

Konstruktionsübung 3 (KÜ3): Berechnung einer Schweißkonstruktion

Festigkeitsnachweis - Bauteil

STICHPROBENDURCHSICHT
Institut für Konstruktionstechnik und
Technisches Design • Universität Stuttgart

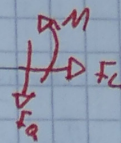
24. APR. 2018

1. Ort der höchsten Beanspruchung ermitteln

Träger 1 (Hohlprofil)

Nach dem Prinzip des linken Schnittverfahrens:

$\downarrow F_1$



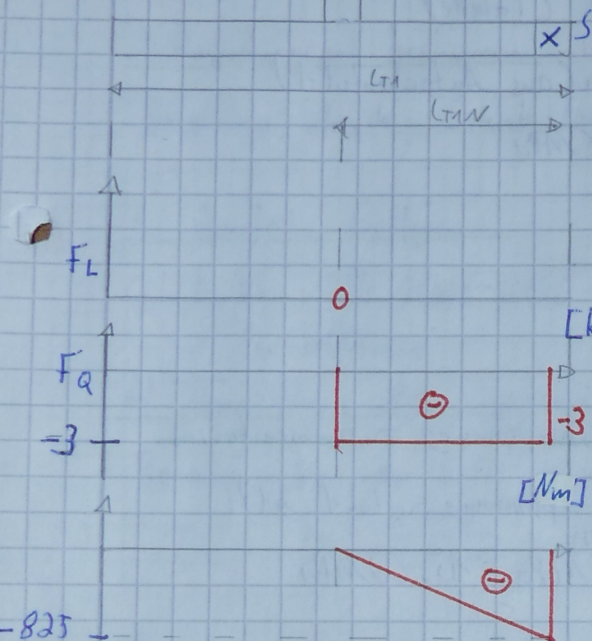
Gegebene Größen: $l_{T1} = 650 \text{ mm}$

$$F_1 = 3000 \text{ N} = 3 \text{ kN}$$

$$l_{TN} = \frac{l_{T1}}{2} - \frac{b_{T2}}{2} = 325 \text{ mm} - \frac{b_{T2}}{2}$$

b_{T2} (Breite Hohlprofil Träger 2)

$$b_{T2} = \frac{100 \text{ mm}}{2} = 50 \text{ mm} \rightarrow l_{TN} = 275 \text{ mm}$$



$$\rightarrow \sum H = 0: F_L = 0$$

$$\uparrow \sum V = 0: + F_1 + F_Q = 0 \rightarrow F_Q = -F_1 \text{ (konstant)} \\ = -3 \text{ kN} = -3000 \text{ N}$$

[Nm] Moment an der Stelle S

$$\leftarrow \sum M = 0: F_1 \cdot l_{TN} + M = 0 \rightarrow M = -F_1 \cdot l_{TN} \text{ (linear)} \\ = -825 \text{ Nm}$$

$\Rightarrow$ Höchstbeanspruchte Stelle: Versagen wenn an Stelle S (Übergang zu Träger 2)

2. Belastungsart bestimmen

Resultierend aus der Querkraft (F_Q) resultiert sowohl eine Schub-, als auch eine Biegebelastung

3. Bauteil festlegen

Als Bauteil für Träger 1 wird das Hohlprofil EMOMO-2 S355 JOH mit $100 \times 100 \times 5,0$ (ein dünnwandiger Querschnitt) und der Länge $l_{T1} = 650 \text{ mm}$

4. Ermittlung der Spannung

- Berechnung für den Belastungsfall Schub:

$$\tau_s = \frac{F}{A} \quad \text{mit } F = 3000 \text{ N und } A = A_{T1} = 18,7 \text{ cm}^2 = 1870 \text{ mm}^2 \text{ (Tabelle)}$$

$$\tau_s = \frac{3000 \text{ N}}{1870 \text{ mm}^2} = 1,6 \text{ MPa} = 1,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- Berechnung für den Belastungsfall Biegung

$$\text{allgemein gilt: } \sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\text{mit } W_{bT1} = 55,9 \text{ cm}^3 = 55900 \text{ mm}^3 \text{ (Tabelle)}$$

$$M_{bT1} = F_1 \cdot l_{MN} = 825 \text{ Nm (aus Aufgabenteil 1)}$$

$$\sigma_b = \frac{M_{bT1}}{W_{bT1}} = \frac{825000 \text{ Nmm}}{55900 \text{ mm}^3} = 14,76 \text{ MPa}$$

5. Gleichartige Spannungen addieren

↳ Entfällt

6. Ungleichartige Spannungen zur Vergleichsspannung zusammen fassen

Nach GELT für einen zweiachsigen Spannungszustand gilt:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{14,76^2 + 3 \cdot 1,6^2} \text{ MPa} = 15,02 \text{ MPa}$$

7. Vergleichsspannung mit zulässiger Spannung vergleichen

Festigkeitsbedingung: $\sigma_v \leq \sigma_{zul}$ mit $\sigma_{zul} = \frac{k}{S}$

Rechnen gegen Fließen, also $k = R_{eH} = 355 \text{ MPa}$ mit $S_F = 1,5$

$$\sigma_{zul} = \frac{355 \text{ MPa}}{1,5} = 236,67 \text{ MPa}$$

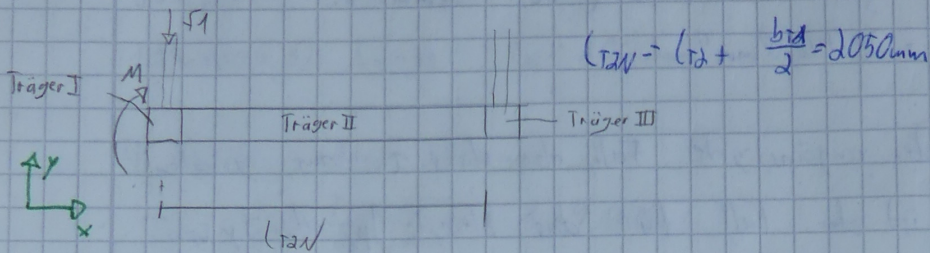
$$\text{↳ } 15,02 \text{ MPa} \leq 236,67 \text{ MPa}$$

8. Beurteilung

Da die wirkende Spannung wesentlich geringer ist als die zulässige Spannung, ist die Festigkeitsbedingung erfüllt und das Bauteil wird voraussichtlich nicht versagen.

Festigkeitsnachweis - Bauteil 2

1. Ort der höchsten Beanspruchung ermitteln



2. Belastungsart bestimmen

Belastung durch Schub, Torsion und Biegung

3. Bauteil festlegen

U-Profil DIN 1026-U100-S355 J0H
 $l_2 = 2000 \text{ mm}$

4. Ermittlung der Spannung

- Berechnung für den Belastungsfall Schub:

$$\tau_{\text{Sch}} = \frac{F}{A} = \frac{3000 \text{ N}}{1350 \text{ mm}^2} = 2,22 \text{ MPa}$$

- Berechnung für den Belastungsfall Biegung:

Es gilt: $\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$ mit $W_b = 41200 \text{ mm}^3$ (Siehe Produktdatenblatt W_{bx})

mit $l_{2N} = 2050 \text{ mm}$ gilt: $M_b = l_{2N} \cdot F_1 = 6150 \text{ Nm}$

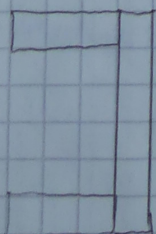
Eingesetzt ergibt sich $\sigma_b = \frac{6150000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{41200 \text{ mm}^3} = 149,27 \text{ MPa}$

- Berechnung für den Belastungsfall Torsion:

Es gilt $\tau_t = \frac{M_t}{W_t}$ mit $W_t = \frac{I_p}{b_{\text{max}}}$

Berechnung des polaren Trägheitsmomentes I_p anhand von zwei Varianten:

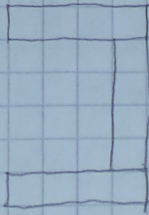
1. Variante



$$\begin{aligned} I_p &= \frac{1}{3} \cdot (13 \cdot (b-s) \cdot 2 + s^3 \cdot h) \\ &= \frac{1}{3} \cdot (85 \cdot (50-6) \cdot 2 + 6^3 \cdot 100) \text{ mm}^4 \\ &= 25214,33 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Definieren

2. Variante



$$\begin{aligned} I_p &= \frac{1}{3} (b^3 \cdot 2 + 5^3 \cdot (h - 2)) \\ &= \frac{1}{3} (8,5^3 \cdot 2 + 6^3 \cdot (100 - 17)) \text{ mm}^4 \\ &= 28446,8 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

→ Gesucht ist der ungünstigste Fall, also dass τ_t am größten wird. Dies ist der Fall für das kleinste I_p , also I_p von Variante 1

Mit $b_{\max} = 8,5 \text{ mm}$ erhält man

$$W_t > \frac{I_p}{b_{\max}} = \frac{25214,33 \text{ mm}^4}{8,5 \text{ mm}} = 2966,39 \text{ mm}^3$$

$$\hookrightarrow \text{Eingesetzt: } \tau_t = \frac{M_t}{W_t} = \frac{3000 \text{ N} \cdot 300 \text{ mm}}{2966,39 \text{ mm}^3} = 303,40 \text{ MPa}$$

5. Gleichartige Spannungen addieren

$$\tau_{\text{ges}} = \tau_t + \tau_{\text{std}} = 303,40 \text{ MPa} + 2,22 \text{ MPa} = 305,62 \text{ MPa}$$

6. Ungleichartige Spannungen zur Vergleichsspannung zusammenfassen

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{(149,27)^2 + 3 \cdot 303,62^2} \text{ MPa} = 550 \text{ MPa}$$

7. Vergleichsspannung mit zulässiger Spannung vergleichen

Es muss gelten: $\sigma_{\text{wirk}} = \sigma_v \leq \sigma_{\text{zul}}$

$$\sigma_{\text{zul}} = \frac{k}{S} = \frac{355 \text{ MPa}}{1,5} = 236,67 \text{ MPa}$$

→ $550 \text{ MPa} > 236,67 \text{ MPa}$: Bauteil versagt!

Festigkeitsnachweis - Bauteil 2

3. Bauteil festlegen

Hohlprofil EN10210-2-S355 JOH

100x100x6,3 Länge $l_d = 2000\text{mm}$

4. Ermittlung der Spannung

$$\cdot \tau_s = \frac{F}{A} = \frac{3000\text{N}}{2320\text{mm}^2} = 1,29\text{MPa}$$

$$\cdot \text{Biegespannung: } \sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$M_b = F_1 \cdot l_{rdv} = 6150\text{Nm}$$

$$W_b = 67100\text{mm}^3$$

$$\hookrightarrow \sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{6150000\text{Nmm}}{67100\text{mm}^3} = 91,65\text{MPa}$$

• Torsionsmoment

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_t} \quad \text{mit } W_t = 2 \cdot b \cdot h \cdot \overset{(h-6,3)}{t_{\min}} = 2 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 6,3 \cdot \text{mm}^2 = 126000\text{mm}^3$$

$$M_t = 825\text{Nm} \quad (\text{vgl. Träger 1})$$

$$\tau_t = \frac{825000\text{Nmm}}{126000\text{mm}^3} = 6,55\text{MPa}$$

• 5. Gleichartige Spannungen addieren

$$\tau_{ges} = \tau_{sd} + \tau_t = 7,84\text{MPa}$$

6. Ungleichartige Spannungen zur Vergleichsspannung zusammen fassen

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau_t^2} = \sqrt{91,65^2 + 3 \cdot 7,84^2} \text{MPa} = 92,65\text{MPa}$$

7. Vergleichsspannung mit zulässiger Spannung vergleichen

$$\sigma_v = \sigma_{\text{wirk}} \leq \sigma_{\text{zul}} \quad \text{mit } \sigma_{\text{zul}} = 238,67\text{MPa}$$

$$92,65\text{MPa} < 238,67\text{MPa}$$

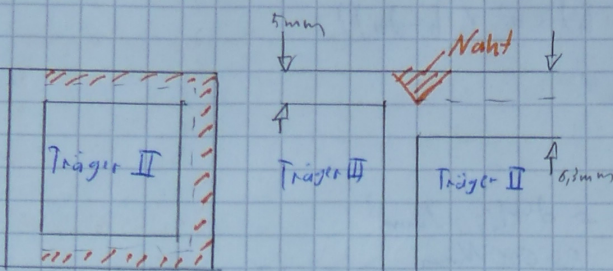
Belastungsfall 1: Kein Versagen mit Hohlprofil in Träger 2

Festigkeitsnachweis - Schweißnaht

Stefan Schmidt
Mat. Nr. 3360230

Variante 1: Stumpfnaht als U-Naht

①



Nahtdicke: $d_{\text{Naht}} = s_B = s_{\text{HT}} = 5 \text{ mm}$

- ② Belastung auf:
- Schub
 - Biegung
 - Torsion

③ Die vorliegende Belastung ist hauptsächlich eine statische

④ Kenngrößen Nahtdicke $d_{\text{Naht}} = 5 \text{ mm}$

Nahtlänge l : $l = 100 \text{ mm} + 2 \cdot 90 \text{ mm} = 280 \text{ mm}$

⑤ Schnittgrößen ermitteln:

- Querkraft: $F_a = F_z = 3 \text{ kN}$
- Biegemoment: $M_b = F_z \cdot l_{\text{HT}} = 3 \text{ kN} \cdot 2050 \text{ mm} = 6150 \text{ Nm}$
- Torsionsmoment: $M_T = 825 \text{ Nm}$

⑥ Ermittlung der Normspannung und Beiwerte

- Schubspannung $\tau_{\text{Schw}} = \frac{F_z}{A_{\text{Schw}}}$ mit $A_{\text{Schw}} = a \cdot l = 5 \text{ mm} \cdot 100 \text{ mm} = 500 \text{ mm}^2$

$$\tau_{\text{Schw}} = \frac{3000 \text{ N}}{500 \text{ mm}^2} = 6 \text{ MPa}$$

- Biegespannung: $\sigma_{\text{Biege}} = \frac{M_{\text{Biege}}}{W_{\text{Biege}}}$ mit $W_{\text{Biege}} = J \cdot \frac{I_{\text{max}}}{h_{\text{HT}}}$

I_{max} nach dem Satz von Steiner:

$$\begin{aligned} \hookrightarrow I_{\text{max}} &= \frac{1}{12} \cdot a \cdot (h - 2a)^3 + d \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot a^3 \cdot h + \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right)^2 \cdot h \cdot a \right) \\ &= 2562083,33 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$W_{\text{Biege}} = J \cdot \frac{I_{\text{max}}}{100} = 51241,67 \text{ mm}^3$$

$$\hookrightarrow \sigma_b = \frac{6150000 \text{ Nmm}}{51241,67 \text{ mm}^3} = 120,02 \text{ MPa}$$

• Torsionsspannung

Es gilt: $\tau_{tw1} = \frac{M_{tw1}}{W_{tw1}}$ mit $W_{tw1} = \frac{I_{pw1}}{b_{max}}$

$$\rightarrow I_{pw1} = \frac{1}{3} (2 \cdot (a^3 \cdot h) + a^3 \cdot (h - 2a))$$
$$= 12083,33 \text{ mm}^4$$

Mit $b_{max} = 5 \text{ mm}$

$$W_{tw1} = \frac{12083,33 \text{ mm}^4}{5 \text{ mm}} = 2416,67 \text{ mm}^3$$

$$\rightarrow \tau_{tw1} = \frac{M_{tw1}}{W_{tw1}} = \frac{825000 \text{ Nm}}{2416,67 \text{ mm}^3} = 34138 \text{ MPa}$$

Nachgegebene Nutzlast
↓
1,0

• Beiwerte

$$V_{b1} = 1$$

$$V_{s1} = 0,8$$

$$V_{m1} = 0,8$$

$$V_d = 0,9$$

⑦ Berechnung der Vergleichsspannung:

$$\text{Es gilt: } \sigma_{vw} = \sqrt{(\sigma_{bw} \cdot \frac{V_{m1}}{V_{b1}})^2 + 1,8 (\tau_{tw1} \cdot \frac{V_{m1}}{V_{s1}} + \tau_{tw1} \cdot \frac{V_{m1}}{V_{s1}})^2}$$
$$= 475,85 \text{ MPa}$$

⑧ Verwendet wird der Werkstoff S355, also gilt $R_e = 355 \text{ MPa}$

⑨ Für den Sicherheitswert gilt: $S_{Fw} = 1,5$

⑩ Berechnung der zulässigen Spannung $\sigma_{zul} = \frac{R_e}{S_F} \cdot V_{m1} \cdot V_d$

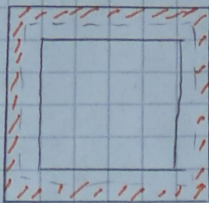
$$= 170,4$$

⑪ $\sigma_{vw} > \sigma_{zul}$

$\rightarrow$ Versagen in Träger 2

Festigkeitsnachweis - Schweißnaht

Variante 2: Schweißnaht umlaufend ausführen



Ergebnis für ②, ③, ④, ⑤ gleich wie bei Variante 1 (U-Naht)

⑥ Normspannungen ermitteln

- Schubbelastung parallel zur Schweißnaht

$$\tau_{\text{Schw}} = \frac{F_{\parallel}}{A} \quad \text{mit } A = d \cdot l \cdot a = 1000 \text{ mm}^2$$
$$\tau_{\text{Schw}} = \frac{3000 \text{ N}}{1000 \text{ mm}^2} = 3 \text{ MPa}$$

- Biegebelastung:

Es gilt: $\sigma_{\text{bzw}} = \frac{M_{\text{bzw}}}{W_{\text{bzw}}}$ mit $W_{\text{bzw}} = d \cdot \frac{I_{\text{bzw}}}{h_{\text{bzw}}}$

$$I_{\text{bzw}} = \frac{(b+2a) \cdot (h+2a)^3 - b \cdot h^3}{12} \quad \text{mit } b = 90 \text{ mm} = h$$
$$= \frac{100^4 - 90^4}{12} \text{ mm}^4 = 288583,33 \text{ mm}^4 \quad a = 5 \text{ mm}$$

Eingesetzt: W_{bzw} mit $h_{\text{bzw}} = 100$: $W_{\text{bzw}} = 57316,67 \text{ mm}^3$

Daraus ergibt sich eine Biegespannung von $\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{6150000 \text{ Nmm}}{57316,67 \text{ mm}^3} = 10730,1 \text{ Pa}$

- Torsionsbelastung:

$$\tau_{\text{Tw}} = \frac{M_{\text{Tw}}}{W_{\text{Tw}}} \quad \text{mit } W_{\text{Tw}} = 2 \cdot A_{\text{m}} \cdot a \quad \text{mit } A_{\text{m}} = (b+a) \cdot (h+a)$$
$$A_{\text{m}} = 95 \text{ mm} \cdot 95 \text{ mm} = 9025 \text{ mm}^2 \quad b = 90 \text{ mm} = h$$
$$\hookrightarrow W_{\text{Tw}} = 90250 \text{ mm}^3 \quad a = 5 \text{ mm}$$

Somit erhält man $\tau_{\text{Tw}} = \frac{825000 \text{ Nmm}}{90250 \text{ mm}^3} = 9,14 \text{ MPa}$

⑦ Mit $\sigma_{\text{bzw}} = 1$ (Biegespannung) erhält man

$$\sigma_{\text{bzw}} = 10921 \text{ MPa} \quad (\text{Siehe Formel aus Variante 1})$$

⑧ Gleichen Werkstoff wie bei Variante 1

⑨ Sicherheitsbeiwert $\gamma_F = 1,5$

10) Zulässige Spannung ermitteln

$$\sigma_{zul} = V_{x1} \cdot V_{x2} \cdot \frac{R_e}{S_F} = 1,0 \cdot 0,9 \cdot \frac{255 \text{ MPa}}{1,5} = 147 \text{ MPa}$$

11) $\sigma_m = 109,21 \text{ MPa} \leq 147 \text{ MPa} = \sigma_{zul}$

↳ kein Versagen

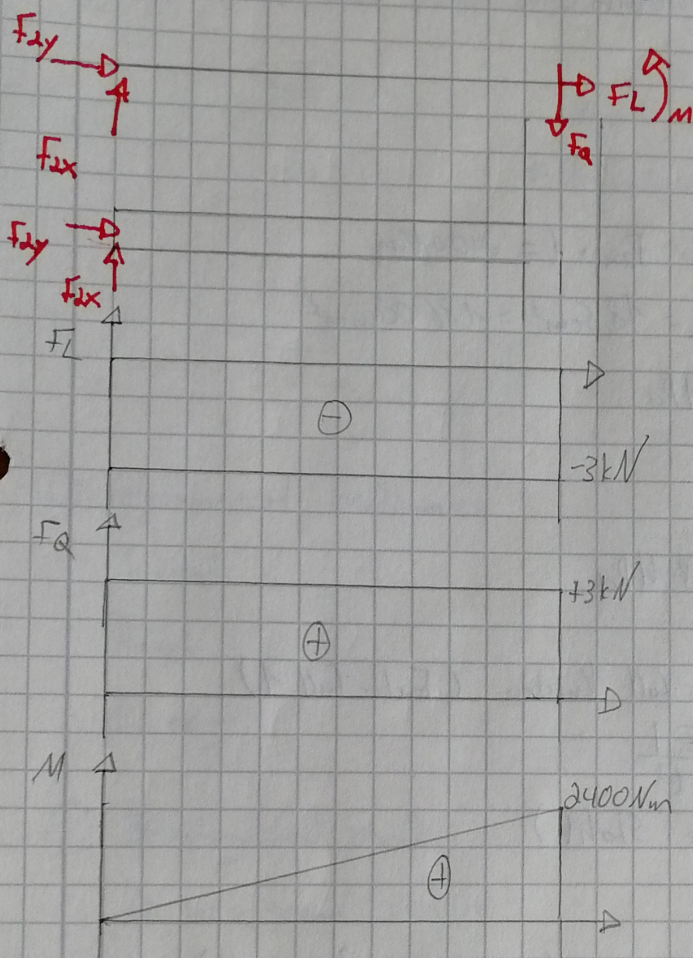
Testat 2

Festigkeitsnachweis des Hubzylinders im Belastungsfall 2

STICHPROBENDURCHSICHT
Institut für Konstruktionstechnik und
Technisches Design - Universität Stuttgart

24. APR. 2018

① Ort der höchsten Beanspruchung ermitteln



$$\uparrow \sum V = 0: F_{ax} - F_a = 0$$

$$\rightarrow F_a = F_{ax} = 3000\text{ N} = 3\text{ kN}$$

$$\rightarrow \sum H = 0: F_{ay} + F_L = 0:$$

$$\rightarrow F_L = -F_{ay} = -3000\text{ N} = -3\text{ kN}$$

$$\sum M = 0 \text{ (an der Schweißnaht 2)}$$

$$-F_{ax} \cdot l_H + M = 0$$

$$\rightarrow M = F_{ax} \cdot l_H = 2400000\text{ Nm} = 2400\text{ Nm}$$

$$\sum M = 0 \text{ (bei } l=0)$$

$$M = 0$$

↳ linearer Verlauf

→ Ort der höchsten Beanspruchung: Schweißnaht 2

② Belastungsart bestimmen

Aufgrund der Kraft F_{ay} kommt es zu einer Druckbelastung

Aufgrund der Kraft F_{ax} kommt es zu einer Biege- und einer Schubbelastung

③ Bauteil ermitteln

Rundprofil EN10210-2-S355 JOH - 76,1 x 510 mit einer Länge

von $l_H = 800\text{ mm}$

Annahme: Es handelt sich um einen konstanten Querschnitt

④ Ermittlung der Spannungen

• Schubspannung

$$\tau_s = \frac{F}{A} \quad \text{mit} \quad F = 3000 \text{ N}$$

$$A = 11,2 \text{ cm}^2 = 1120 \text{ mm}^2$$

$$\tau_s = \frac{3000 \text{ N}}{1120 \text{ mm}^2} = 2,68 \text{ MPa}$$

• Biegespannung

$$\text{Es gilt } \sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \quad \text{mit} \quad M_b = F_{ax} \cdot l = 2400 \text{ Nm}$$

$$W_{bx} = 18,6 \text{ cm}^3 = 18600 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{2400000 \text{ Nmm}}{18600 \text{ mm}^3} = 129,03 \text{ MPa}$$

• Druckspannung

$$\sigma_d = -\left(\frac{F_{ax}}{A}\right) = -\frac{3000 \text{ N}}{1120 \text{ mm}^2} = -2,68 \text{ MPa}$$

Berechnung für den Versagensfall Knicken (Eulerfall 1)

$$\text{Demnach gilt: } F_k = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{E \cdot I}{l^2}$$

mit $E = 210000 \text{ MPa}$ (für Stahl)

$$l = 800 \text{ mm}$$

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64} \cdot ((76,1 \text{ mm})^4 - (76,1 \text{ mm} - 2 \cdot 5 \text{ mm})^4) \\ = 709220,30 \text{ mm}^4$$

Also ergibt sich eine wirkende Knicklast F_k von

$$F_k = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{210000 \cdot 709220,30}{800^2} \text{ N} = 574,196,09 \text{ N} = 574,196 \text{ kN}$$

⑤ Gleichartige Spannungen ermitteln

$$\sigma_{ges} = \sigma_b + |\sigma_d| = 131,71 \text{ MPa}$$

⑥ Ungleichartige Spannungen zur Vergleichsspannung zusammenfassen

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{ges}^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{131,71^2 + 3 \cdot 2,68^2} \text{ MPa} = 131,79 \text{ MPa}$$

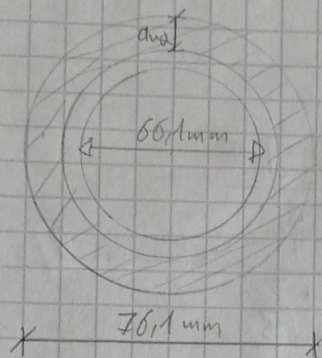
⑦ Vergleichsspannung mit zulässiger Spannung vergleichen

$$\text{FB: } \sigma_v \leq \sigma_{zul} = \frac{R_e}{s_f} = 236,67 \text{ MPa} \rightarrow \text{Hubzylinder versagt unter Belastungsfall d nicht}$$

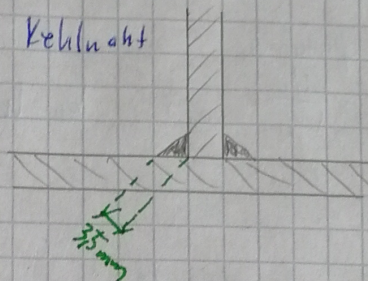
$$\text{Gegen Knicken } F_{ax} \leq \frac{F_k}{s_k} \quad \text{mit } s_k = 2,5 \quad 3000 \text{ N} \leq 229678,44 \text{ N} \rightarrow \text{Kein Versagen durch Knicken}$$

Berechnung der Schweißnaht 2 zwischen Träger 2 und Hubzylinder im Belastungsfall 2

① Nahtverlauf und Nahtabmessungen festlegen



$a_{wa} = t \cdot 0,7 = 5 \text{ mm} \cdot 0,7 = 3,5 \text{ mm}$
→ Umlaufende Kehlnaht



② Belastungsart bestimmen

- Schub
- Druck
- Biegung

③ Belastungsfall prüfen

↳ vorwiegend statisch

④ Kenngrößen und Schweißnaht ermitteln

↳ siehe ①

⑤ Schnittgrößen (Kräfte und Momente) in der Schweißnaht ermitteln

$$F_Q = F_{2x} = 3000 \text{ N}$$

$$F_L = -F_{2y} = -3000 \text{ N}$$

$$M = F_{2x} \cdot l = 2400 \text{ Nm}$$

⑥ Nennspannung ermitteln und Beiwerte v_1 und v_2 ermitteln

• Schubspannung

$$\tau_{sw2} = \frac{F_Q}{A_{sw2}}$$

$$= \frac{3000 \text{ N}}{437,60 \text{ mm}^2} = 6,86 \text{ MPa}$$

$$\text{mit } A_{sw2} = \frac{\pi}{2} \cdot (d + a) \cdot a = \frac{\pi}{2} \cdot (76,1 + 3,5) \text{ mm} \cdot 3,5 \text{ mm} \\ = 437,60 \text{ mm}^2$$

3

• Druckspannung

$$\sigma_d = -\frac{F}{A} \quad \text{mit } F = F_L = -3000 \text{ N}$$

$$A = \pi \cdot a \cdot (d_a + a) = \pi \cdot 3,5 \text{ mm} \cdot (76,1 \text{ mm} + 3,5 \text{ mm}) \\ = 875,25 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \sigma_d = -\frac{(-3000 \text{ N})}{875,25 \text{ mm}^2} = 3,43 \text{ MPa}$$

• Biegespannung

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \quad \text{mit } W_b = W_u = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d_a + d_a)^4 - d_a^4}{d_a + 2 \cdot a} \\ = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(76,1 + 2 \cdot 3,5)^4 - 76,1^4}{76,1 + 7} \text{ mm}^3 \\ = 16716,10 \text{ mm}^3$$

$$\Rightarrow \sigma_b = \frac{2000000 \text{ Nmm}}{16716,10 \text{ mm}^3} = 143,57 \text{ MPa}$$

Beiwerte: $V_b = V_d = 0,8$

$$V_s = 0,8$$

Die Güte der Schweißnähte ist nachgewiesen $V_d = 1$

Vorherrschende Spannung: Biegung

$$\Rightarrow V_{x1} = 0,8$$

$$\sigma_{vw} = \sqrt{\left(\sigma_{bw} \cdot \frac{V_{x1}}{V_{b1}} + \sigma_{dw} \cdot \frac{V_{x1}}{V_{d1}}\right)^2 + 1,8 \cdot \left(T_{sw} \cdot \frac{V_{x1}}{V_{s1}}\right)^2} \\ = 147,29 \text{ MPa}$$

⑧ Werkstoff wählen und Werkstoffkenngrößen ermitteln

EN 10210-2 S355 JOH

$$S355 \rightarrow R_e = 355 \text{ MPa}$$

⑨ Sicherheitsbeiwert festlegen

$$S_F = 1,5$$

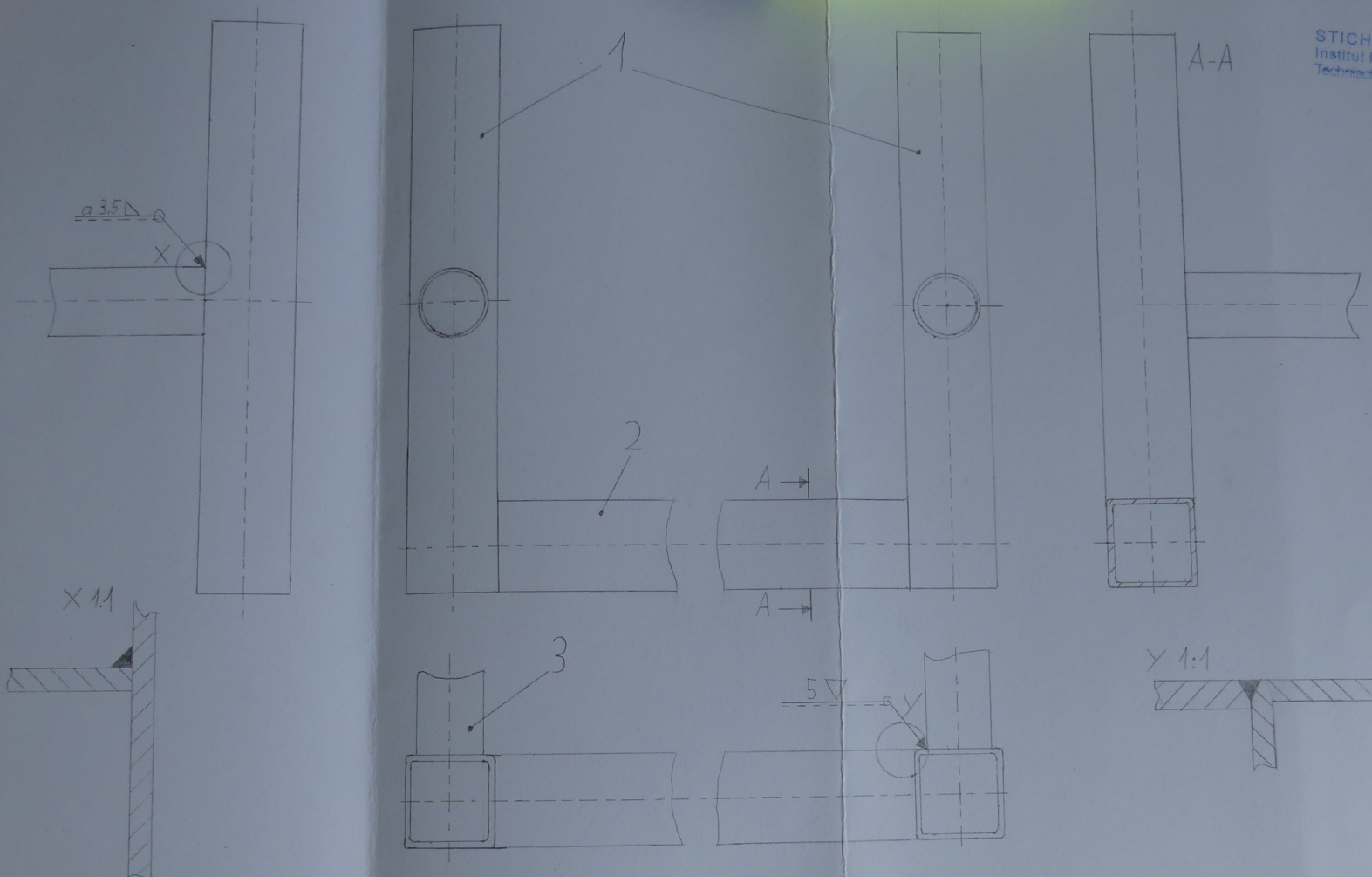
⑩ Zulässige Spannung ermitteln

$$\sigma_{zul} = V_1 \cdot V_2 \cdot \frac{R_e}{S_F} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot \frac{355 \text{ MPa}}{1,5} = 189,33 \text{ MPa}$$

⑪ Vergleichsspannung mit zulässiger Spannung vergleichen

$$F_8: \sigma_{vw} \leq \sigma_{zul} \Leftrightarrow 147,29 \text{ MPa} < 189,33 \text{ MPa} \rightarrow \text{Schweißnaht 2 hält Belastung aus}$$

24. APR. 2018



Pos	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer/ Norm-Kurzbezeichnung	Bemerkung
1	2	Stk.	Träger/Hohlprofil	EN 10210-S355 J0H	100x100x5,0 L ₁ =L ₂ =650mm
2	1	Stk.	Träger/Hohlprofil	EN 10210-S355 J0H	100x100x5,3 L ₁ =2000mm
3	2	Stk.	Hubzylinder/Rundprofil	EN 10210-S355 J0H	76,1x5,0

Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768-mK	Werkstückkanten ISO 13715	Maßstab 1:5	Gewicht 10 kg
Verantwortliche Abtl. IKTD-TD	techn. Referenz IKTD-MJ	Genehmigt von Prof. Dr.-Ing. T. Maier	
KTD Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design Universität Stuttgart Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design		Dokumentenart Zusammenbauzeichnung	in Bearbeitung
		Titel, zusätzlicher Titel Konstruktionsübung 3- Berechnung einer Schweißkonstruktion	Sachnummer K03-CONSTRUKT-018
		Änd. A	Ausgabedatum 10.04.2018
		Spr. de	Blatt 1