

$$V_d^I = 99,8 + 425 \cdot \frac{1}{200} = 101,9 \text{ kN}$$

$$M_{yd}^I = V_d^I \cdot l = 295,4 \text{ kNm}$$

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{425}{12955}} = 1,03$$

$$\text{mit } N_{kri,y,d} = \pi^2 \cdot \left(21000 \cdot \frac{23130}{1,1 \cdot 580^2} \right) = 12955 \text{ kN}$$

\Rightarrow Schnittgrößen II. Ordnung

$$N_d^{II} = 425 \text{ kN}$$

$$V^{II} = V^I \cdot \alpha = 105 \text{ kN}$$

$$M_{yd}^{II} = M_{yd}^I \cdot \alpha = 304,3 \text{ kNm}$$

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{425}{84,5} + \frac{304,30}{1160} = 31,3 \text{ kN/cm}^2 \leq 32,7 = \sigma_{R,d}$$

$$\tau = \frac{V^{II}}{A_{steg}} = \frac{105}{33,2} = 3,2 \text{ kN/cm}^2 \leq 18,9 = \tau_{R,d}$$

- b) Nachweise mit dem Ersatzstabverfahren
Vorverformungen sind schon in den Formeln und Tabellen der
Knickspannungslinien enthalten

Schnittgrößen:

$$N_d = 425 \text{ kN} \quad V_d = 99,8 \text{ kN} \quad M_{yd} = 289,3 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{ky} = \frac{580}{15} = 38,7 \quad \bar{\lambda}_{ky} = \frac{38,7}{75,9} = 0,51$$

Walzträger Knicken um starke Achse: KSL (a)

$$\Rightarrow \chi_y \text{ aus Bautabellen} \quad \chi_y = 0,92$$

$$\beta_m = 0,66 + 0,44 \cdot 0 = 0,66 \quad (\text{dreieckiger } M\text{-Verlauf}) (*)$$

$$\Delta n = 0,1 \quad \text{vereinfachende Annahme (ungünstig)}$$

Nachweis:

$$\frac{N_d}{\chi_y \cdot N_{pl,d}} + \frac{\beta_m \cdot M_{yd}}{M_{pl,yd}} + \Delta n \leq 1,0 \quad \rightarrow \quad \frac{425}{0,92 \cdot 2385} + \frac{0,95 \cdot 289,3}{337,5} + 0,1 = 1,1 > 1$$

NW nicht erfüllt!

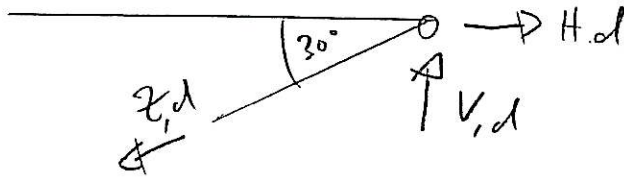
$$N_{pl,d}^{S355} = 15 \cdot N_{pl,d}^{S235} = 2385 \text{ kN}$$

$$M_{pl,yd}^{S355} = 1,5 \cdot M_{pl,yd}^{S235} = 337,5 \text{ kNm}$$

$$(*) \text{ jedoch: } \beta_m \geq 1 - \left(\frac{1}{\eta_{ui}} \right)$$

$$\eta_{ui} = \frac{N_{ui,d}}{N_d} = \frac{9113}{425} = 21,4$$

$$\beta_m = 1 - \left(\frac{1}{21,4} \right) = 0,95 > 0,66$$



Schnittgrößen:

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

$$Z_d = 50 \text{ kN} \cdot \frac{\sqrt{2^2 + 4^2}}{4} = 55,9 \text{ kN}$$

$$V_d = 50 \text{ kN} \cdot \frac{2}{4} = 25 \text{ kN}$$

Zugstube: gewählt L Stab mit 2 Schrauben

Vorbemessung: M 12: $V_{t,r,d} = \frac{78,6 \text{ kN}}{10 \text{ mm}} \Rightarrow t_{\text{verbleib}} = 5 \text{ mm}$

$$V_{A,r,d} = 56,5 \text{ kN}$$

erf. $A_{\text{brutto}} = \frac{Z_d}{0,8 \cdot \sigma_{r,d}} = \frac{55,9 \text{ kN}}{0,8 \cdot 21,8 \text{ kN/cm}^2} = 3,21 \text{ cm}^2$

M. $A_{\text{netto}} = \frac{Z_d}{0,8 \cdot 0,8 \cdot \frac{f_{t,k}}{\gamma_m}} = \frac{55,9 \text{ kN}}{0,8 \cdot 0,8 \cdot \frac{36 \text{ kN/cm}^2}{1,1}} = 2,67 \text{ cm}^2$

Winkel:
o.ä.

gewählt: L 45 x 5

$$A_{\text{brutto}} = 4,3 \text{ cm}^2 > 3,21 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{netto}} = 4,3 \text{ cm}^2 - 1,3 \cdot 0,5 \text{ cm}^2 = 3,65 > 2,67 \text{ cm}^2$$

Abstreifen: $V_{a,R,d} = 2 \cdot 56,5 \text{ kN} = 113 \text{ kN} > E_d = 56 \text{ kN}$

Losleitung: $V_{l,R,d} = 2 \cdot 78,6 \text{ kN} \cdot \frac{5 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} = 78,6 \text{ kN} > E_d = 56 \text{ kN}$

Schweißnaht

$$M_v = H_d \cdot e_v = 50 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ m} = 5 \text{ kNm}$$

$$V_v = 25 \text{ kN}$$

$$H_v = 30 \text{ kN}$$

gerichtet: $\Delta a = 5 \text{ mm} \Rightarrow A_w = 1,0 \text{ cm} \cdot 28 \text{ cm} = 28 \text{ cm}^2$

$$W_v = 1,0 \text{ cm} \cdot \frac{1}{6} \cdot 28^2 \text{ cm}^2 = 131 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{||} = \frac{50 \text{ kN}}{28 \text{ cm}^2} = 1,76 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{25 \text{ kN}}{28 \text{ cm}^2} = 0,89 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{500 \text{ kNm}}{131 \text{ cm}^3} = 3,8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{w,v} = \sqrt{1,76^2 + 0,89^2 + 3,8^2} = 4,28 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < \sigma_{v,R,d} = 20,6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

\Rightarrow ausreichend $a = 4 \text{ mm}$ $\sigma_{w,v} = 4,28 \cdot \frac{5}{4} = 5,35 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < 20,6 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$

HF 200 B

Schaefferia 5.12

