

Aufgabe 1

a) Temperaturbelastung

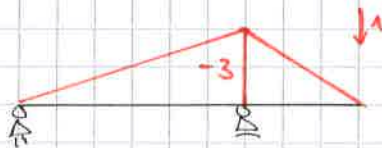
Krümmungsverlauf



Momentenbelastung



virtueller Momentenverlauf



$$w_{\Delta T} = \frac{1}{2} \underbrace{(-4 \cdot 10^{-3})}_{\text{Krümmung}} (-3) (3\text{m} + 6\text{m}) = 0.054\text{m}$$

$$w_n = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\text{EI}} \underbrace{(n)}_{\text{Krümmung}} (-3) 6\text{m} = -7.5 \cdot 10^{-4} \cdot n$$

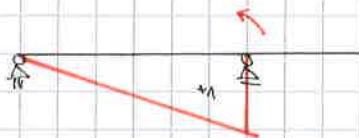
$$\Rightarrow w_{\Delta T} + w_n \stackrel{!}{=} 0$$

$$0.054 = 7.5 \cdot 10^{-4} \cdot n$$

$$n = 72 \text{ kNm}$$

b) Verdrehung φ_2

virtueller Momentenverlauf

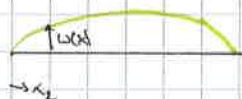


$$\varphi_2 = -\frac{1}{2} \cdot (4 \cdot 10^{-3}) (1) \cdot 6\text{m}$$

$$+ \frac{1}{3} \left(\frac{72}{\text{EI}} \right) 1 \cdot 6\text{m} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

c) Nach a) gilt, dass $w_3 = 0$; $w_2 = 0 \rightarrow$ nur Teilbiegeline

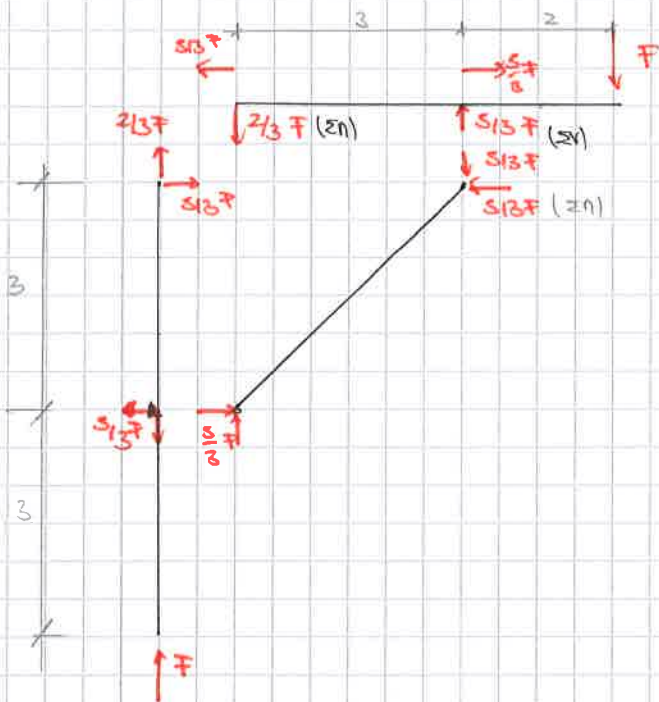
\rightarrow Krümmung nur durch ΔT (Biegung nach oben, da oben wärmer als unten
 \rightarrow Ausdehnung oben)



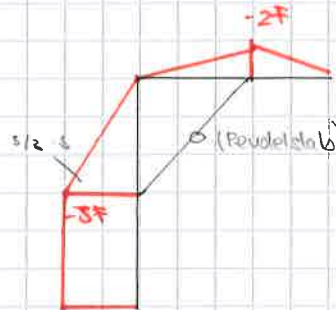
$$w(x) = -4 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3^2}{2} \left[\frac{x_2}{3} - \left(\frac{x_2}{3} \right)^2 \right]$$

Aufgabe 2

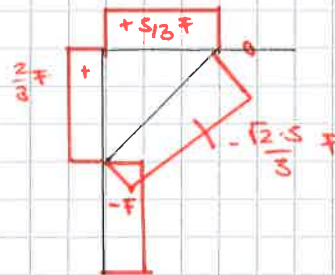
Explosionszeichnung



Momentenverlauf



Normalkraftverlauf



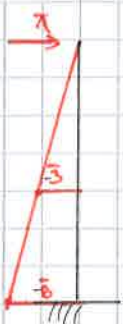
vertikale Durchsenkung w

→ virtuelle Zustände identisch mit $F=1$!

$$w = \frac{1}{EI} \left[(-F)(-1) \cdot 3m + \left(\frac{2}{3}F\right)\left(\frac{2}{3}\right) \cdot 3 + \left(\frac{5}{3}F\right)\left(\frac{5}{3}\right) \cdot 3 + \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 5}{3}F\right)\left(\frac{\sqrt{2} \cdot 5}{3}\right) \cdot 3\sqrt{2} \right]$$

$$+ \frac{1}{EI} \left[\frac{1}{3} (-2F)(-2) \cdot (3+2) + \frac{1}{3} (-5F)(-5) \cdot 3m + (-5F)(5) \cdot 3m \right] = \underline{1.7914 \text{ cm}}$$

Horizontale Verschiebung u

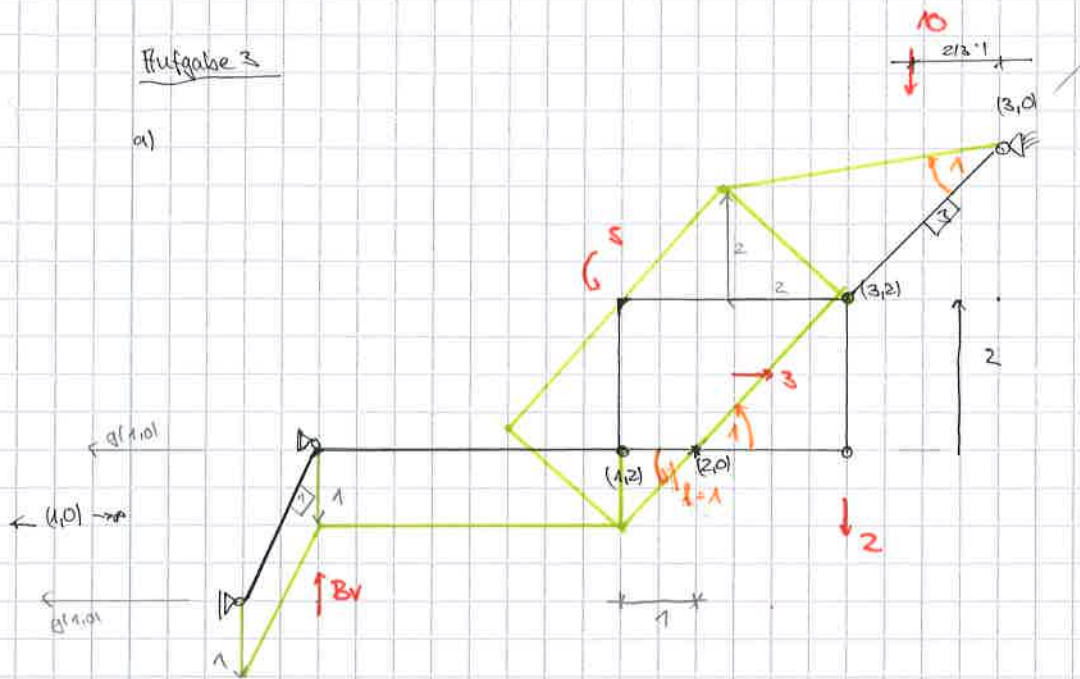


$$u = \left[\frac{1}{3} \cdot 3m \cdot (-3)(-5 \cdot 2) + 1 \cdot 3m \cdot (-4 \cdot 5) - (-5 \cdot 2) \right] \frac{1}{EI} = 8.25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

-8.25
2

Aufgabe 3

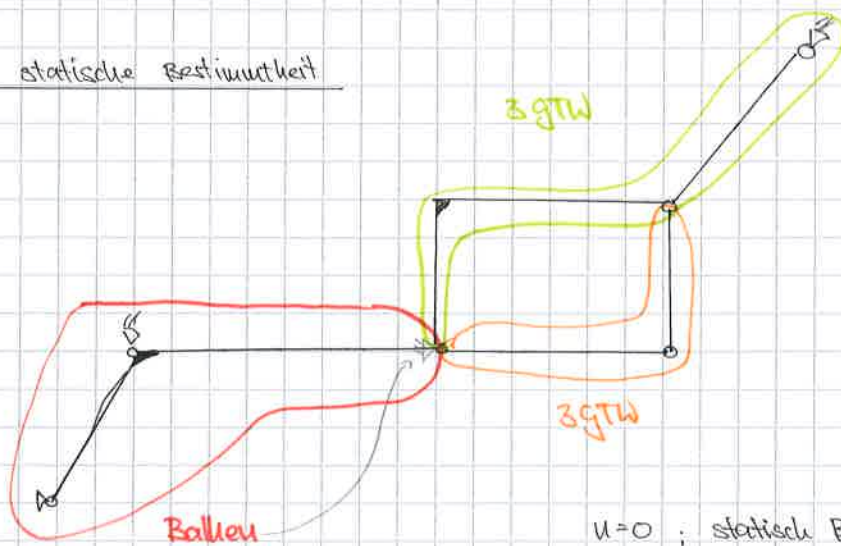
a)



$$B_v = -10 \cdot \frac{2}{2} \cdot 2 + \overset{n}{5} \cdot 1 + \overset{p}{2} \cdot 2 + \overset{F}{3} \cdot 0 = -12,5 \text{ kN}$$

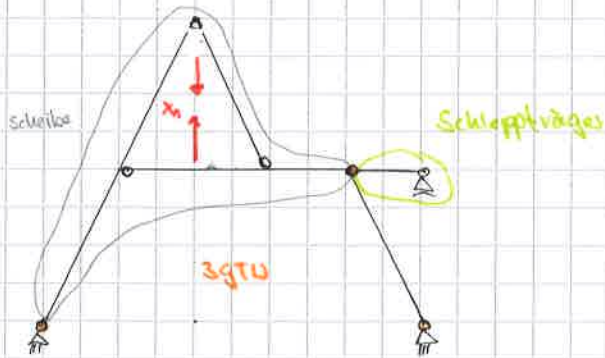
↑
keine horizontale Verschiebung,
da kein vertikaler Abstand zw.
Fol und Resultierenden!

4



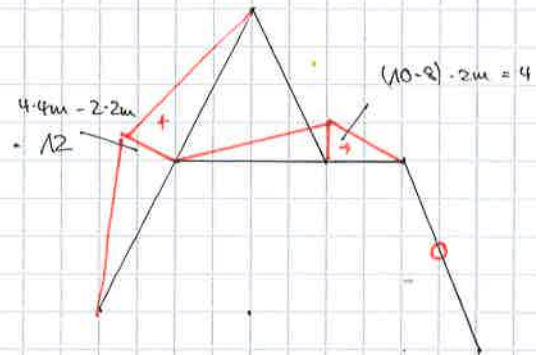
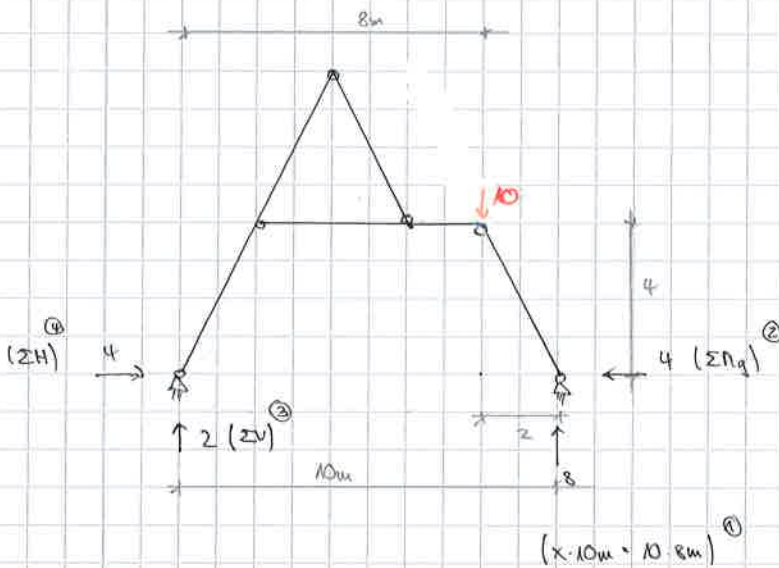
Aufgabe 4

statisch bestimmtes Grundsystem

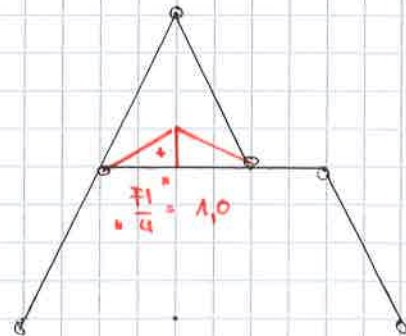
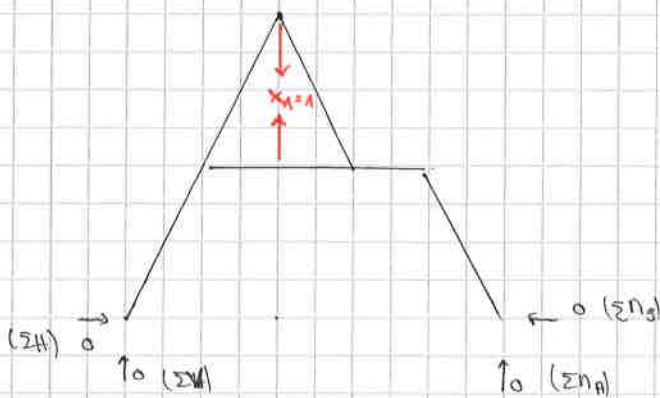


Momentenverlauf aus Belastung

• Momentenverlauf aus ALP



Einheitszustand 1



Flexibilitäten

 $\triangle \triangle$

$$d_{11} = \frac{1}{EI} \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot (1,0)^2 \cdot 2m = \frac{4}{3EI}$$

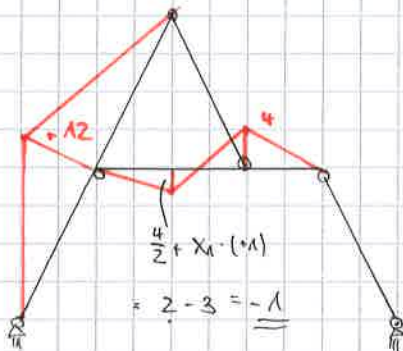
$$d_{10} = \frac{1}{EI} \cdot \frac{1}{6} \cdot (+4)(+1) \cdot 1,5 \cdot 4m = \frac{4}{EI}$$

$\triangle \nabla$
 \uparrow
(+a)

Verträglichkeit: $d_{11} \cdot X_1 + d_{10} = 0$

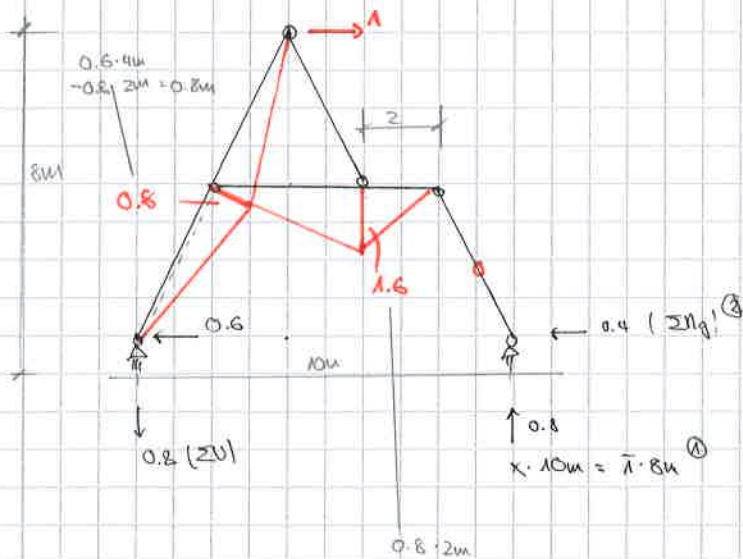
$$X_1 = \frac{-d_{10}}{d_{11}} = \frac{-4 \cdot EI}{4 \cdot \frac{1}{3} EI} = -3$$

Superposition: Abhängen des Vorbaus



b) Horizontale Verformung infolge vertikaler Last (Reduktionssatz!)

→ statisch unbestimmter Momentenverlauf bekannt → Fik



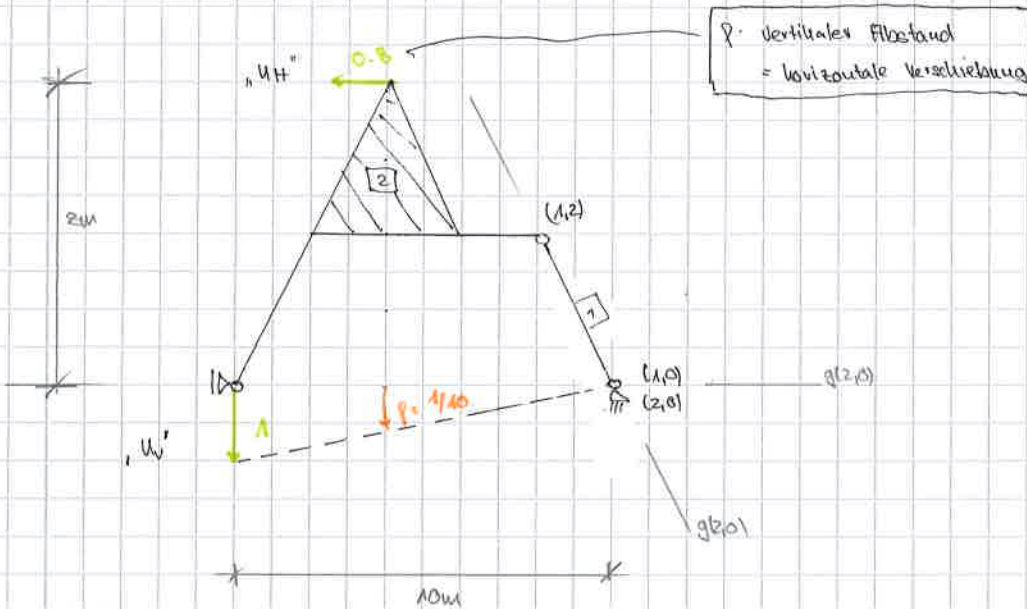
→ Überlagerung mit statisch unbestimmten Momentenverlauf

$$\begin{aligned}
 u_H &= \frac{1}{EI} \left[-\frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (0.8)(12) \cdot \sqrt{4^2 + 2^2} m \right. \\
 &\quad \left. - \frac{1}{3} \cdot (1.6)(4) \cdot (2m + 4m) \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{6} \cdot (3)(1.5) \cdot 1.5 \cdot 4m \right] = \underline{\underline{-0.0366m}}
 \end{aligned}$$

$\triangle \nabla$

c) Verformung infolge vertikaler Auflagerverschiebung

- System äußerlich statisch bestimmt \rightarrow Folplan für Auflagerseilung möglich



\rightarrow Wenn u_v sich um 1 verschiebt, verschiebt sich u_H um 0.8 (80%)

\rightarrow aus b) ist $u_H = 36,6 \text{ mm}$ bekannt

$$u_v = \frac{u_H}{0.8} = 45,75 \text{ mm}$$

\downarrow andere Richtung

\rightarrow Das Auflager muss um $45,75 \text{ mm}$ angehoben werden