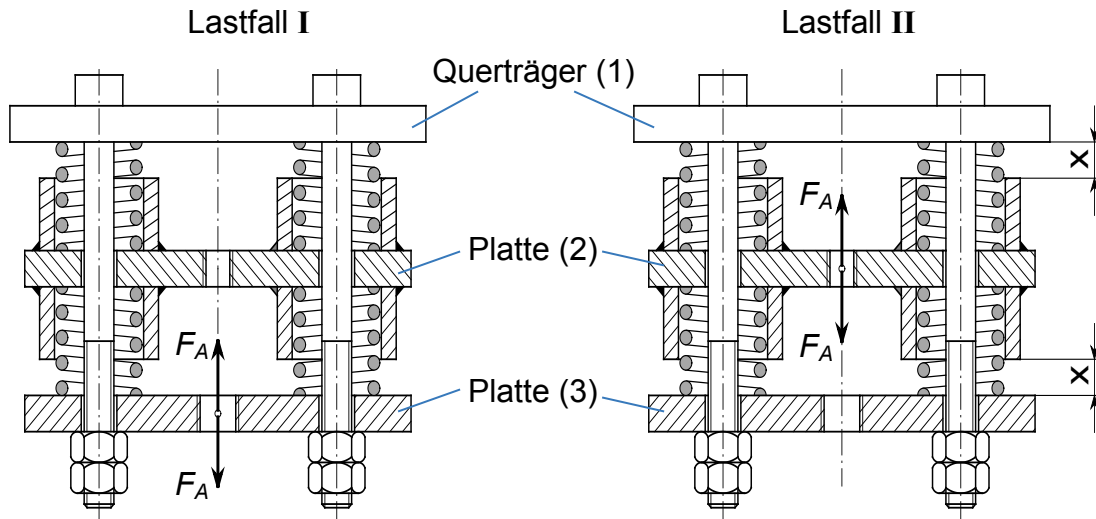


Federn und Schrauben

Das abgebildete Federsystem mit 4 gleichen Federn wird über einen ortsfesten Querträger (1) mit zwei Zylinderschrauben M 8 – 8.8 vorgespannt. Die Betriebskraft F_A kann sowohl in Platte (2) als auch in Platte (3) eingeleitet werden und kann entweder von oben nach unten oder von unten nach oben wirken.

Annahme: Die statische Betriebskraft F_A wird genau in der Mitte zwischen den beiden Schrauben eingeleitet.



Gegeben:

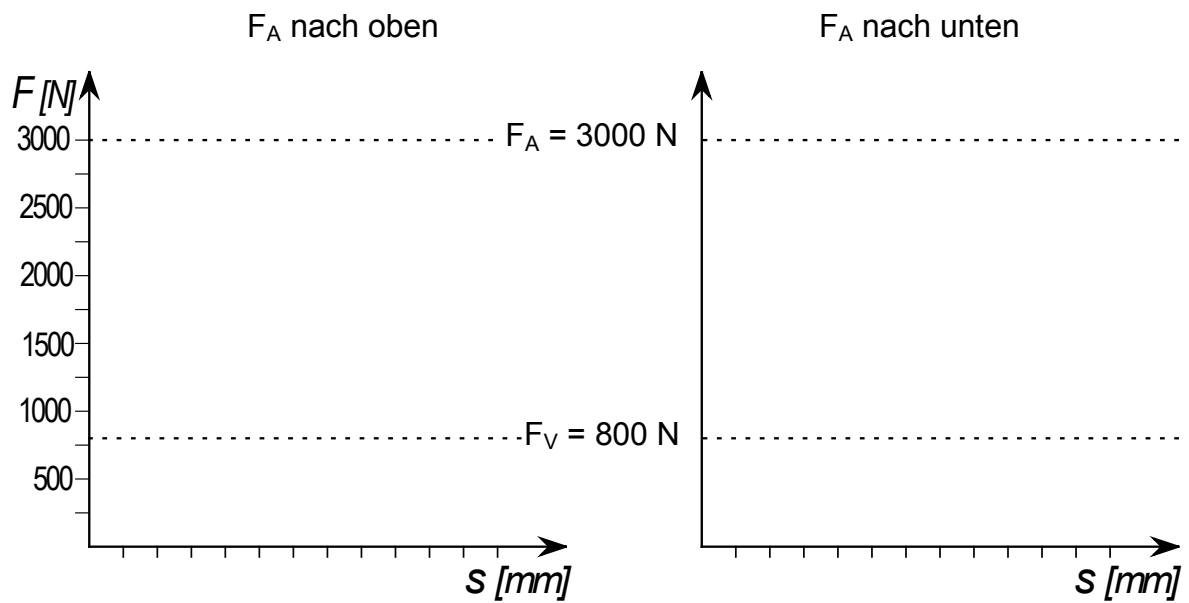
Vorspannkraft: $F_V = 800 \text{ N}$
 Betriebskraft: $F_A = 3000 \text{ N}$
 Federweg: $x = 10 \text{ mm}$

Federdaten: $R = 40 \text{ N/mm}$
 $d = 4 \text{ mm}$
 $D = 24 \text{ mm}$

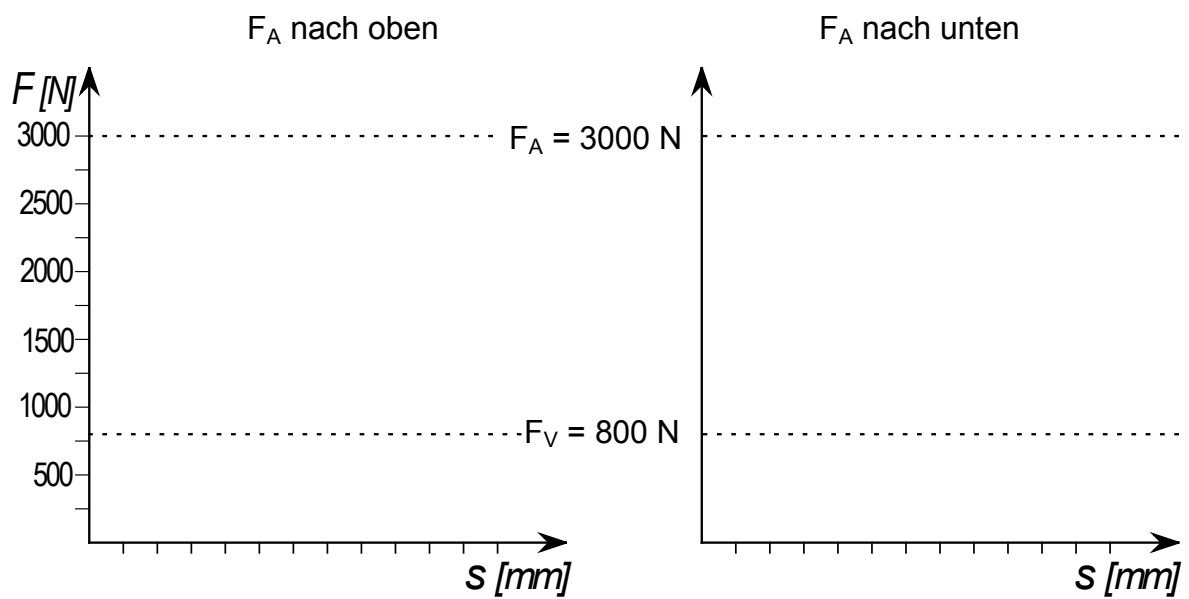
- Zeichnen Sie in das Beiblatt die maßstäblichen Federkennlinien für alle Lastfälle. Dabei sollen der Querträger 1, die Platten 2 und 3 und beide Schrauben als starr betrachtet werden ($R_S \gg R_{\text{Feder}}$).
- Wie groß sind die maximalen Torsionsspannungen in den Federn im Lastfall I und Lastfall II?
- Geben Sie für alle Lastfälle den Krafteinleitungsfaktor n für die Schrauben an.
- Sind die Schrauben ausreichend dimensioniert, wenn im Extremfall $F_A = 10 \text{ kN}$ betragen kann?

Beiblatt

Lastfall I



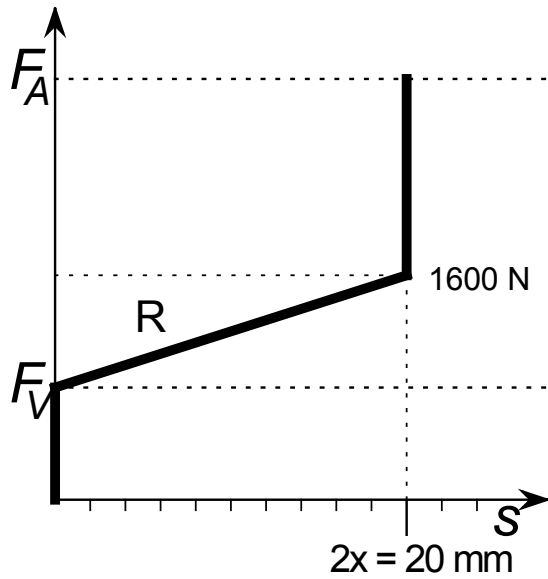
Lastfall II



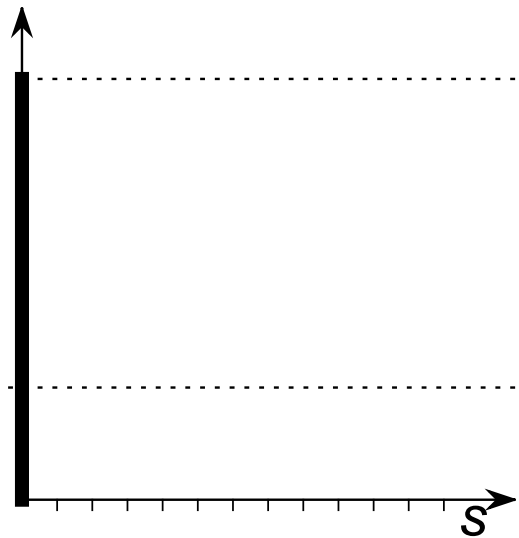
Musterlösung

a) Federkennlinien

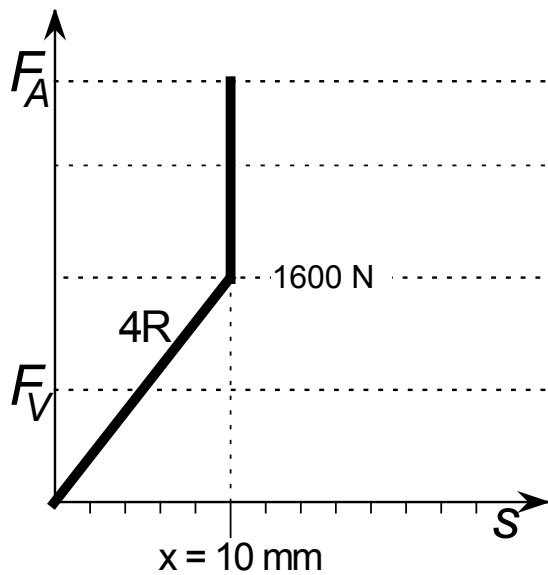
Lastfall I F_A nach oben



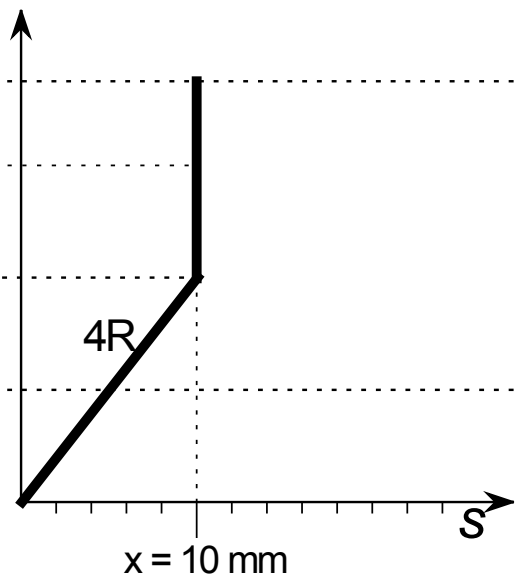
F_A nach unten



Lastfall II F_A nach oben



F_A nach unten



Lastfall I (F_A nach oben)

Federsteifigkeit:

2 Federn in Reihe: $\frac{1}{R_I} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_I = \frac{R}{2}$

R_I und R_I parallel: $R_I = R_I + R_I = R = 40 \text{ N/mm}$

Vorspannweg: $s_V = \frac{F_V}{R_I} = \frac{800}{40} = 20 \text{ mm}$ (Federsystem)

Federweg: $s_I = 2 \cdot x = 2 \cdot 10 = 20 \text{ mm}$ (Reihenschaltung)

Auslenkkraft: $F_{A,I} = F_V + R_I \cdot s_I = 800 + 40 \cdot 20 = 1600 \text{ N}$

Lastfall II (F_A in beide Richtungen gleich)

Federsteifigkeit:

Alle 4 Federn parallel: $R_{II} = 4 \cdot R_I = 4 \cdot 40 = 160 \text{ N/mm}$

Federweg: $s_{II} = x = 10 \text{ mm}$

Auslenkkraft: $F_{A,II} = R_{II} \cdot s_{II} = 160 \cdot 10 = 1600 \text{ N}$

b) **Maximale Torsionsspannung** (auf Einzelfeder bezogen)

Lastfall I (F_A nach oben)

Federweg: $s = s_V + x = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$

Max. Federkraft: $F_{\max} = R \cdot s = 40 \cdot 20 = 800 \text{ N}$

Max. Spannung: $\tau_{I,\max} = \frac{8 \cdot D}{\pi \cdot d^3} \cdot F_{\max} = \frac{8 \cdot 24}{\pi \cdot 4^3} \cdot 800 = \underline{764 \text{ N/mm}^2}$

Lastfall II (für beide Richtungen gleich)

Da Vorspannung und max. Federweg in beiden Lastfällen gleich groß sind, müssen auch die max. Spannungen gleich groß sein.

c) Krafteinleitungsfaktor

Lastfall I: $n = 1$ (Krafteileitung am Schraubenkopf)

Lastfall II: $n = 0,5$ (Krafteileitung in der Mitte)

d) Tragfähigkeit Schraube

Ungünstigster Fall für Schrauben: F_A nach unten!

Annahme:

Da die Plattensteifigkeit (Federn) gegenüber den Schrauben sehr gering ist, wirkt die Betriebskraft F_A nur auf die Schrauben:

$$F_{S,\max} = F_V + F_A = 400 + 5000 = 5.400 \text{ N (pro Schraube)}$$

$$F_{V,\text{zul}} = 19.100 \text{ N (nach DIN 2230)}$$

D.h. Schrauben sind auf jeden Fall ausreichend dimensioniert!