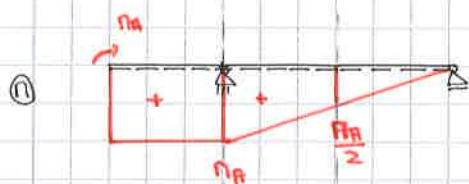


a) Lastmoment



• gesucht: w_A

• bekannt: $w_B = w_D = 0$

• w_C durch Auswerten der Teilbiegelinien

Navier'sche Ersatzlast

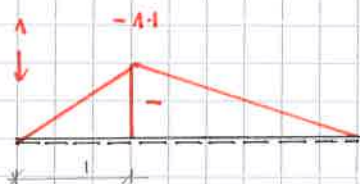
$$q^* = \frac{M_A}{EI}$$



virtueller Momentenverlauf für w_A (Randwert)

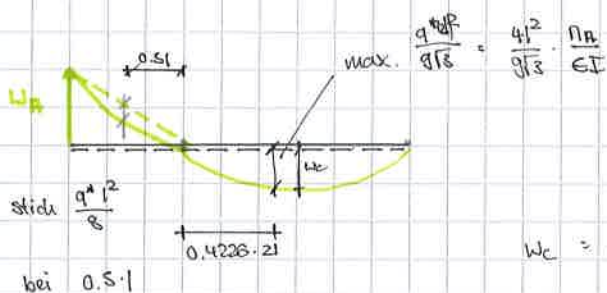
$$PvK: \bar{1} \cdot w_A = -\frac{1}{2} (\bar{1} \cdot 1) \left(\frac{M_A}{EI} \right) \cdot 1 - \frac{1}{8} (\bar{1} \cdot 1) \left(\frac{M_A}{EI} \right) \cdot 2l$$

⑧



$$\Rightarrow w_A = -\frac{7 M_A \cdot l^2}{6 EI}$$

Biegelinie



$$w_C = \frac{q^* (2l)^2}{6}$$

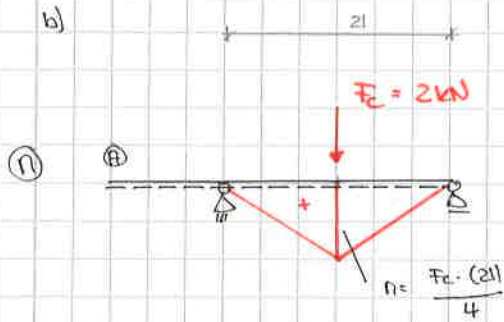
$$w_D \left(\frac{x}{2l} = \frac{1}{2} \right) = \frac{M_A \cdot 4l^2 \cdot 0.375}{6 EI} = \frac{M_A \cdot l^2}{4 EI}$$

0.375 (Tabelle)

• parabolische Biegelinie, da konstante Krümmung

• kubische Biegelinie, da linear abnehmende Krümmung q^*

b)

gesucht: P_A

$$\beta = 0.5 \quad \triangle \quad \nabla$$

$$\bar{n} \cdot P_A = \frac{1}{6} \cdot (\bar{n}) \left(\frac{F_c \cdot 2l}{4 \epsilon t} \right) (1 + \beta) \cdot 2l =$$

$$P_A = \frac{F_c \cdot l^2}{4 \epsilon t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{12}{\epsilon t}$$

c)



c)

$$[P_A \text{ durch } F_c] \times [n_A] = [w_c \text{ aufgrund } n_A] \times [F_c]$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{12}{\epsilon t} \cdot 1.0 = \frac{1}{4} \cdot \frac{12}{\epsilon t} \cdot 2.0 \quad \checkmark$$

($n_A = 1.0$)

allgemein:

Das Produkt einer Einwirkung an \textcircled{A} und der Verformung an \textcircled{A} aufgrund einer Einwirkung an \textcircled{C} ist gleich dem Produkt dieser Einwirkung an \textcircled{C} und der Verformung an \textcircled{C} aufgrund der Einwirkung an \textcircled{A} .

Aufgabe 2 : Systemvereinfachung



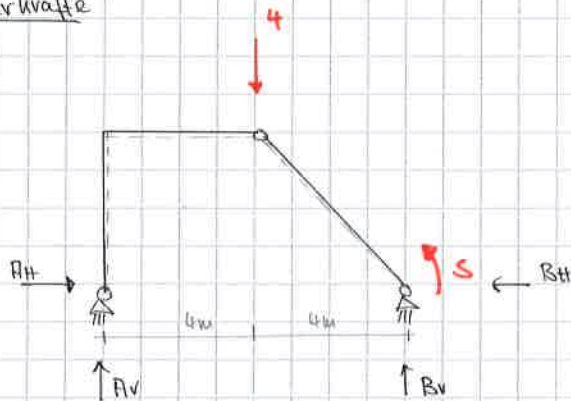
$$P = \frac{2}{3} \cdot 3 \text{ kN/m} \cdot 4 \text{ m} = 8 \text{ kN}$$



Integralfaktor

$$P = \frac{2}{3} \cdot 3 \cdot 1 \cdot 4 \text{ m} = 8$$

Auflagerkräfte



$$\bullet A_V \cdot 8 \text{ m} = 4 \cdot 4 \text{ m} + S$$

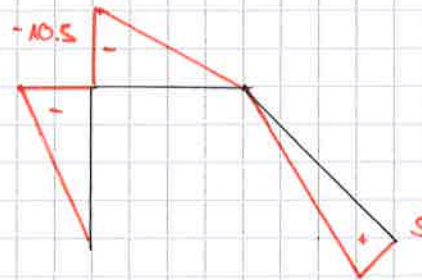
$$A_V = 2,625 \text{ kN}$$

$$\bullet B_V = 1,375 \text{ kN} \quad (\Sigma V)$$

$$\bullet A_H = 2,625 \text{ kN} \quad (\Sigma H)$$

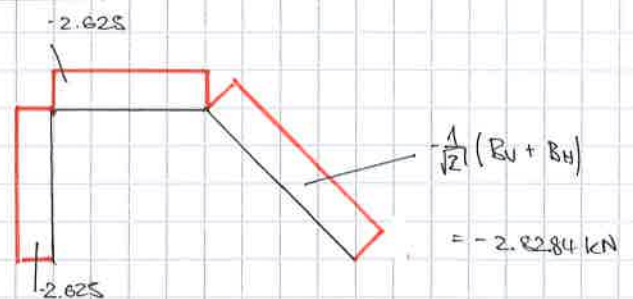
$$\bullet B_H = A_H = 2,625 \text{ kN}$$

Momentenverlauf



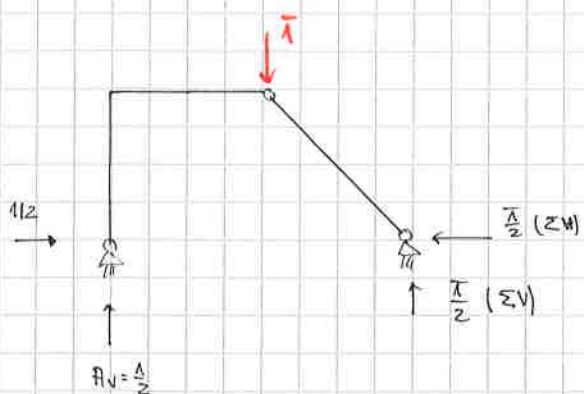
$$-10,5 = 2,625 \cdot 4 \text{ m}$$

Normalkraftverlauf



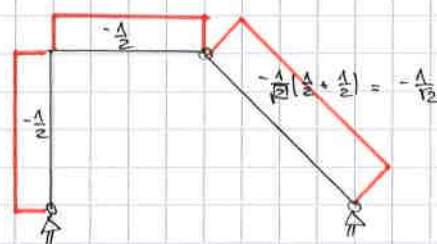
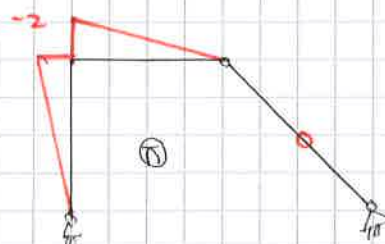
Durchsenkung w_2

(5ng)



$$R_v \cdot \delta w = \bar{1} \cdot 4m$$

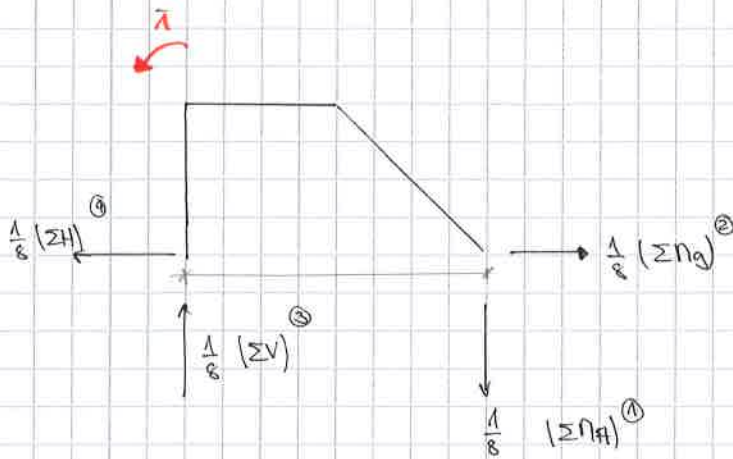
SGE-Verläufe (virtuell)

 $-2 = \frac{1}{2} \cdot 4m$ (gestrichelte Faser gedrückt)

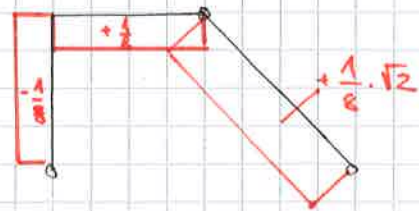
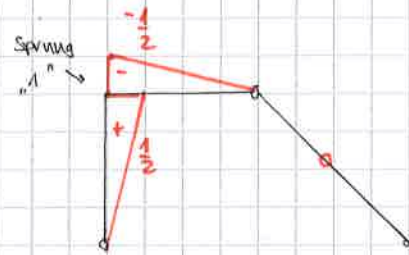
PvK

$$\bar{1} \cdot w_2 = 2 \cdot \frac{1}{3} (-2) \left(-\frac{10.5}{EI} \right) \cdot 4m + 2 \left(-\frac{1}{2} \right) \left(-2.625 \right) \cdot \frac{1}{EI} \cdot 4m + (-2.82) \left(-\frac{1}{12} \right) \cdot \frac{1}{EI} \cdot 4\sqrt{2}m$$

$$= 0.01650685425m \quad (\text{Stiff})$$

Verdrehung φ_1 

virtuelle SGR



unterschiedliche VZ!

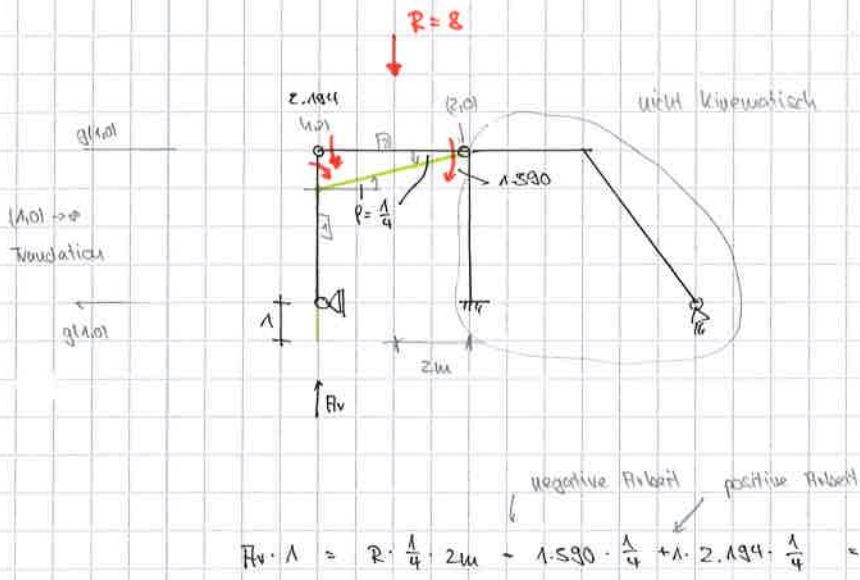
$$\begin{aligned}
 \bar{\pi} \cdot \varphi_1 = & 2 \cdot \frac{1}{3} \left(\frac{10.5}{EI} \right) \left(\frac{1}{2} \right) (1 \cdot 1) \cdot 4m \\
 & + 2 \cdot 1 \cdot \left(\frac{2.625}{EI} \right) \left(\frac{1}{2} \right) (1 \cdot 1) \cdot 4m \\
 & + 1 \cdot 1 \cdot \frac{2.62}{EI} \left(\frac{1}{8} \cdot \sqrt{2} \right) \cdot 4\sqrt{2}m = -1.4142 \cdot 10^{-3} \text{ rad [stiff]}
 \end{aligned}$$

Aufgabe 3

- löse Momente aus und konstruiere einfache kinematische Teil/-systeme

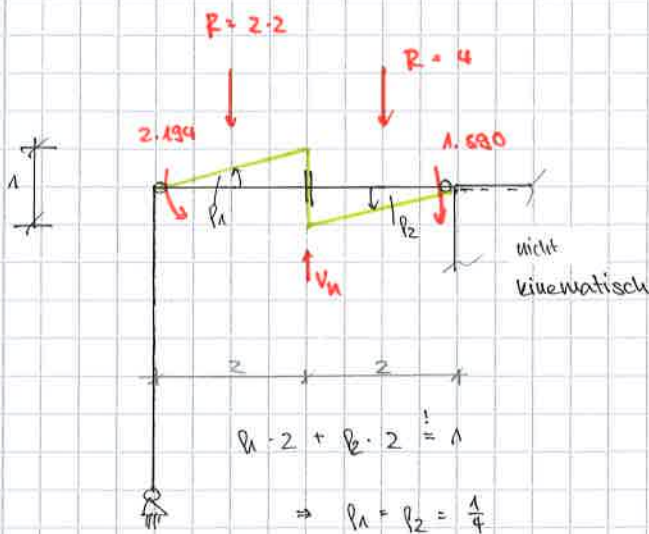
a) Vertikale Auflagerkraft A_v

- Negatives Moment \rightarrow drückt gestrichelte Faser



b) Querkraft an der Stelle u

- 2 Momentengelenke + 1 Querkraftgelenk



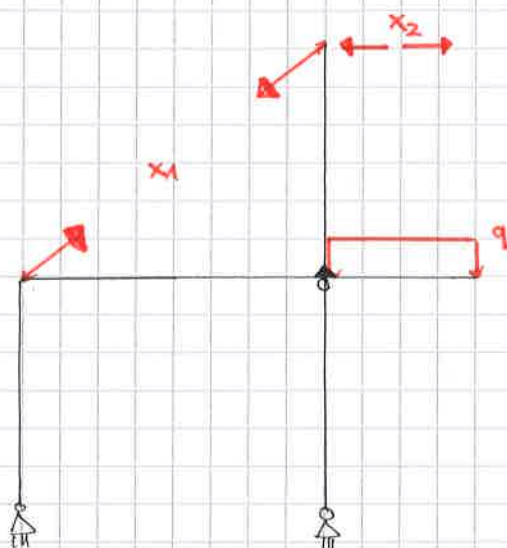
$$V_u \cdot 1 = 2.194 \cdot \frac{1}{4} - 1.530 \cdot \frac{1}{4} + 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{2m}{2} - 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{2m}{2}$$

$$= \underline{\underline{0.151 \text{ kN}}}$$

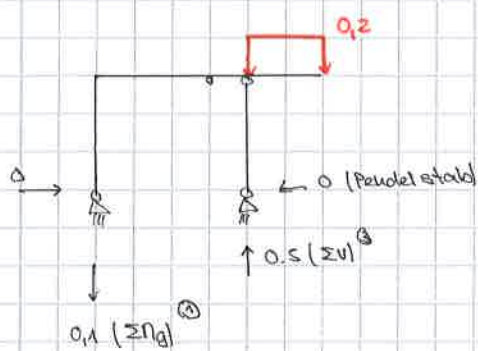
Aufgabe 4

a) System ist 2fach statisch Unbestimmt

b) statisch bestimmtes System



Lastzustand

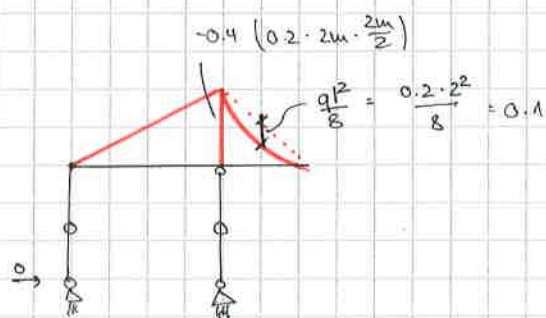


$$\begin{aligned} & 0.1 \cdot 4m \\ & = 0.2 \cdot 2m \cdot \frac{2m}{2} \end{aligned}$$

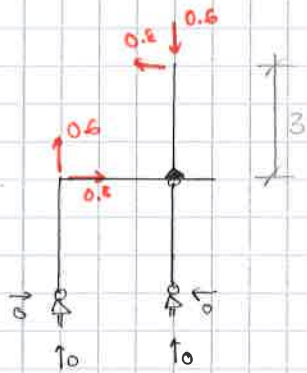
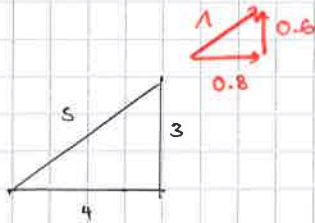
Normalkraftverlauf



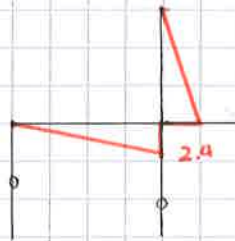
Momentenverlauf



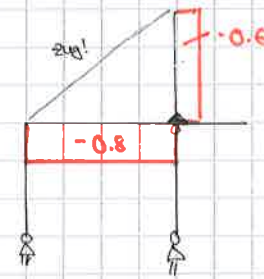
E21



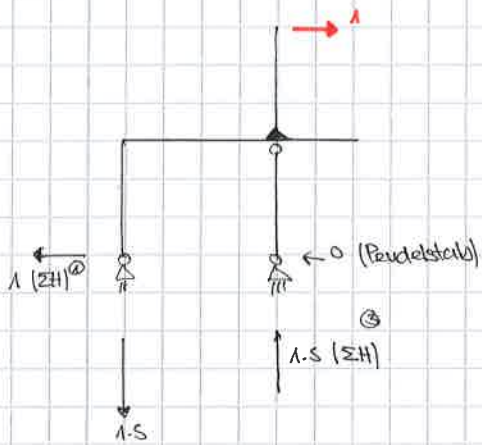
Momentenverlauf



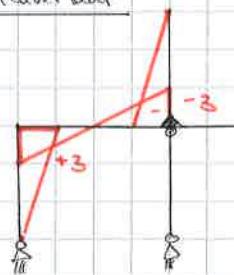
Normalkraftverlauf



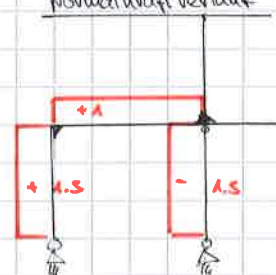
E22



Momentenverlauf



Normalkraftverlauf



$$\begin{aligned} \text{z.B. } 4\text{m} &= 1.3\text{m} + 1.3\text{m} \\ \text{z.B. } 2 \end{aligned}$$

Berechnung der Flexibilitäten

$$d_{10} = \frac{1}{3} (-0.4) (2.4) \cdot 4 \cdot \frac{1}{10} = \underline{\underline{-0.128}}$$

$$d_{20} = 1 \cdot (1.5)(0.1) \cdot 3 \cdot \frac{1}{500} + 1 \cdot (1.5)(0.5) \cdot 3 \cdot \frac{1}{500} \\ + \frac{1}{6} \cdot (3)(0.4) \cdot 4 \cdot \frac{1}{10} = \underline{\underline{0.0854}}$$

Seil!

$$d_{11} = \frac{1}{500} (1^2 \cdot 5 + 0.8^2 \cdot 4 + 0.6^2 \cdot 3) + \frac{1}{10} \left(\frac{1}{3} \cdot 2.4^2 (3+4m) \right) = \underline{\underline{1.36128}}$$

$$d_{12} = \frac{1}{500} (-0.8)(1) \cdot 4m + \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{6} (2.4)(3) \cdot 4m - \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{3} (2.4)(-3) \cdot 3m = \underline{\underline{-1.2064}}$$

$$d_{22} = \frac{1}{500} (1.5^2 \cdot 3 + 1^2 \cdot 4 + 1.5^2 \cdot 3) + \frac{1}{10} \left(\frac{1}{3} \cdot 3^2 (3+3+4) \right) + \frac{1^2}{10} = \underline{\underline{3.135}}$$

$$\begin{bmatrix} 1.36128 & -1.2064 \\ 3.135 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.128 \\ -0.0854 \end{bmatrix}$$

$$X_1 = 0.10604$$

$$X_2 = 0.01357$$

Normenverlauf durch Überlagerung

