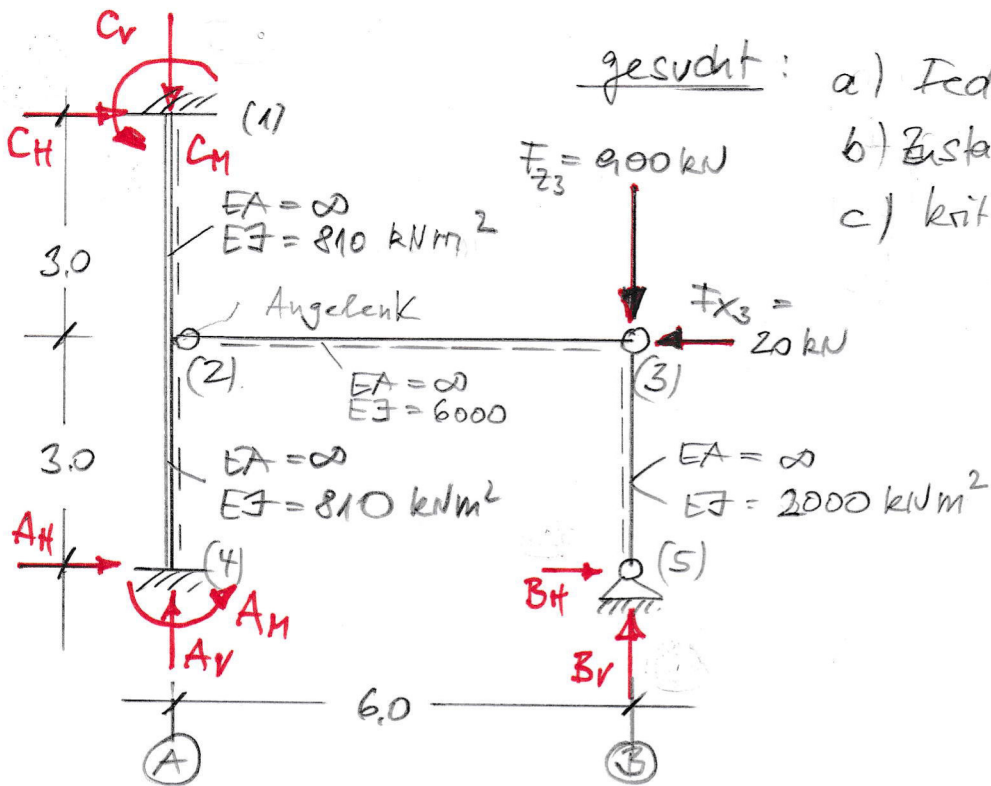
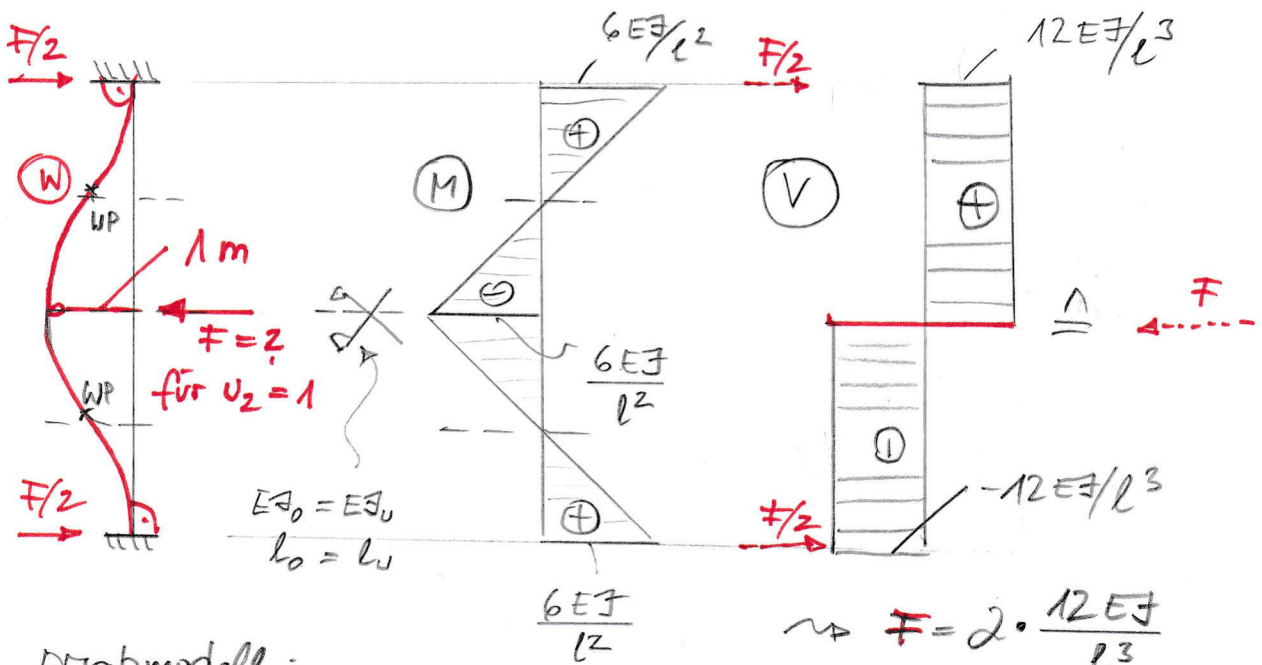


Übungsbeispiel 2 : Theorie II. Ordnung / Federn

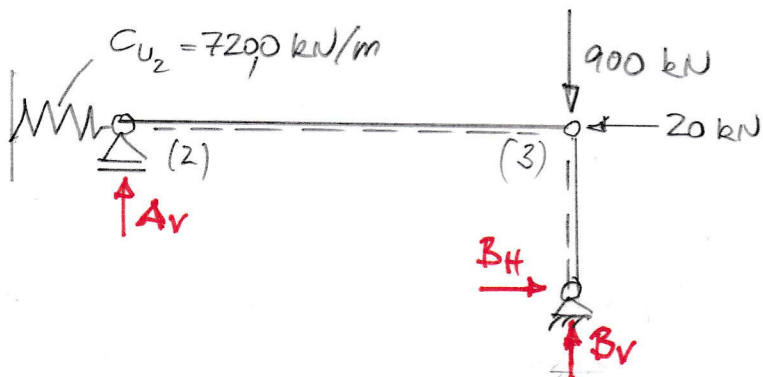


gesucht: a) Federersatzmodell
 b) Zustandsgr. nach Th. II. ord.
 c) krit. Last für $F_{z,3}$

a) Federersatzmodell für lotrechten Stab zw. (1) und (4)



Erstmodell:

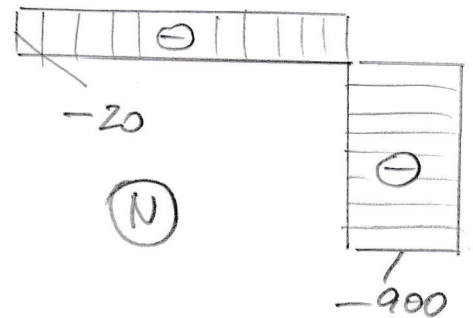
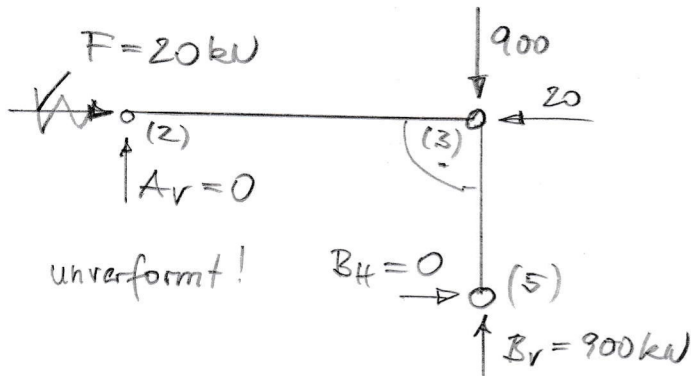


$$= \frac{24 \cdot 8100}{27} = \underline{\underline{7200 \text{ kN}}}$$

für 1 m Federweg!

b) Zustandsgrößen nach Theo. II. Ord.

- Schnittgrößen nach Th. I. Ord: (= 0. Iteration)



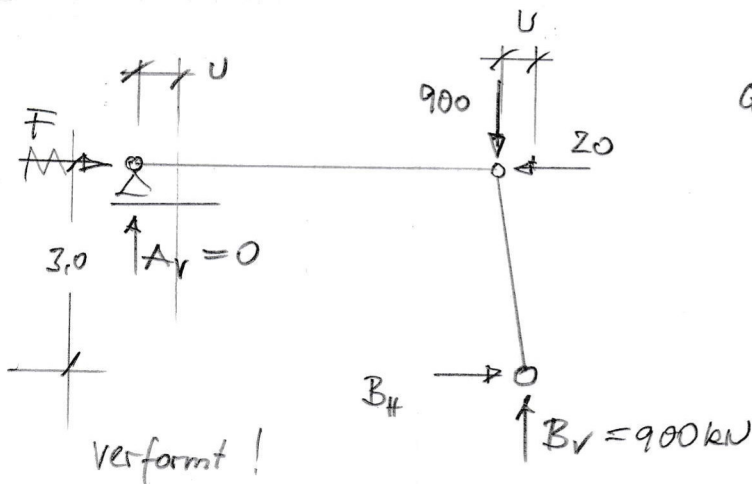
Zugehörige Verformungen:

Riegelverschiebung abhängig von Federkraft:

$$F = c_U \cdot u \quad \leadsto \quad u = u_2 = u_3 = \frac{F}{c_U} = \frac{20}{720}$$

- 1. Iteration (mit $u = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$)

$$= 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ m (nach links)}$$



Gelenkbed. $\sum M_{3, UTS} \stackrel{!}{=} 0$:

$$900 \cdot u + B_H \cdot 3 \stackrel{!}{=} 0$$

$$\leadsto B_H = - \frac{900 \cdot u}{3}$$

$$= -300 \cdot 2,7 \cdot 10^{-2}$$

$$= \underline{\underline{-8,1 \text{ kN}}}$$

$$\leadsto F = 20 + 8,1 = \underline{\underline{28,1 \text{ kN}}}$$

zugeh. Federweg:

$$u_{\text{neu}}^{(1)} = \frac{28,1}{720} = \underline{\underline{3,94 \cdot 10^{-2} \text{ m}}}$$

(nach links)

- 2. Iteration (mit $u = 3,94 \cdot 10^{-2} \text{ m}$)

$$B_H = -300 \cdot 3,94 \cdot 10^{-2} = \underline{\underline{-11,82 \text{ kN}}} \quad \leadsto \quad F = 31,82 \text{ kN}$$

zugeh. Federweg:

$$u_{\text{neu}}^{(2)} = \frac{31,82}{720} = \underline{\underline{4,42 \cdot 10^{-2} \text{ m}}}$$

(nach links)

- weitere Iterationen tabellarisch

F = Federkraft (n. rechts)
U = Federweg (n. links)

H _e	B _H [kN]	F [kN]	U [m]	N ₂₃ [kN]	N ₃₅ [kN]
0.	0,0	20,0	2,7 · 10 ⁻²		-900,0
1.	-8,3	28,3	3,94 · 10 ⁻²	≙ -F	⋮ ↓
2.	-11,82	31,82	4,42 · 10 ⁻²		
3.	-13,26	33,26	4,62 · 10 ⁻²		
4.	-13,86	33,86	4,70 · 10 ⁻²		
					-900,11

- analytisch Berechn. der endgültigen Verformung (optional!)

$$B_H = -300 \cdot U \quad \rightsquigarrow \quad F = 20 + 300 \cdot U$$

$$U = \frac{F}{C_U} = \frac{20 + 300 \cdot U}{720}$$

$$\rightsquigarrow 720 \cdot U - 300 \cdot U = 20 \quad \rightsquigarrow \quad U = \frac{20}{420} = \underline{4,76 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

(nach links!)

zugehörige Kräfte:

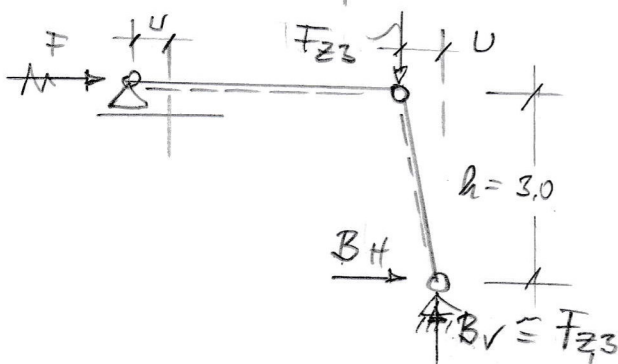
$$F = 20 + 300 \cdot 4,76 \cdot 10^{-2} = \underline{34,286 \text{ kN}} \quad \left. \vphantom{F} \right\} \text{vgl. } \sim 4. \text{ Iteration}$$

$$B_H = \underline{-14,286 \text{ kN}}$$

$$A_v = 0 \quad ; \quad B_v = 900 \text{ kN} \quad ; \quad N_{35} = -\sqrt{14,286^2 + 900^2} = \underline{-900,11 \text{ kN}}$$

c) kritische Last für F_{2,3}:

Aufstellung der Gleichgewichtsbedingung am verform. System ohne schiefe stellende Horizontalkraft (≙ Exzentrizität = Null)



$$F = C_U \cdot U$$

$$B_H = -F = -C_U \cdot U$$

aus Gelenkbedingung:

$$B_v \cdot U + B_H \cdot h = 0$$

mit $B_v \approx F_{z,3}$ ergibt sich

$$F_{z,3} \cdot u - C_v \cdot u \cdot h = 0$$

$$(F_{z,3} - C_v \cdot h) \cdot u = 0$$

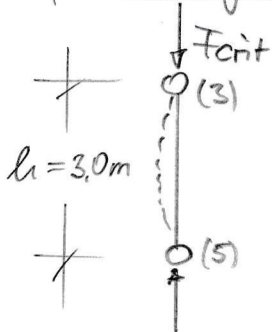
entweder: $u = 0 \rightarrow$ Gleit. erfüllt!

oder: $F_{z,3} = C_v \cdot h \rightarrow$ Gleit. erfüllt für $F_{z,3} = F_{crit}$

$$\begin{aligned} \rightarrow F_{crit} &= 720 \cdot 3,0 \\ &= \underline{\underline{2160 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

für Versagensform
"schlagartiges System-
versagen durch seitl.
Ausweichen des Riegels"

• für Versagensform "Knicken der Stütze":



$$F_{crit} = \frac{\pi^2 \cdot E I}{9k^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2000}{(1,0 \cdot 3,0)^2} = \underline{\underline{2193 \text{ kN}}}$$

