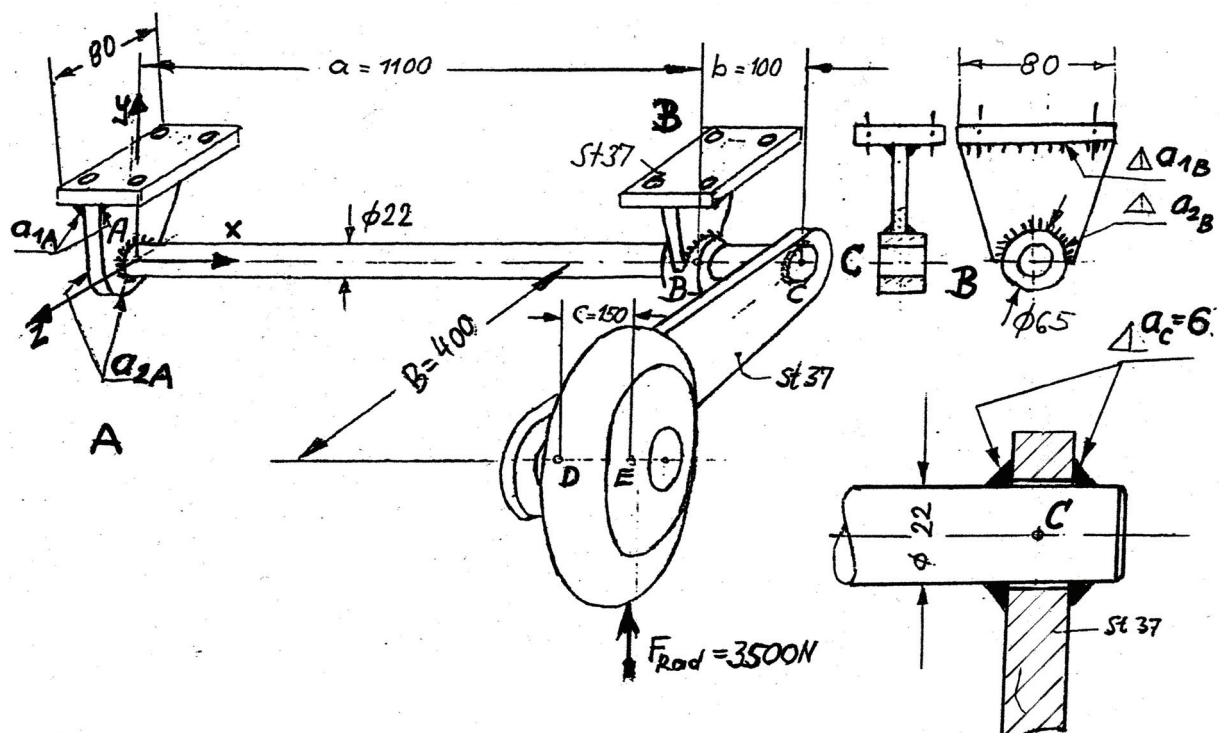


Schweißverbindung

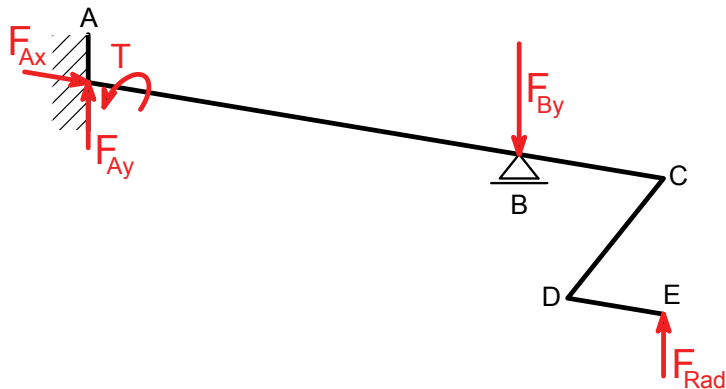
Das Rad eines Lastfahrzeuges soll durch eine Drehstabanordnung (siehe Skizze) abgefedert werden. Der Drehstab ABC aus S235 (St 37) ist in A mit dem Lagerbock und in C mit der Schwinge DC verschweißt, dagegen in B drehbar geführt.

- Berechnen Sie die Kräfte und Momente im Drehstab infolge der in E wirksamen Radlast $F_{Rad} = 3500 \text{ N}$. Dabei ist wegen „biegeweicher“ Ausführung der Lagerböcke in A und B kein Biegemoment anzusetzen.
- Zeichnen Sie die qualitative Biegelinie $f_{(x)}$ für den Drehstab ABC. Ebenso den Biegemomentenverlauf $M_{b(x)}$ und den Drehmomentenverlauf $T_{(x)}$.
- Die Radlast F_{Rad} setzt sich aus einem statischen Anteil von 2500 N und einem schwingenden Anteil $\pm 1000 \text{ N}$ zusammen. Prüfen Sie, ob die Doppelkehlnähte a_c bei C ausreichen dimensioniert sind.
- Die Nähte a_{1A} und a_{2A} im Lagerbock A sind mit 6 mm Dicke vorgesehen. Prüfen Sie beide Nähte.
- Die Nähte a_{1B} und a_{2B} im Lagerbock B sind mit 6 mm Dicke vorgesehen. Beurteilen Sie beide Nähte.



Musterlösung:

a) Kräfte und Momente



Lagerkräfte:

Aus Gleichgewichtsbedingungen folgt:

$$F_{Ax} = 0$$

$$F_{Ay} = 795 \text{ N}$$

$$F_{By} = 4.295 \text{ N}$$

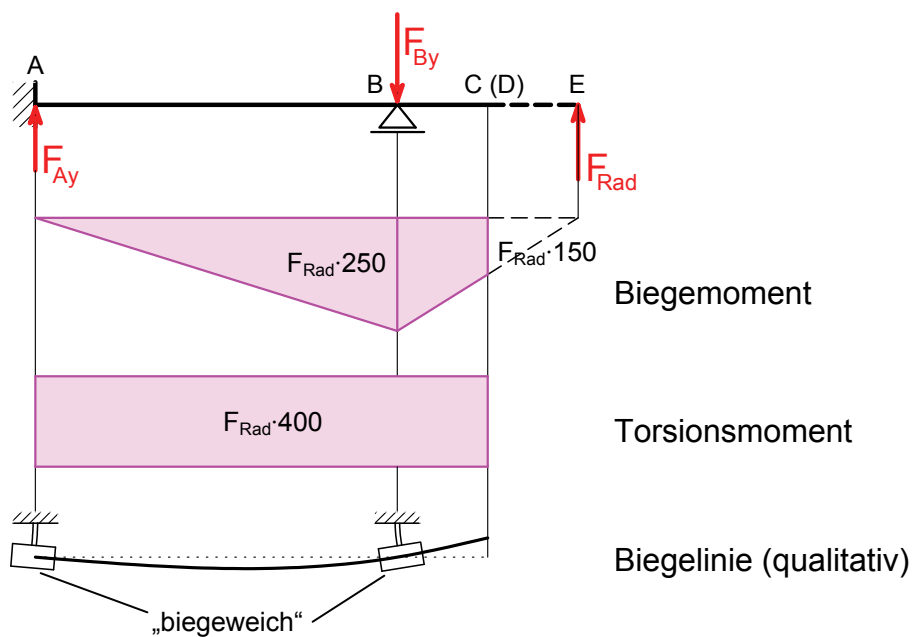
Torsionsmoment:

$$T = F_{Rad} \cdot 400 = 1.400 \text{ Nm}$$

Biegemoment Drehstab in Lager B:

$$M_{b,max} = F_{Rad} \cdot 250 = 875 \text{ Nm}$$

b) Biege- und Torsionsmoment, Biegelinie



c) Berechnung Schweißnaht C

1. Belastungsgrößen in der Schweißnaht

Biegemoment um z-Achse:

$$M_{b,max} = F_{Rad,max} \cdot 150 = 525 \text{ Nm}$$

$$M_{b,min} = F_{Rad,min} \cdot 150 = 225 \text{ Nm}$$

Torsionsmoment:

$$T_{max} = F_{Rad,max} \cdot 400 = 1.400 \text{ Nm}$$

$$T_{min} = F_{Rad,min} \cdot 400 = 600 \text{ Nm}$$

Scherspannung infolge F_{Rad} wird nicht berücksichtigt (vernachlässigbar)

2. Geometrische Größen (2 Schweißnähte)

Biegung:

$$I_b = 2 \cdot \frac{\pi \left[(d + 2 \cdot a)^4 - d^4 \right]}{64} = 2 \cdot \frac{\pi \left[(22 + 2 \cdot 6)^4 - 22^4 \right]}{64} = 108.196 \text{ mm}^4$$

$$e_{max} = \frac{d}{2} + a = \frac{22}{2} + 6 = 17 \text{ mm}$$

$$W_b = \frac{I_b}{e_{max}} = \frac{108.196}{17} = 6.364 \text{ mm}^3$$

Torsion:

$$W_t = 2 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot (d + a)^2 \cdot a = 2 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot (22 + 6)^2 \cdot 6 = 14.778 \text{ mm}^3$$

3. Nennspannungen in der Schweißnaht

Biegespannung in x-Richtung

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{w,b,max} = \frac{M_{b,max}}{W_b} = \frac{525 \cdot 10^3}{6.364} = 82,5 \text{ N/mm}^2$$

Torsionsspannung:

$$\tau_{\parallel} = \tau_{w,t,max} = \frac{T_{max}}{W_t} = \frac{1400 \cdot 10^3}{14.778} = 94,7 \text{ N/mm}^2$$

Vergleichsspannung:

$$\sigma_{w,V} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 2 \cdot \tau_{\parallel}^2} = \sqrt{82,5^2 + 2 \cdot 94,7^2} = 157,3 \text{ N/mm}^2$$

4. Zulässige Spannung

$$\text{Grenzspannungsverhältnis: } \kappa = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = \frac{M_{b,\min}}{M_{b,\max}} = \frac{T_{\min}}{T_{\max}} = \frac{F_{Rad,\min}}{F_{Rad,\max}} = 0,43$$

Kerbfall F (Abb. 2.10)

Zulässige Spannung: $\sigma_{wzul} = 80 \text{ N/mm}^2$ (aus Abb. 2.11)

Dickenbeiwert nicht berücksichtigt (Annahme: Wandstärke ca. 10 mm)

5. Vergleich

$$\sigma_{wV} > \sigma_{wzul}$$

Vorhandene Spannung größer als zulässige Spannung \Rightarrow nicht ausreichend!

Abhilfemaßnahmen:

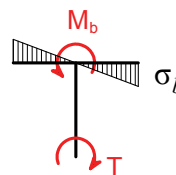
- Kein Spiel zwischen Drehstab und Bohrung. Biegemoment wird dann per Formschluss übertragen und die Schweißnaht nur auf Torsion beansprucht. Mit Kerbfall H ist die zul. Spannung dann größer als die vorhandene Torsionsspannung.
- Schweißnahtquerschnittsfläche vergrößern (d und a)
- Werkstoff ändern (S235 \Rightarrow S355)

d) Schweißnähte Lagerbock A

- Biegebeanspruchung der Schweißnähte a_{1A} um z-Achse ist abhängig von der Nachgiebigkeit des Lagerbocks. Bei „biegeweicher“ Ausführung sind geringe Biegespannungen zu erwarten (vernachlässigbar).
- Biegebeanspruchung der Schweißnähte a_{1A} um x-Achse:

1. Belastungsgrößen (nur Biegung)

$$M_{b,\max} = T_{\max} = 1400 \text{ Nm}$$

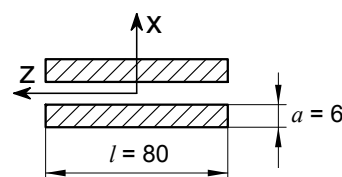


2. Geometrische Größen (2 Schweißnähte)

$$I_b = 2 \cdot \left(\frac{a \cdot l^3}{12} \right) = 2 \cdot \left(\frac{6 \cdot 80^3}{12} \right) = 512.000 \text{ mm}^4$$

$$e_{\max} = \frac{l}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ mm}$$

$$W_b = \frac{I_b}{e_{\max}} = \frac{512.000}{40} = 12.800 \text{ mm}^3$$



↪ Endkrater nicht berücksichtigt!

3. Nennspannungen

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{w,b\,max} = \frac{M_{b,max}}{W_b} = \frac{1400 \cdot 10^3}{12.800} = 109,4 \text{ N/mm}^2$$

4. Zulässige Spannungen

Grenzspannungsverhältnis: $\kappa = 0,43$ (wie bei Schweißnaht C)

Kerbfall: F (Abb. 2.10)

Zulässige Spannung: $\sigma_{wzul} = 80 \text{ N/mm}^2$ (aus Abb. 2.11)

5. Vergleich

$$\sigma_{wV} \approx \sigma_{wzul}$$

Vorhandene Spannung größer als zulässige Spannung

↳ nicht ausreichend!

Außerdem ist zu bedenken, dass eine geringe Biegespannung aus der Biegung um die z-Achse überlagert wird (Annahme: biegeweich) und zudem die Endkrater vernachlässigt wurden.

- Beanspruchung der Schweißnähte a_{2A} entspricht der Beanspruchung der Schweißnähte a_C

e) Schweißnähte Lagerbock B

- Torsionsbeanspruchung in Schweißnähten a_{2B} vernachlässigbar (nur Lagerreibung).
- Biegebeanspruchung um x-Achse daher ebenfalls vernachlässigbar.
- Biegebeanspruchung um z-Achse ist wie bei den Schweißnähten im Lagerbock A von der Nachgiebigkeit des Lagerbocks abhängig.