

Modulprüfung Baustatik I am 8. Juli 2015

Name:

Matr.-Nr.:

In dieser Klausur werden 8 Aufgaben mit insgesamt 90 erreichbaren Punkten zur Lösung angeboten. 80 erreichte Punkte entsprechen der vollständigen Lösung.

Erlaubte Hilfsmittel:

Taschenrechner sowie die Tabellen zur Vorlesung Baustatik I.

- Ergebnisse werden nur gewertet, wenn der Rechenweg zweifelsfrei nachvollziehbar ist.
- Es dürfen keine grünen Farbstifte verwendet werden.
- Die Verwendung von Kommunikationsmitteln ist untersagt.
- Ergebnisse sind mit Dezimalzahlen anzugeben.

Beachten Sie die anliegenden Systemskizzen!

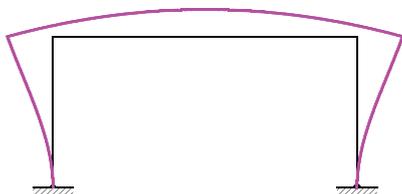
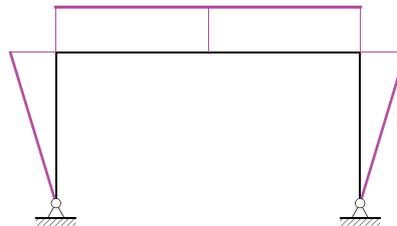
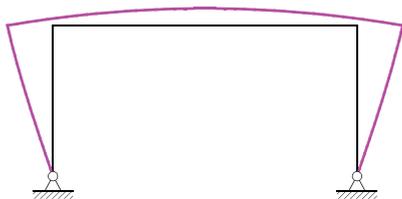
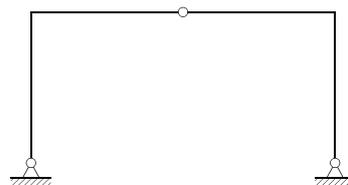
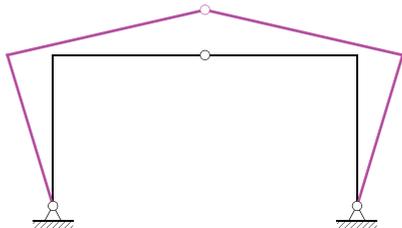
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe
Punkte									

Aufgabe 1 (4 Punkte)

- 1.1 Welche mechanische Bedeutung haben die Gleichungen zur Bestimmung der Unbekannten des Kraftgrößenverfahrens?
- 1.2 Welche mechanische Bedeutung haben die Unbekannten bei einer Berechnung mit dem Drehwinkelverfahren?

Aufgabe 2 (8 Punkte)

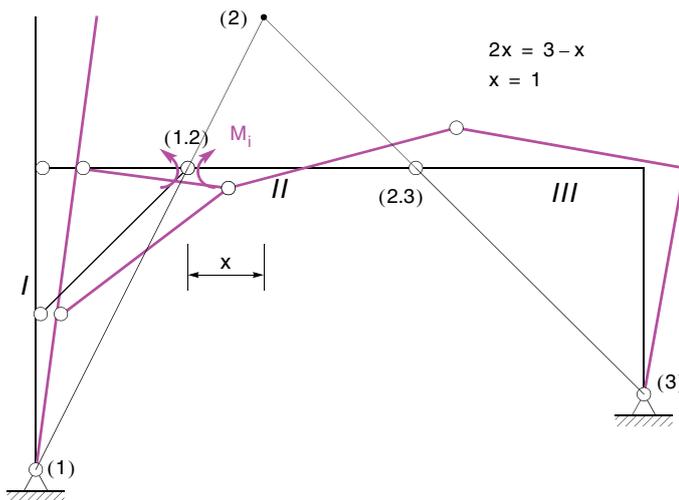
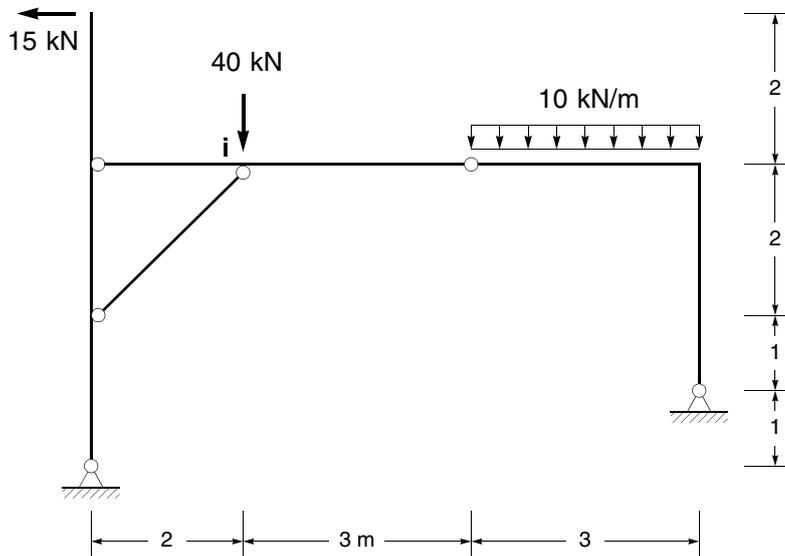
Skizzieren Sie für die nachfolgend dargestellten Systeme qualitativ die Verformung und die Momentenlinie infolge einer gleichmäßigen Erwärmung des Riegels.



Aufgabe 3 (10 Punkte)

Ermitteln Sie für das dargestellte System das Moment im Punkt i infolge der angegebenen Belastung mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.

Polplan und virtuelle Verschiebungsfigur sind darzustellen.



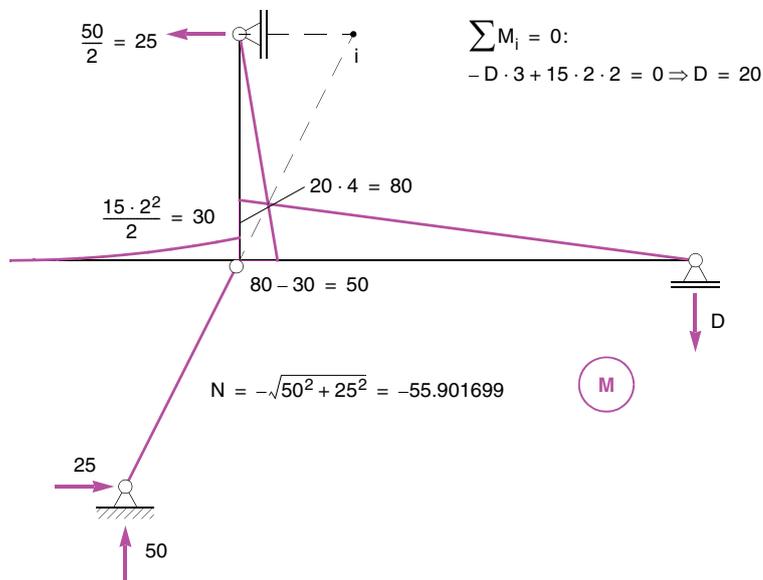
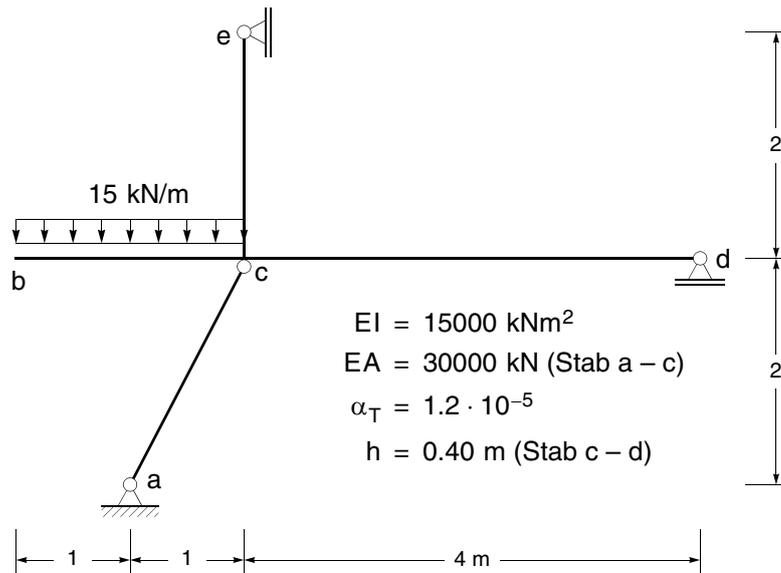
$$\begin{aligned}\varphi_1 &= \varphi \\ \varphi_2 &= 2\varphi \\ \varphi_3 &= \frac{4}{3}\varphi\end{aligned}$$

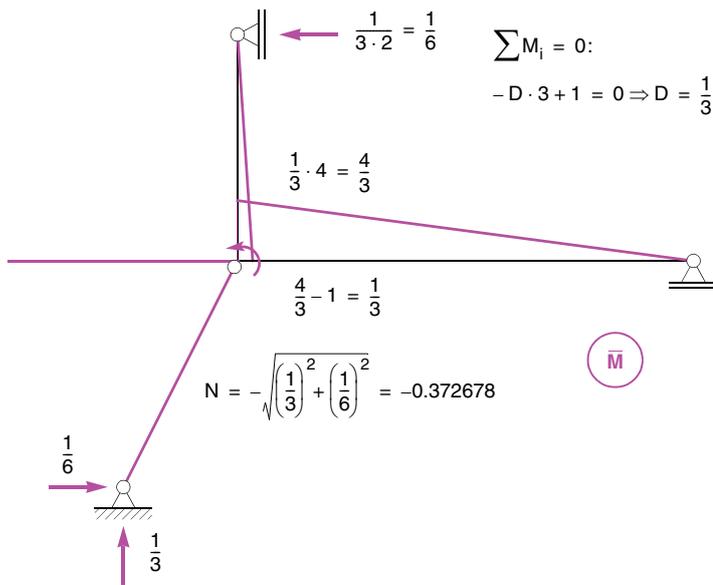
$$\begin{aligned}\sum \bar{W} &= 0: -M_i \cdot \varphi - M_i \cdot 2\varphi + 40 \cdot \varphi \cdot 2 - 10 \cdot 3 \cdot \frac{4}{3}\varphi \cdot 1.5 - 15 \cdot \varphi \cdot 6 = 0 \\ &\Rightarrow M_i = -23.333333\end{aligned}$$

Aufgabe 4 (15 Punkte)

Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

- 4.1 Ermitteln Sie die Drehung des Punktes c oberhalb des Gelenks infolge der angegebenen Belastung.
- 4.2 Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung des Punktes c infolge einer Temperaturdifferenz von $\Delta T = 30^\circ$ (oben wärmer) im Stab c – d.
- 4.3 Skizzieren Sie die Verformung des Systems infolge der Temperaturdifferenz nach 4.2. Die Normalkraftverformung im Stab a – c ist zu berücksichtigen.

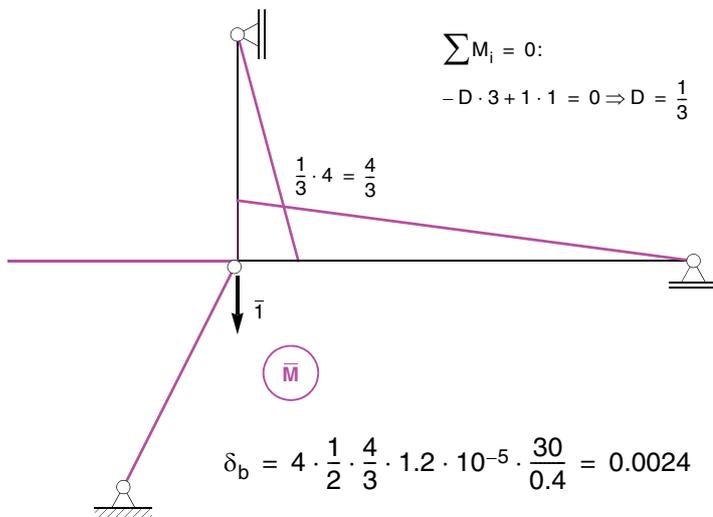




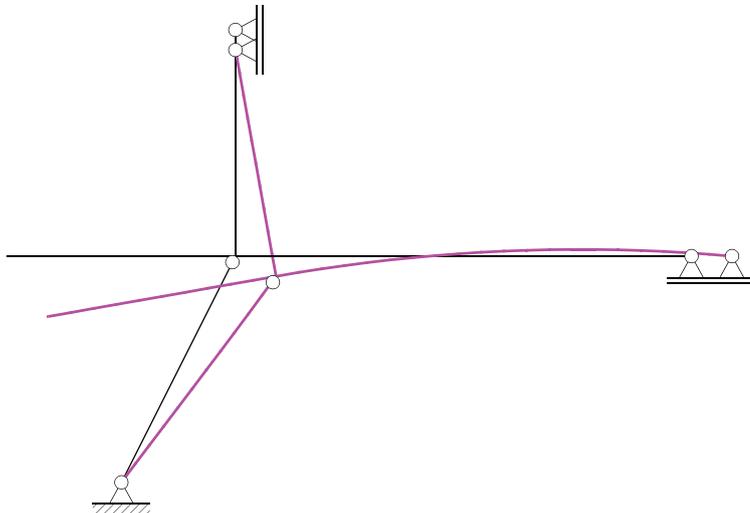
$$\varphi'_c = 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot 50 + 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot 80 + 0.5 \cdot \sqrt{5} \cdot 0.372678 \cdot 55.901699$$

$$= 153.333333 + 93.169499 = 246.50283$$

$$\varphi_c = \frac{246.50283}{15000} = 0.016433522$$



$$\delta_b = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{30}{0.4} = 0.0024$$

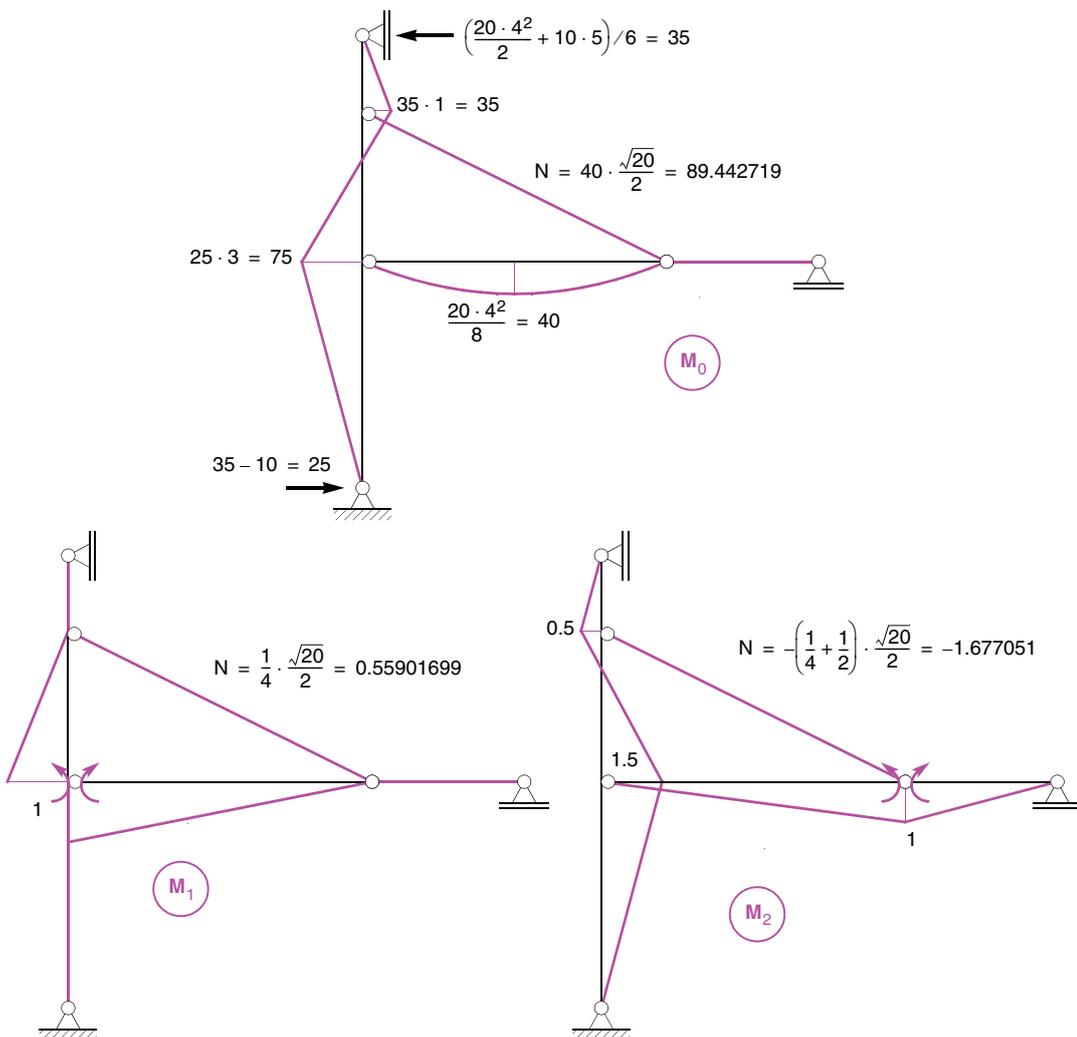
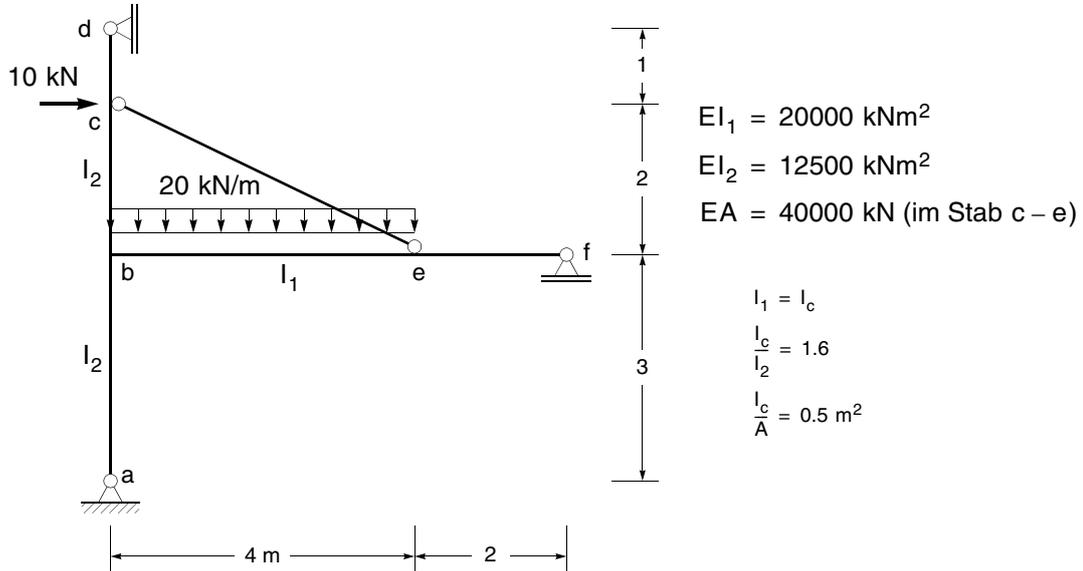


Aufgabe 5 (17 Punkte)

Das nachfolgend dargestellte System ist nach dem Kraftgrößenverfahren zu berechnen.

Ermitteln Sie die Momentenlinie sowie die Normalkräfte in den Pendelstäben infolge der angegebenen Belastung.

Die Normalkraftverformung im Stab c – e ist zu berücksichtigen.



$$\delta'_{11} = 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 1.6 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 0.5 \cdot \sqrt{20} \cdot 0.55901699^2 = 2.4 + 0.69877124 = 3.0987712$$

$$\delta'_{12} = 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1 + 1.6 \cdot 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot (0.5 - 2 \cdot 1.5) - 0.5 \cdot \sqrt{20} \cdot 0.55901699 \cdot 1.677051 = -2.7629804$$

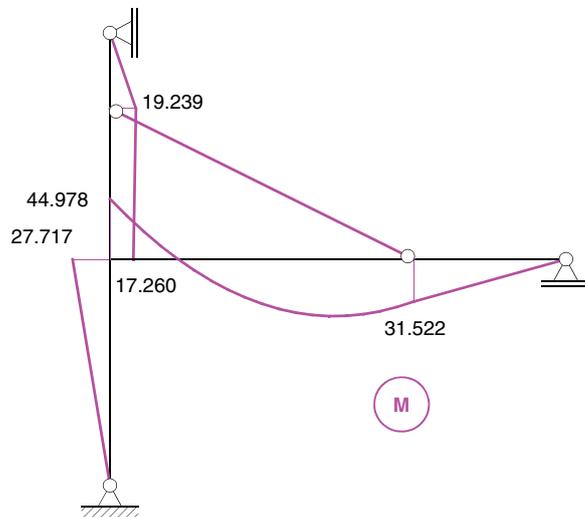
$$\delta'_{22} = 1.6 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1.5^2 + 1.6 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot (1.5^2 - 1.5 \cdot 0.5 + 0.5^2) + 1.6 \cdot 1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5^2 + 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 0.5 \cdot \sqrt{20} \cdot 1.677051^2 = 13.888941$$

$$\delta'_{10} = 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 40 + 1.6 \cdot 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot (2 \cdot 75 - 35) + 0.5 \cdot \sqrt{20} \cdot 0.55901699 \cdot 89.442719 = 226.47007$$

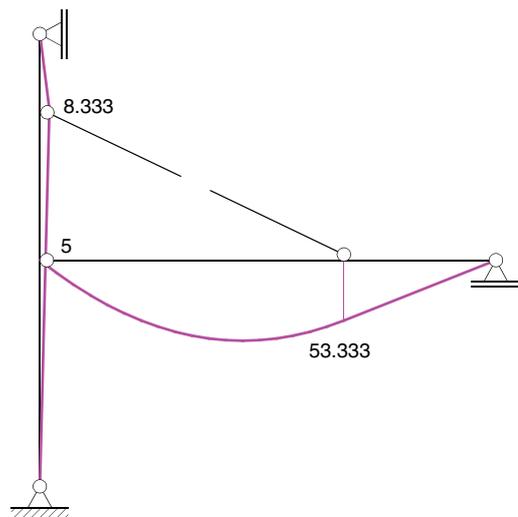
$$\delta'_{20} = 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 40 - 1.6 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1.5 \cdot 75 - 1.6 \cdot 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot [1.5 \cdot (2 \cdot 75 - 35) + 0.5 \cdot (2 \cdot 35 - 75)] - 1.6 \cdot 1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5 \cdot 35 - 0.5 \cdot \sqrt{20} \cdot 1.677051 \cdot 89.442719 = -562.07686$$

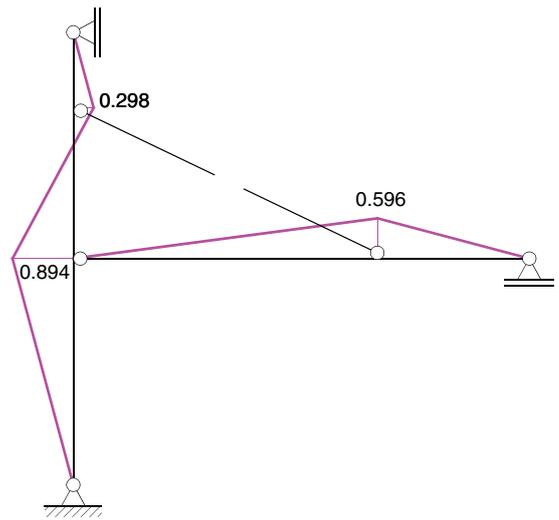
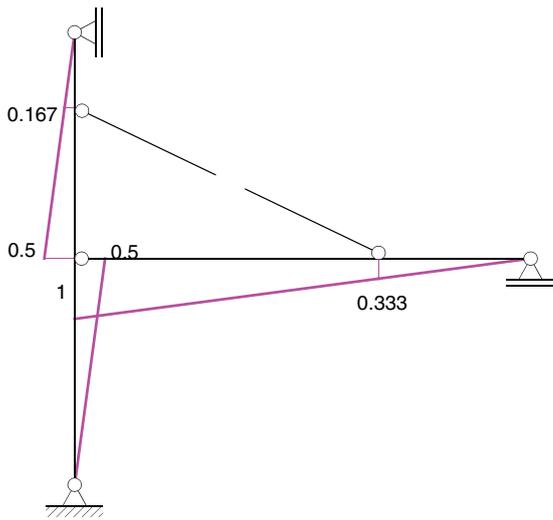
$$\begin{bmatrix} 3.0987712 & -2.7629804 \\ -2.7629804 & 13.888941 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 226.47007 \\ -562.07686 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -44.977841 \\ 31.521767 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_{ba} \\ M_{cb} \\ M_{cd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 60 & -3 & 0 \\ -100 & 3 & 2.400 \\ 0 & 3 & 2.400 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 14.477568 \\ 2.4006297 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16.567296 \\ -50.805785 \\ 49.194215 \end{bmatrix}$$

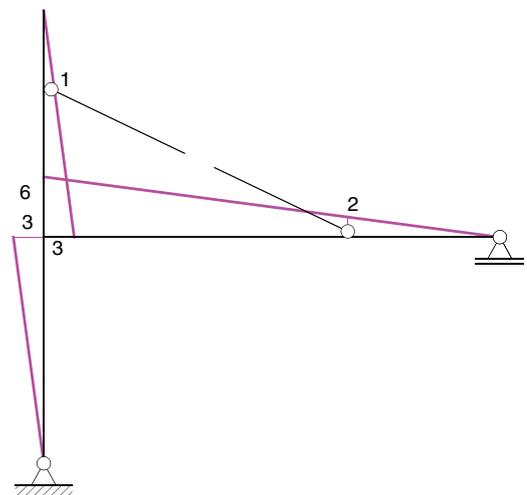
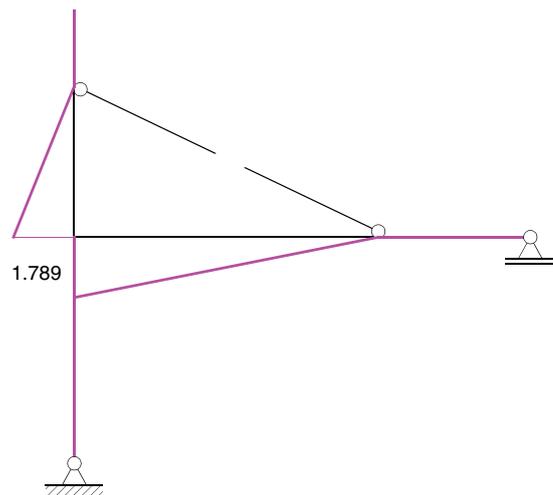
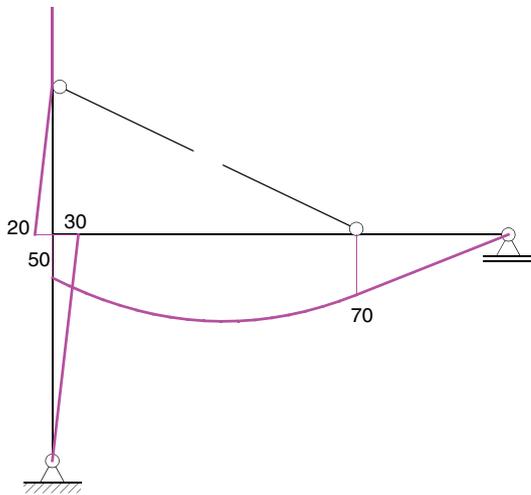


alternatives HS

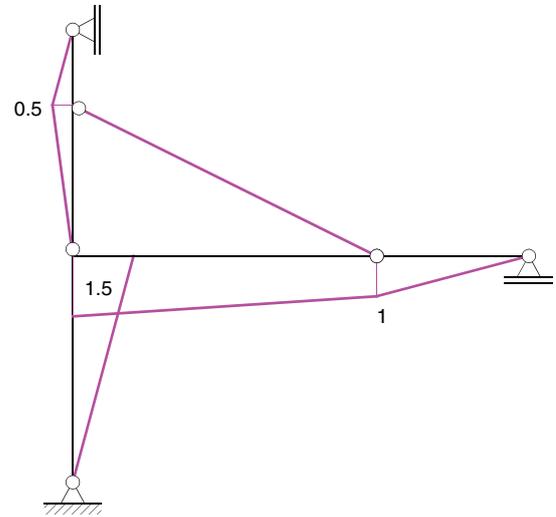
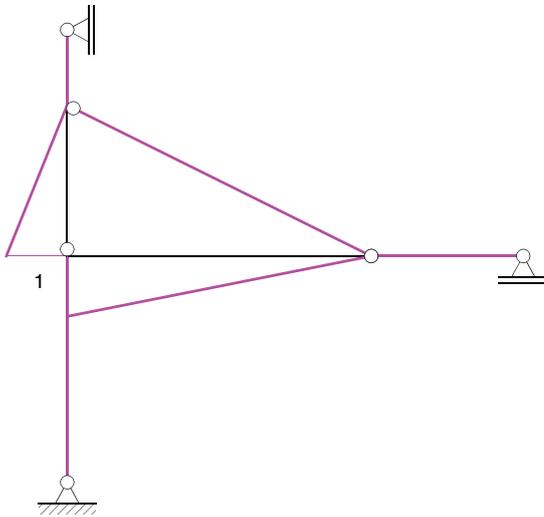
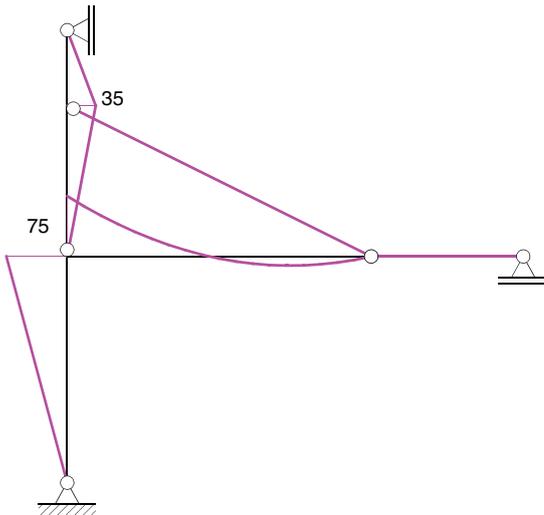




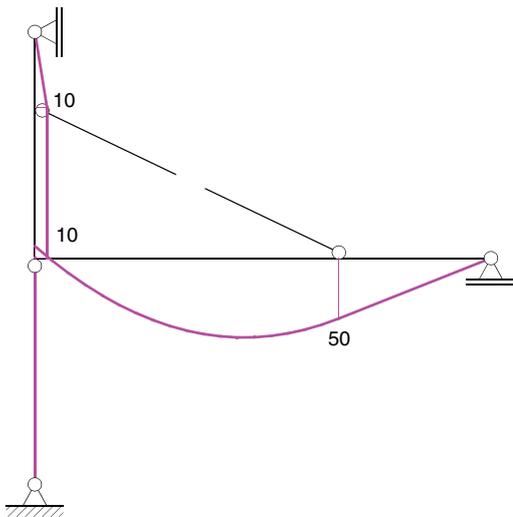
alternatives HS

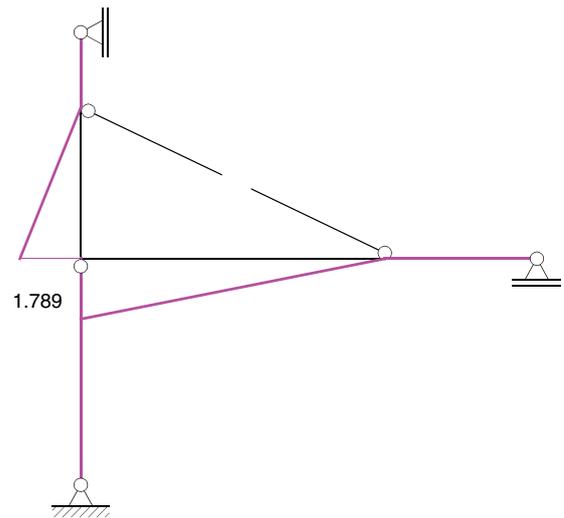
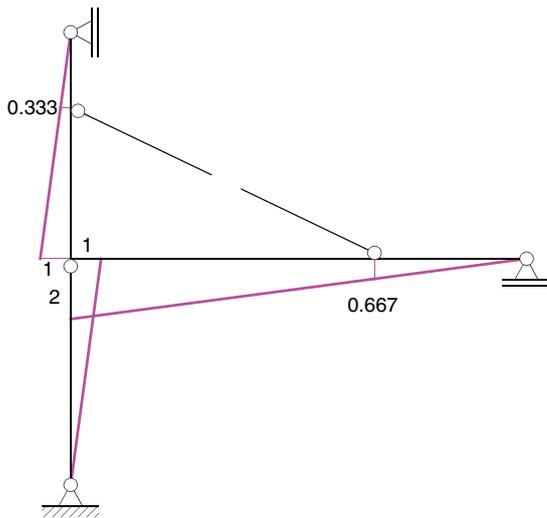


alternatives HS

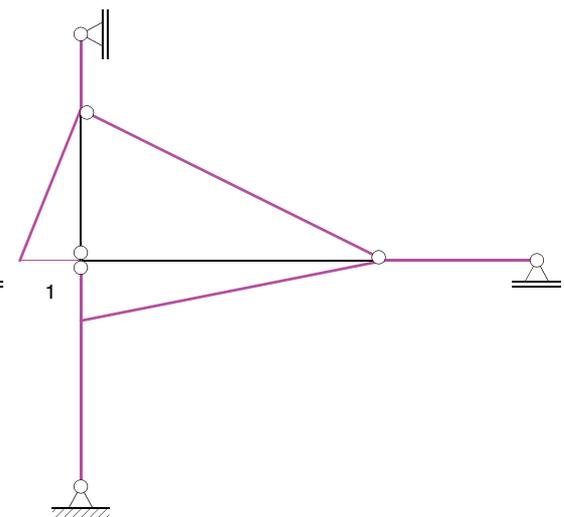
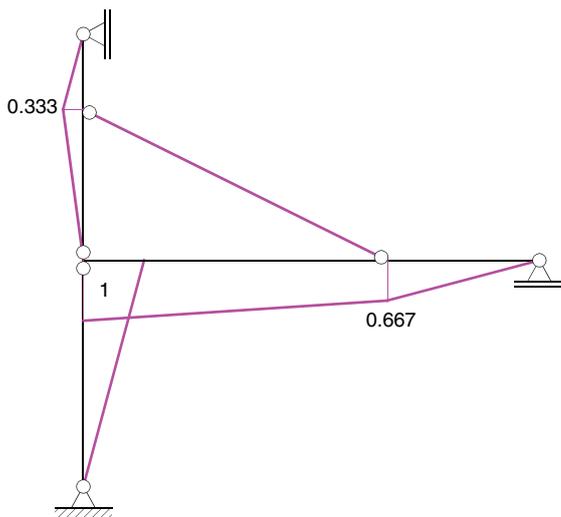
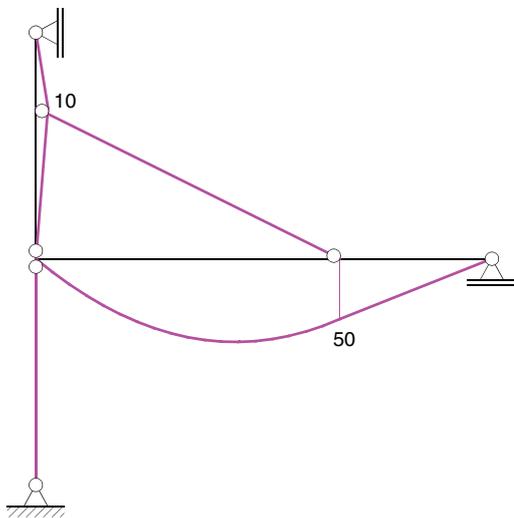


alternatives HS

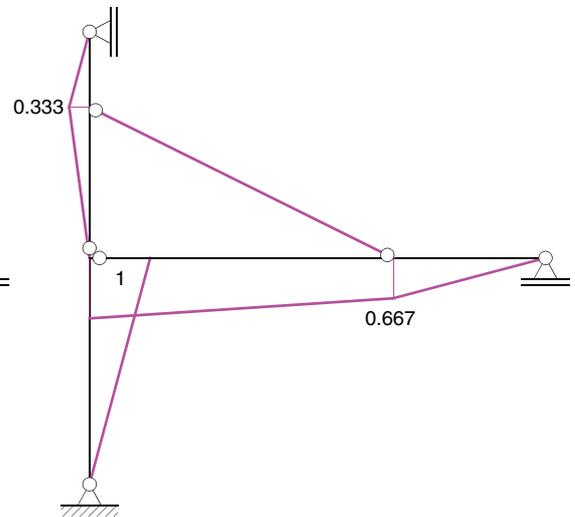
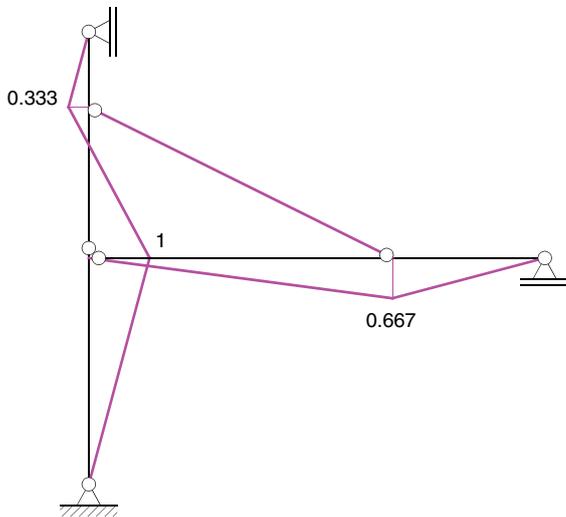
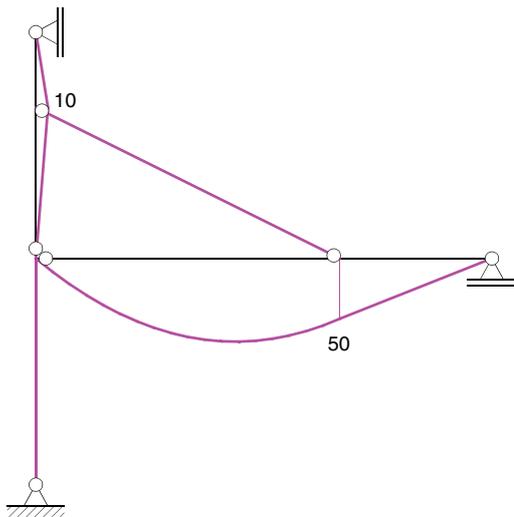




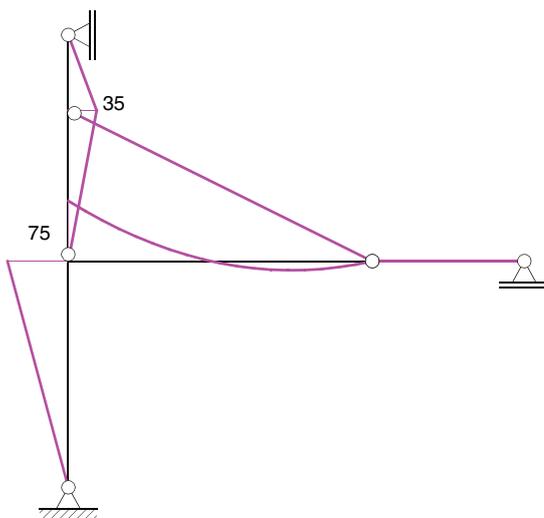
alternatives HS

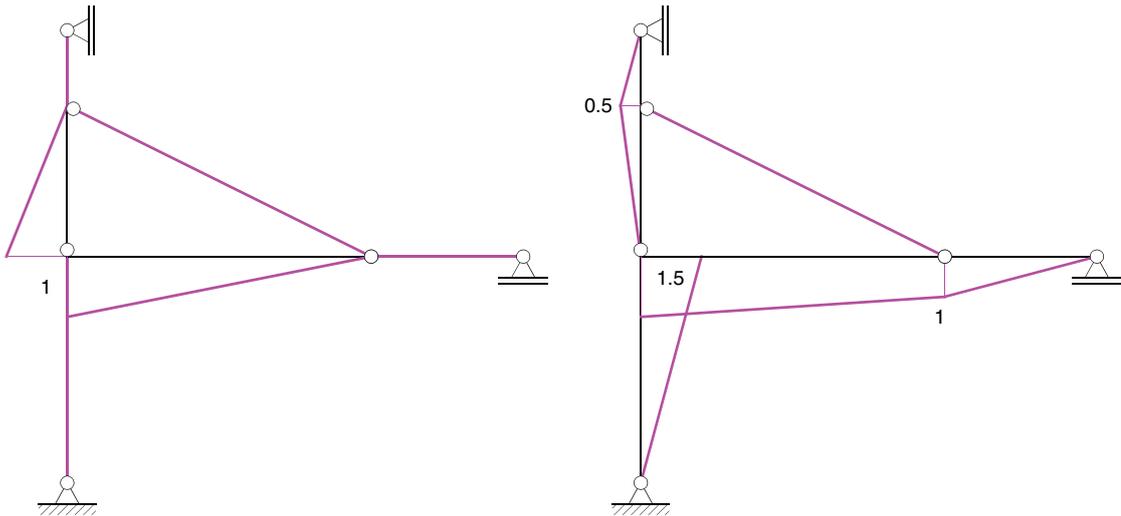


alternatives HS



alternatives HS





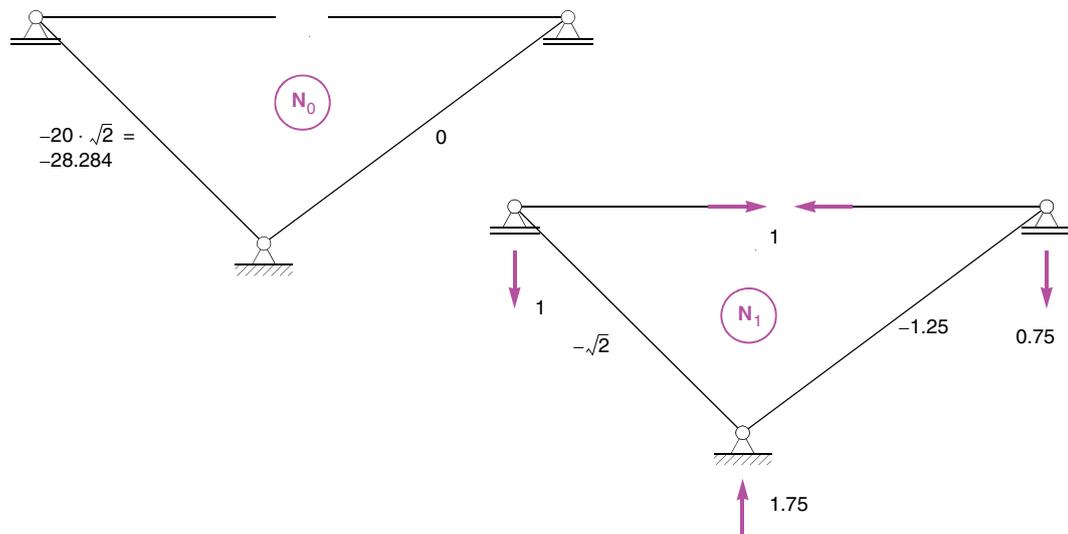
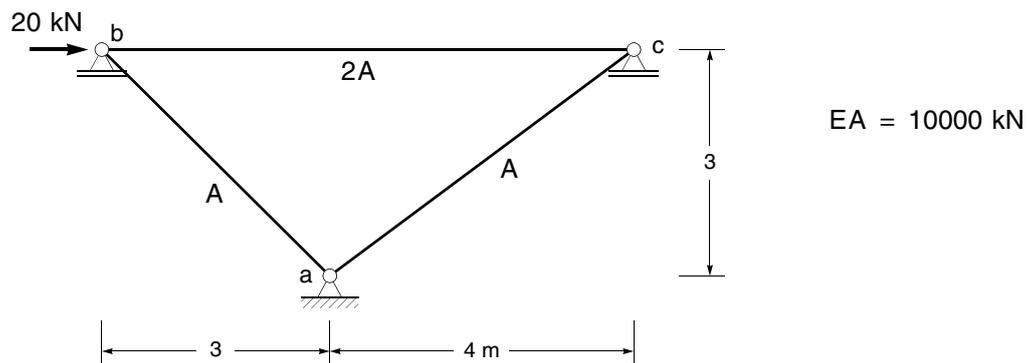
Aufgabe 6 (11 Punkte)

Gegeben ist das dargestellte System.

6.1 Ermitteln Sie die Normalkräfte in den Stäben infolge der angegebenen Kraft.

6.2 Ermitteln Sie die Normalkräfte in den Stäben infolge einer Senkung des Auflagers im Punkt a um 3 cm.

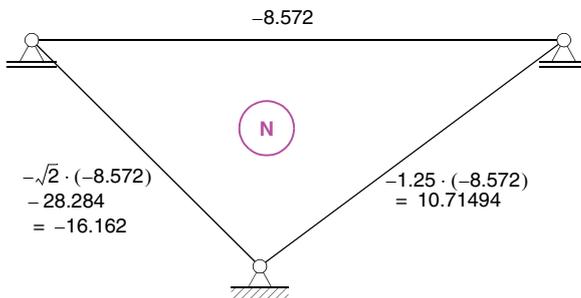
Die Verläufe der Normalkräfte brauchen nicht gezeichnet zu werden.



$$\delta'_{11} = 1.0 \cdot 7 \cdot 1^2 + 2.0 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}^2 + 2.0 \cdot 5 \cdot 1.25^2 = 39.596$$

$$\delta'_{10} = 2.0 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 28.284 = 339.411$$

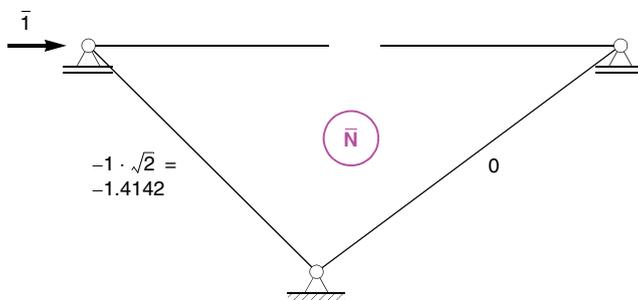
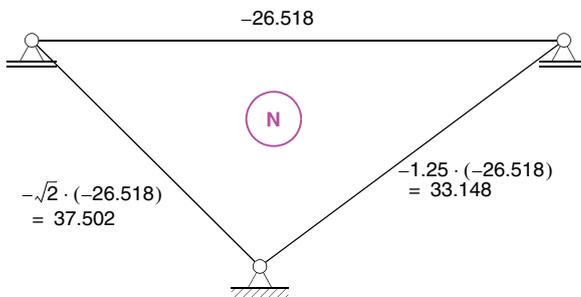
$$X = \frac{339.411}{39.596} = -8.572$$



6.2

$$\delta'_{10} = -20000 \cdot [-1.75 \cdot 0.03] = 1050$$

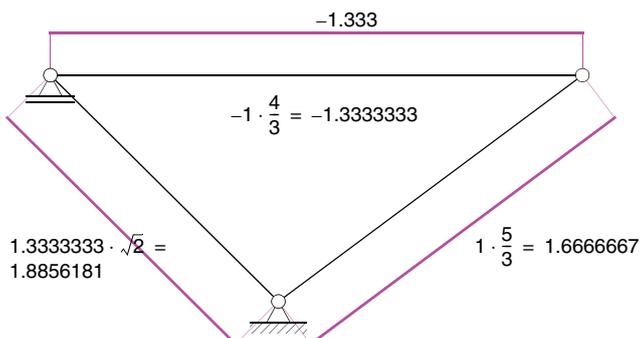
$$X = \frac{1050}{39.596} = -26.518$$



$$\delta'_h = -2.0 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 37.502 - 20000 \cdot [-1 \cdot 0.03] = 149.976$$

$$\delta'_h = \frac{149.976}{20000} = 0.0074988$$

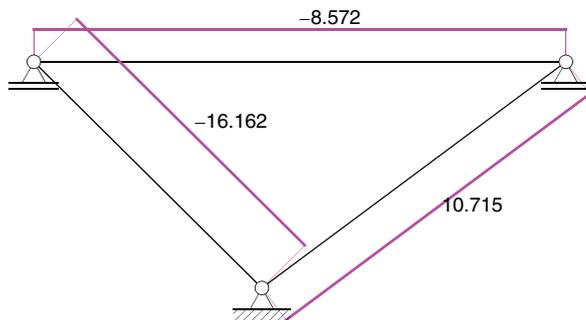
alternatives Hauptsystem



$$\delta'_{11} = 1.0 \cdot 7 \cdot 1.3333333^2 + 2.0 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.8856181^2 + 2.0 \cdot 5 \cdot 1.6666667^2 = 70.392112$$

$$\delta'_{10} = -2.0 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.8856181 \cdot 28.284271 = -452.54834$$

$$X = \frac{-452.54834}{70.392112} = 6.4289638$$



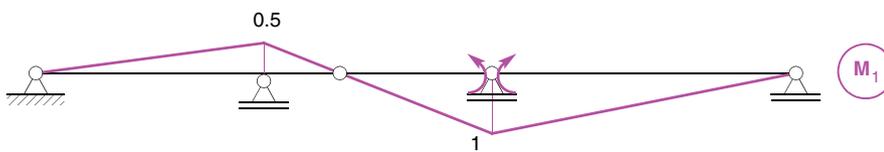
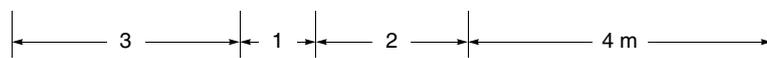
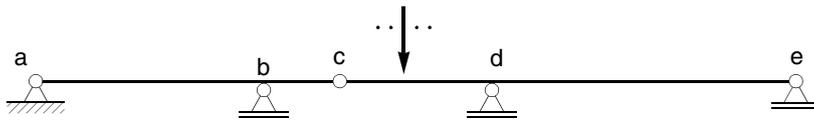
Aufgabe 7 (10 Punkte)

Für das dargestellte System soll die Einflusslinie für das Querkraft links von Punkt d ermittelt werden.

7.1 Ermitteln Sie die für die Berechnung der Einflusslinie erforderliche Momentenlinie.

7.2 Ermitteln Sie die Ordinate der Einflusslinie im Gelenkpunkt c.

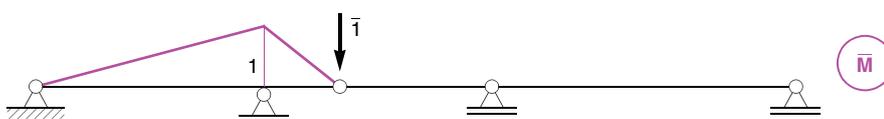
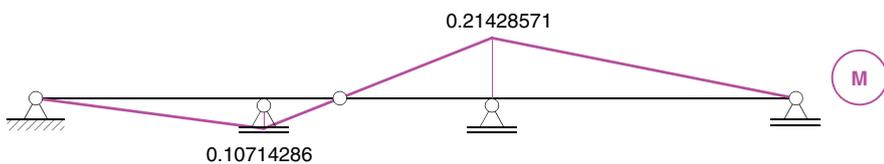
7.3 Skizzieren Sie die Einflusslinie.



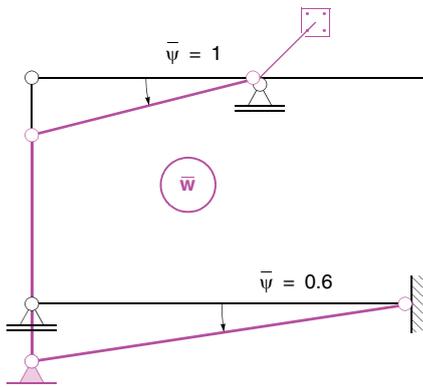
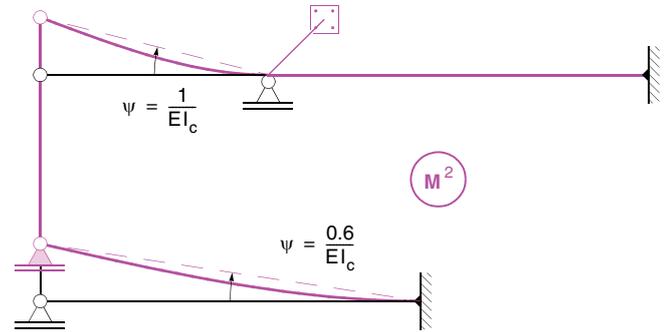
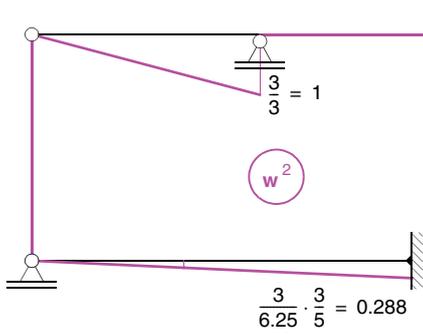
$$\delta'_{11} = 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5^2 = 2.3333333$$

$$\delta'_{10} = -EI \cdot \frac{1}{2} \cdot (-1) = 0.5 \cdot EI$$

$$X_1 = \frac{0.5 \cdot EI}{2.3333333} = -0.21428571 \cdot EI$$



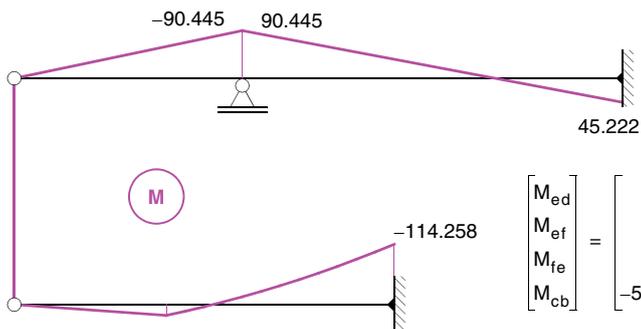
$$\eta_c = 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 0.10714286 = 0.14285714$$



$$\sum M_c = (0.8 + 1) \cdot Y_1 + 1 \cdot Y_2 = 0$$

$$\sum \bar{W} = 1 \cdot 1 \cdot Y_1 + (1 \cdot 1 + 0.288 \cdot 0.6) \cdot Y_2 + 20 \cdot 3 + 40 \cdot 0.6 \cdot 3 + 10 \cdot 3 \cdot 0.6 \cdot 1.5 - 55.65 \cdot 0.6 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1.8 & 1 \\ 1 & 1.1728 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 125.61 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 113.05624 \\ -203.50122 \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} M_{ed} \\ M_{ef} \\ M_{fe} \\ M_{cb} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0.8 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0 \\ -55.65 & 0 & 0.288 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 113.05624 \\ -203.50122 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -90.444988 \\ 90.444988 \\ 45.222494 \\ -114.25835 \end{bmatrix}$$

8.2

$$\delta_a = \frac{203.50122}{15000} \cdot 3 = 0.040700245$$