

## Modulprüfung Baustatik I am 20. Juli 2018

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 (6 Punkte)

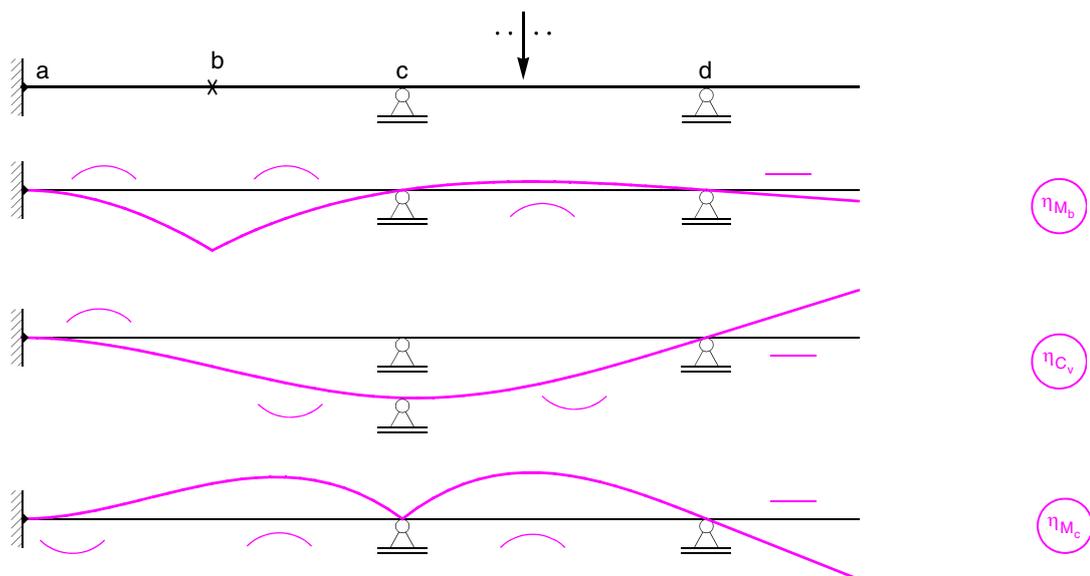
- 1.1 Bei einer Berechnung mit dem Kraftgrößenverfahren wird das statisch bestimmte Hauptsystem gebildet. Geben Sie an, welche Größen dabei gleich null gesetzt werden.
- 1.2 Welche Bedeutung haben die Gleichungen, mit denen die Unbekannten des Drehwinkelverfahrens ermittelt werden?
- 1.3 Welche Größen werden mit der Arbeitsgleichung des Prinzips der virtuellen Kräfte ermittelt?

## Aufgabe 2 (6 Punkte)

Skizzieren Sie für das nachfolgend dargestellte System qualitativ die Einflusslinien für:

- 2.1 Das Moment im Punkt b.
- 2.2 Die vertikale Auflagerkraft im Punkt c.
- 2.3 Das Moment im Punkt c.

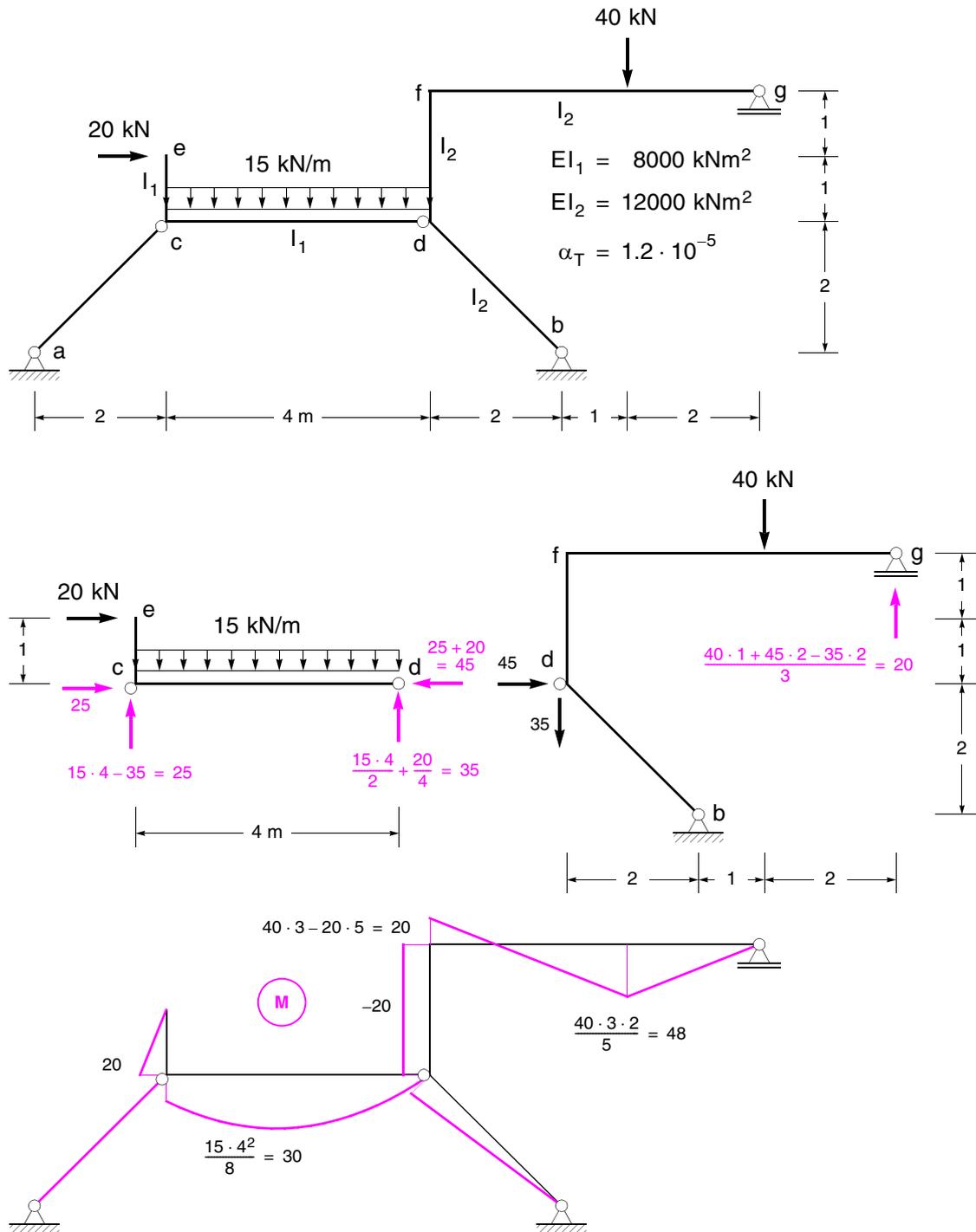
Krümmungen, Wendepunkte und Vorzeichen sind in den Skizzen deutlich zu kennzeichnen.

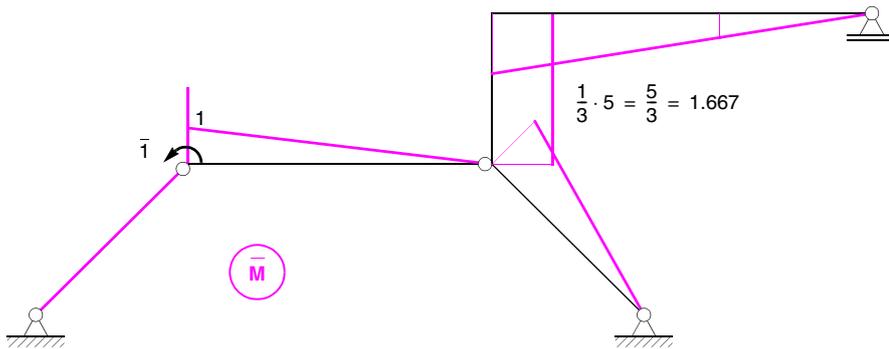
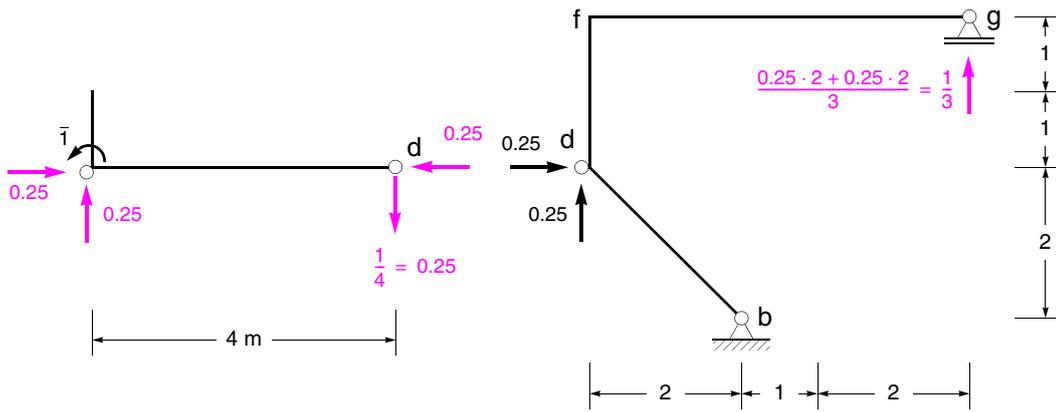


### Aufgabe 3 (12 Punkte)

Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

- 3.1 Ermitteln Sie die Drehung des Punktes c (oberhalb des Gelenks) nach Größe und Dreh-sinn infolge der angegebenen Belastung.
- 3.2 Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung des Punktes e infolge einer gleichmäßigen Erwärmung des Stabes c – d um  $T_0 = 40^\circ$ .

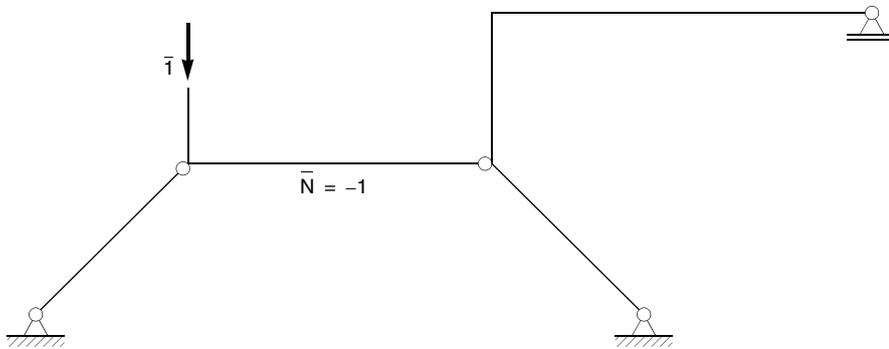




$$\varphi'_e = -1.5 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 20 - 1.5 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 30 - 1.0 \cdot (2 \cdot \sqrt{2} + 5) \cdot \frac{1}{3} \cdot 1.667 \cdot 20 - 1.0 \cdot 2 \cdot 1.667 \cdot 20$$

$$+ 1.0 \cdot 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1.667 \cdot 48 \cdot (1 + 0.4) = -160.32792$$

$$\varphi_e = \frac{160.32792}{12000} = 0.01336 \text{ rad (im Uhrzeigersinn)}$$

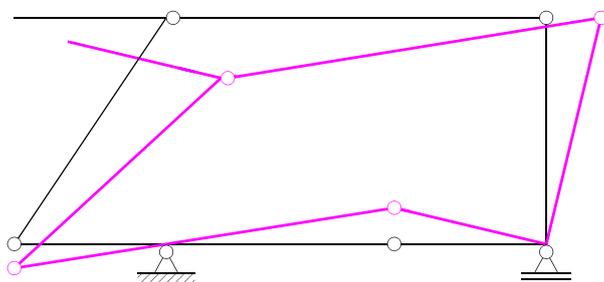
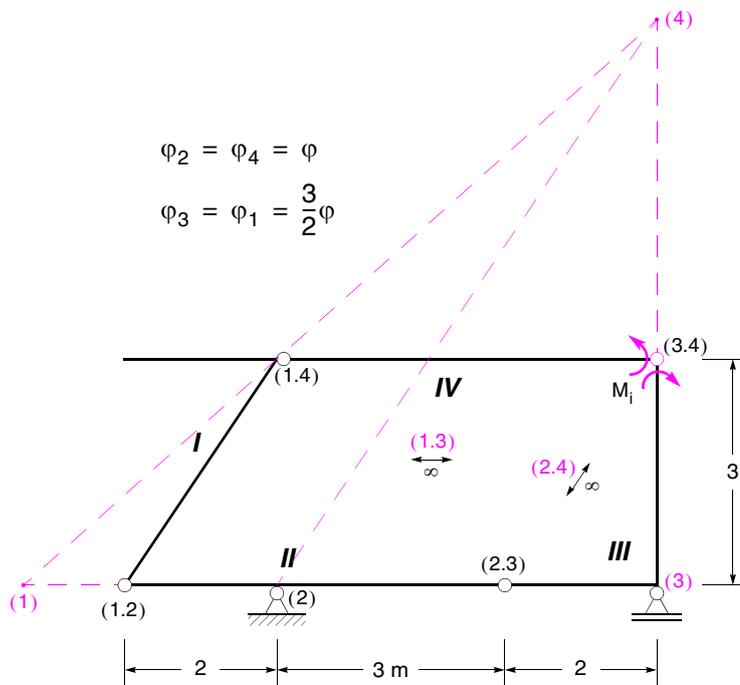
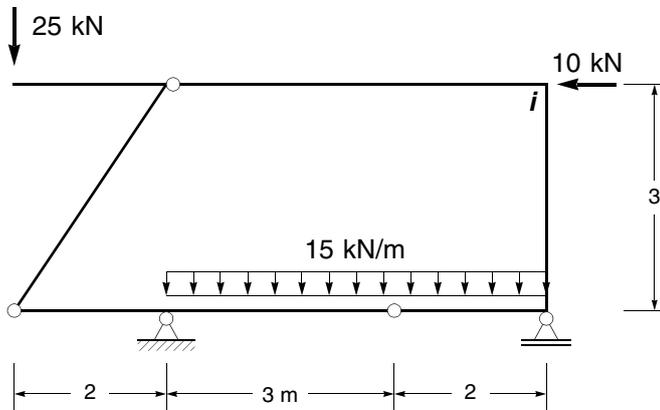


$$\delta_{e,v} = 4 \cdot (-1) \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 40 = -0.00192 \text{ m (nach oben)}$$

#### Aufgabe 4 (9 Punkte)

Ermitteln Sie für das dargestellte System das Moment im Punkt i infolge der angegebenen Belastung mit dem Prinzip der virtuellen Verschiebungen.

Polplan und virtuelle Verschiebungsfigur sind darzustellen.



$$\bar{W} = M_i \cdot \left( \varphi + \frac{3}{2} \varphi \right) - 30 \cdot \varphi \cdot 1.5 - 45 \cdot \varphi \cdot 1.5 - 10 \cdot \frac{3}{2} \varphi \cdot 3 + 25 \cdot \varphi \cdot 2 = 0$$

$$\Rightarrow M_i = 43$$

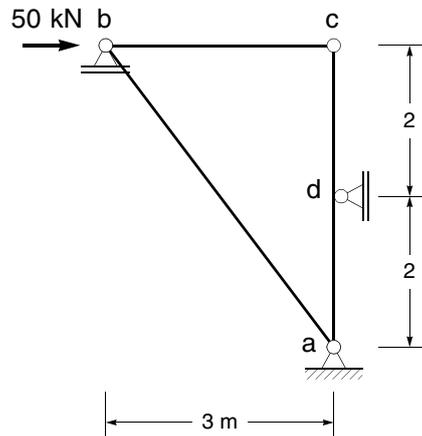
### Aufgabe 5 (11 Punkte)

Das nachfolgend dargestellte System ist nach dem Kraftgrößenverfahren zu berechnen.

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

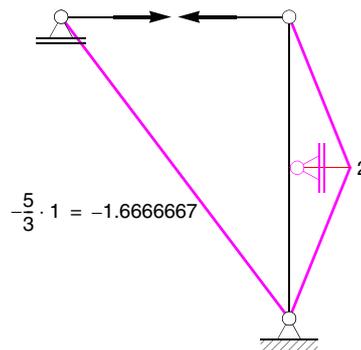
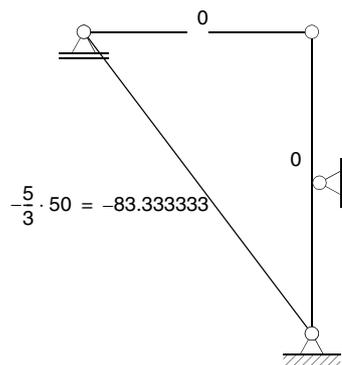
5.2 Ermitteln Sie die horizontale Verschiebung des Punktes c infolge der angegebenen Belastung.

Die Normalkraftverformung in den Pendelstäben ist zu berücksichtigen.



$$EI = 12500 \text{ kNm}^2$$

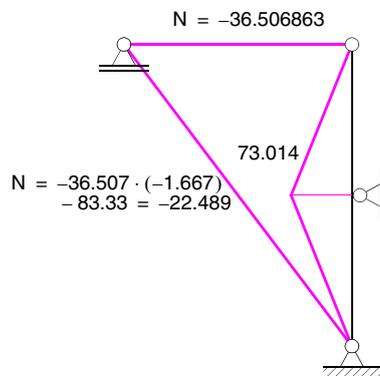
$$EA = 5000 \text{ kN (in den Pendelstäben)}$$



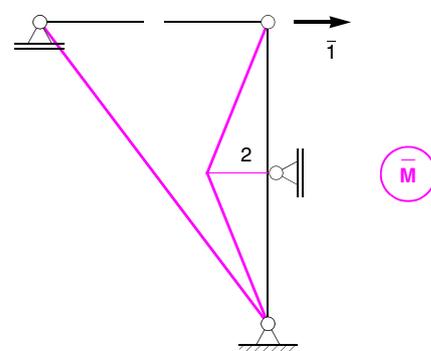
$$\delta'_{11} = 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2^2 + 2.5 \cdot 3 \cdot 1^2 + 2.5 \cdot 5 \cdot 1.6666667^2 = 5.3333333 + 7.5 + 34.722222 = 47.555556$$

$$\delta'_{10} = 2.5 \cdot 5 \cdot 1.6666667 \cdot 83.333 = 1736.1042$$

$$X = \frac{-1736.1042}{47.555556} = -36.507$$



(M)



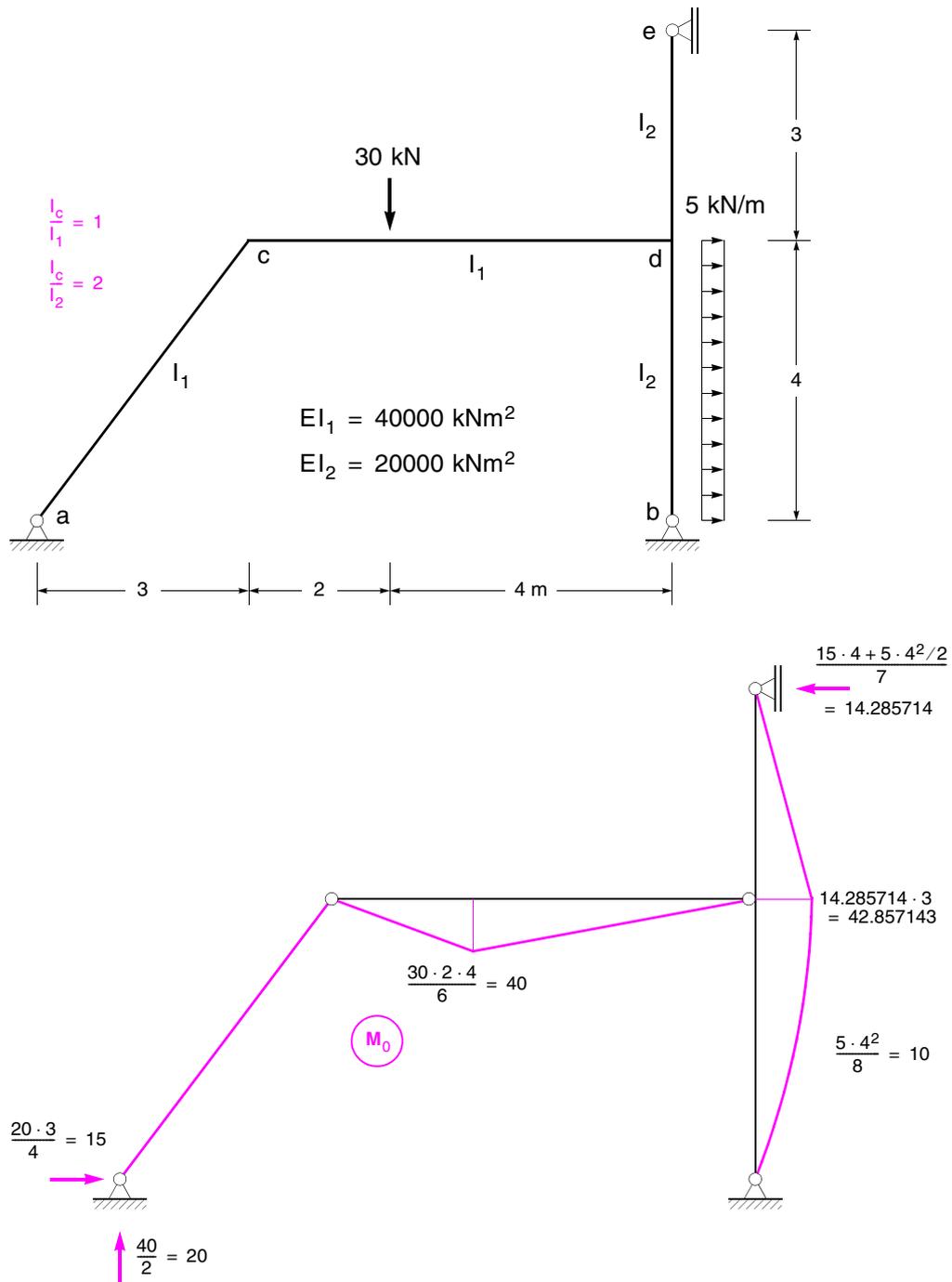
(M)

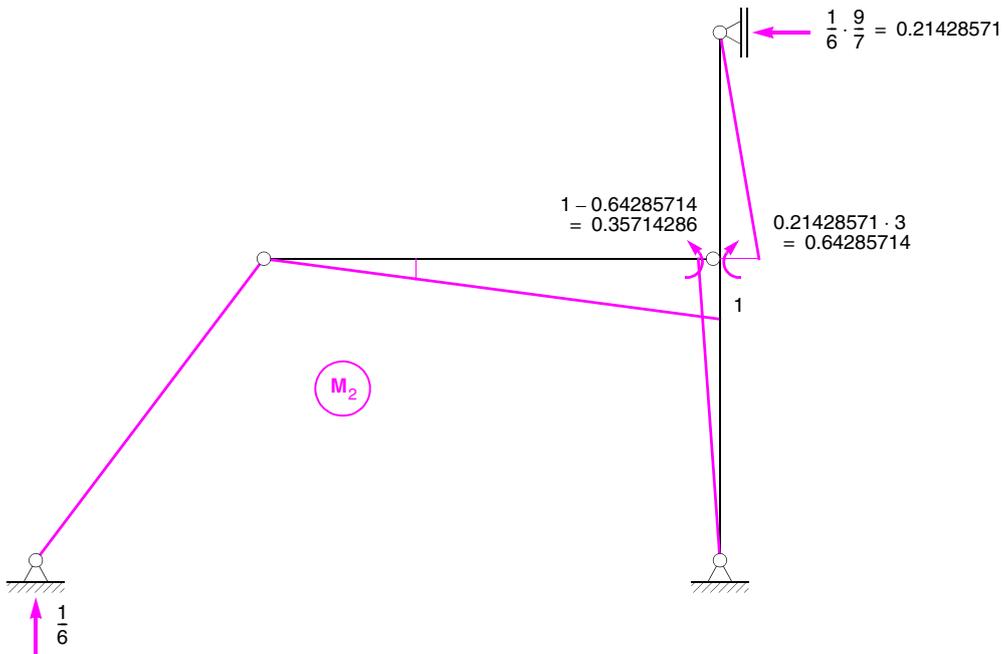
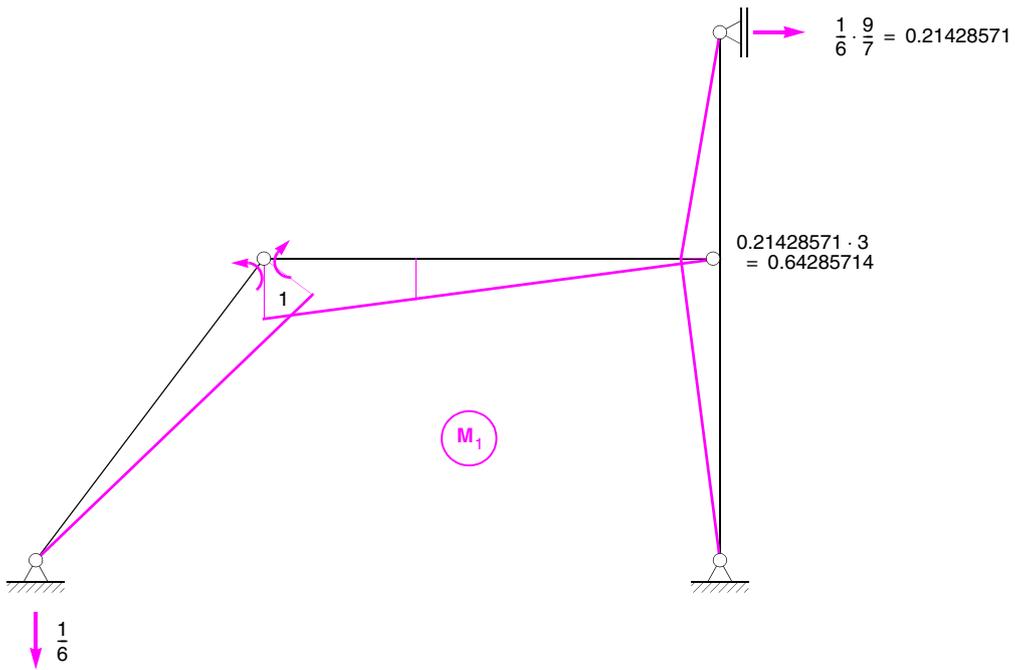
$$\delta'_{c,h} = 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 73.014 = 194.704$$

$$\delta_{c,h} = \frac{194.704}{12500} = 0.01557632 \text{ m (nach rechts)}$$

### Aufgabe 6 (16 Punkte)

Das nachfolgend dargestellte System ist nach dem Kraftgrößenverfahren zu berechnen. Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge der angegebenen Belastung.





$$\delta'_{11} = 1.0 \cdot (5+6) \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 2.0 \cdot 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.64285714^2 = 5.5952381$$

$$\delta'_{12} = 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1 - 2.0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.64285714 \cdot 0.64285714 + 2.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.64285714 \cdot 0.35714286 = 0.78571429$$

$$\delta'_{22} = 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 2.0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.64285714^2 + 2.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.35714286^2 = 3.1666667$$

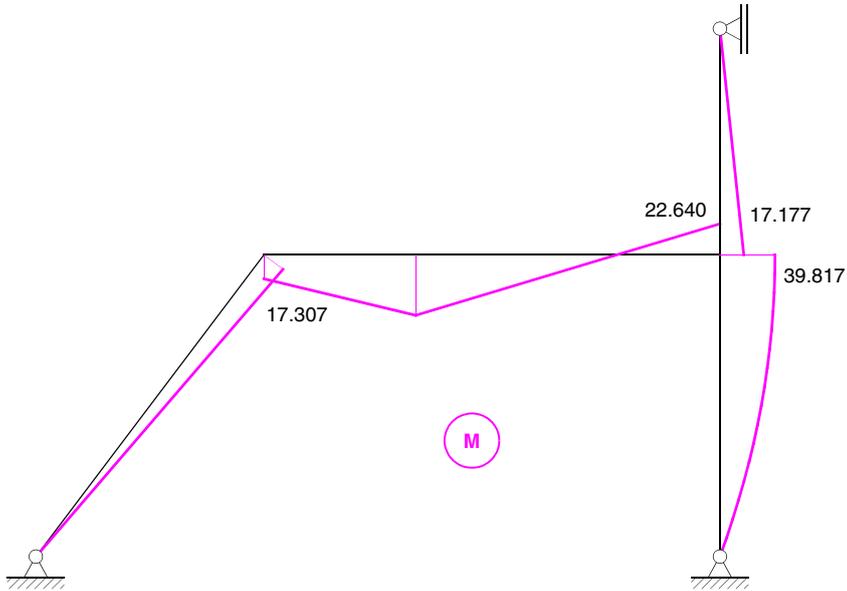
$$\delta'_{10} = 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 40 \cdot \left(1 + \frac{2}{3}\right) - 2.0 \cdot 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 42.857143 \cdot 0.64285714 - 2.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0.64285714 = -79.047619$$

$$\delta'_{20} = 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 40 \cdot \left(1 + \frac{1}{3}\right) + 2.0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 42.857143 \cdot 0.64285714 - 2.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 42.857143 \cdot 0.35714286$$

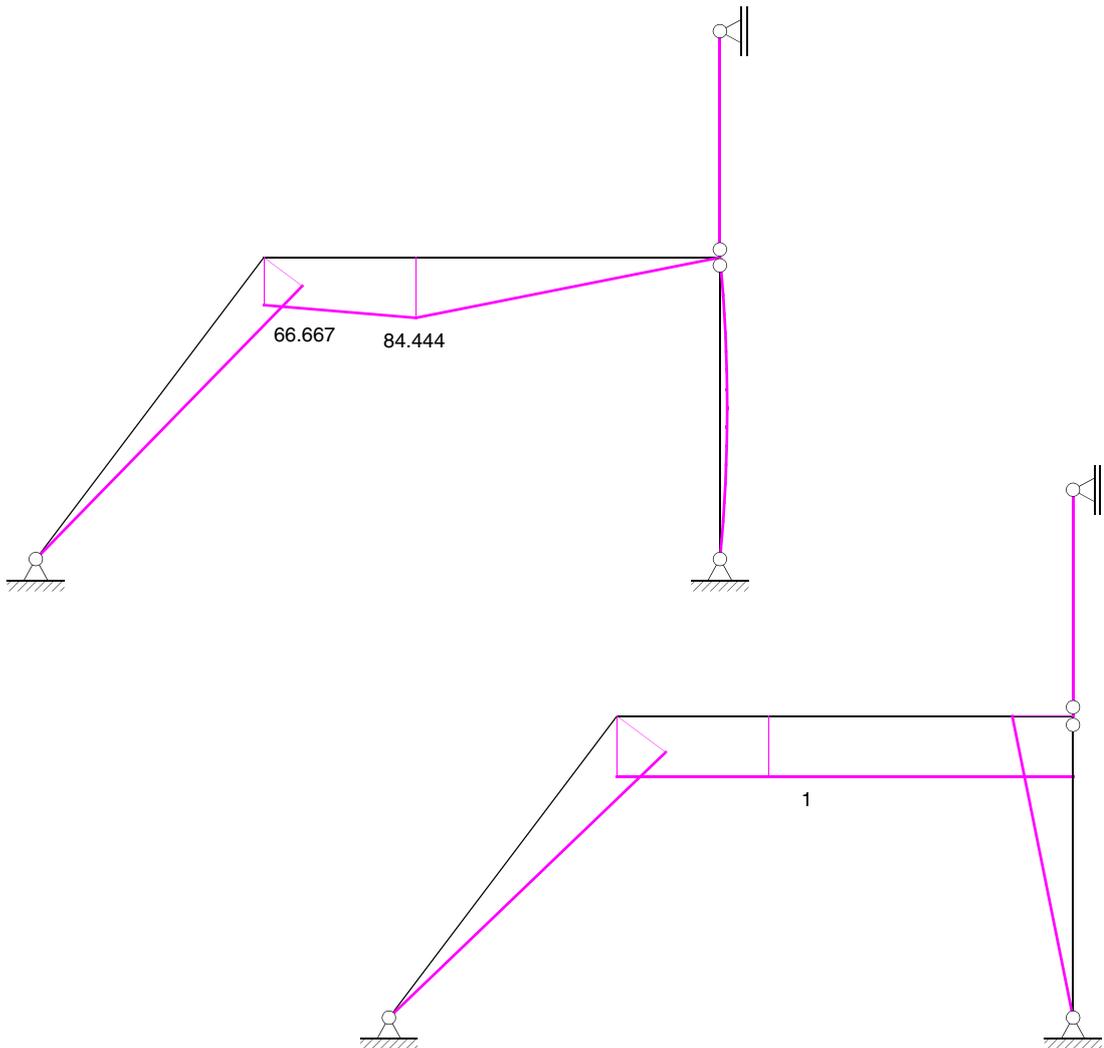
$$- 2.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0.35714286 = 58.095238$$

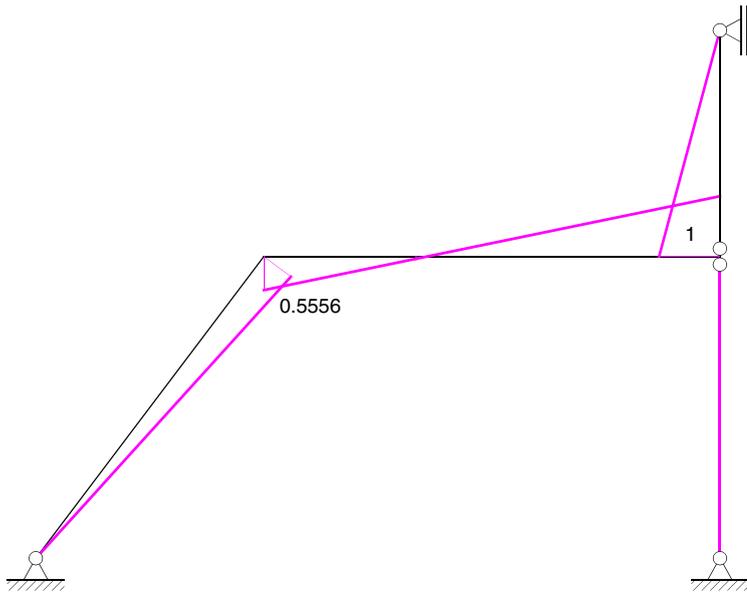
$$\begin{bmatrix} 5.5952381 & 0.78571429 \\ 0.78571429 & 3.1666667 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -79.047619 \\ 58.095238 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17.306902 \\ -22.640058 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_{de} \\ M_{db} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -42.857143 & 0.64285714 & -0.64285714 \\ -42.857143 & 0.64285714 & 0.35714286 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 17.306902 \\ -22.640058 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -17.176954 \\ -39.817013 \end{bmatrix}$$

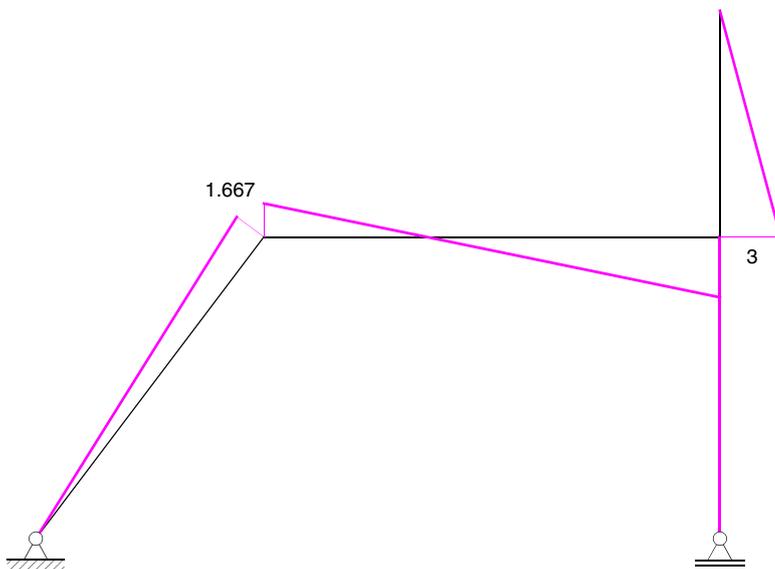
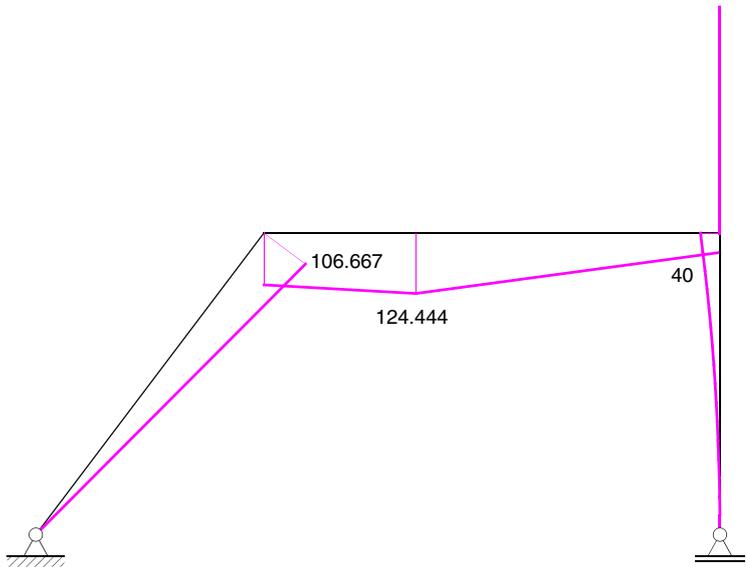


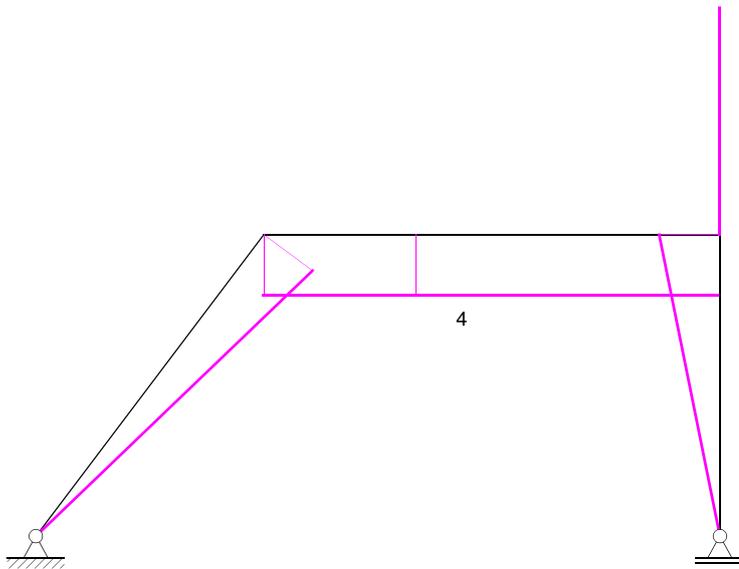
**Alternatives HS**





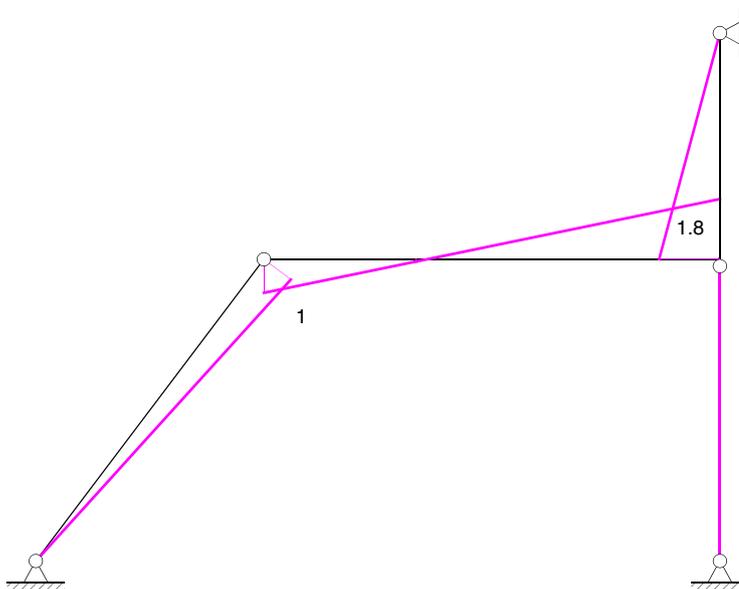
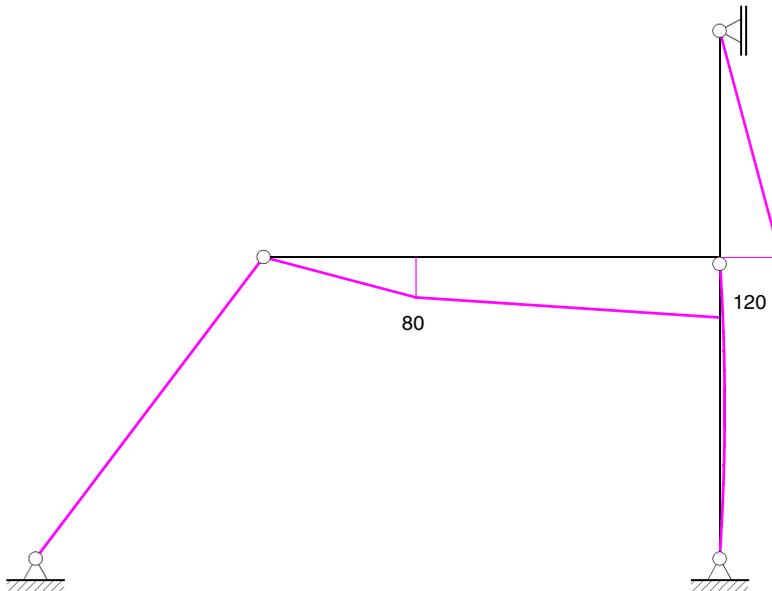
**Alternatives HS**

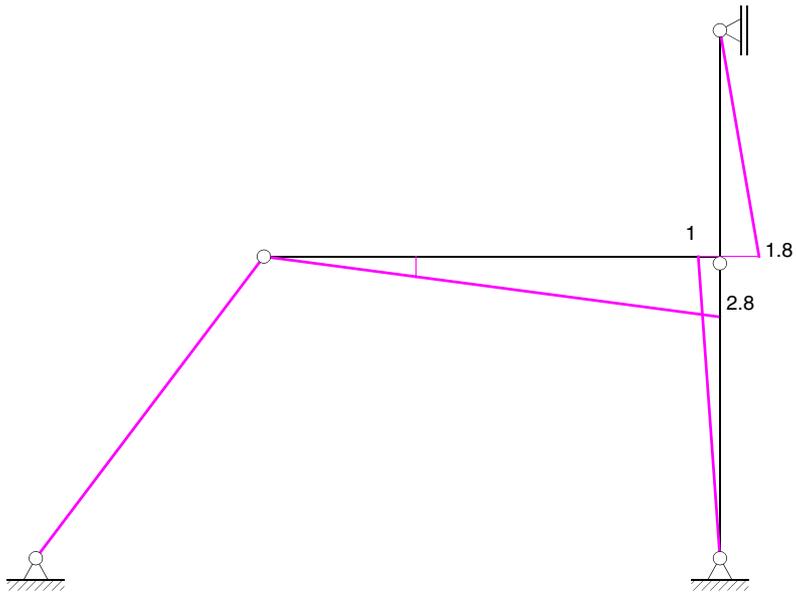




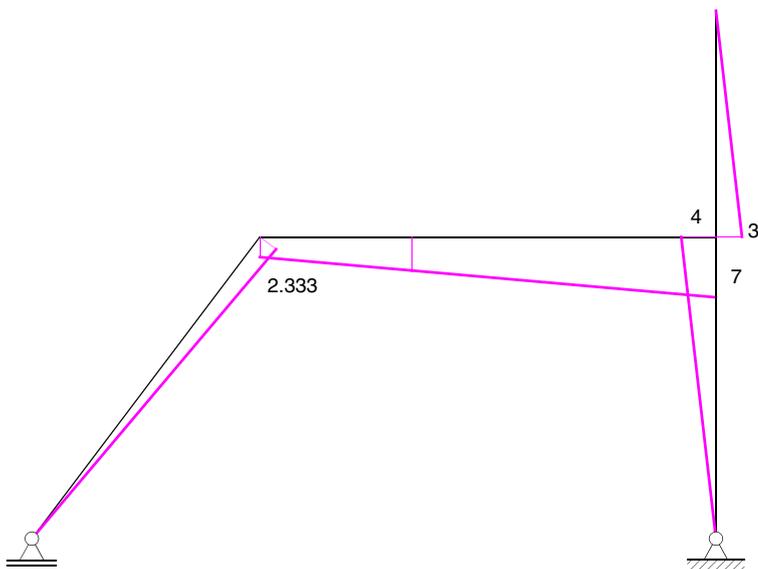
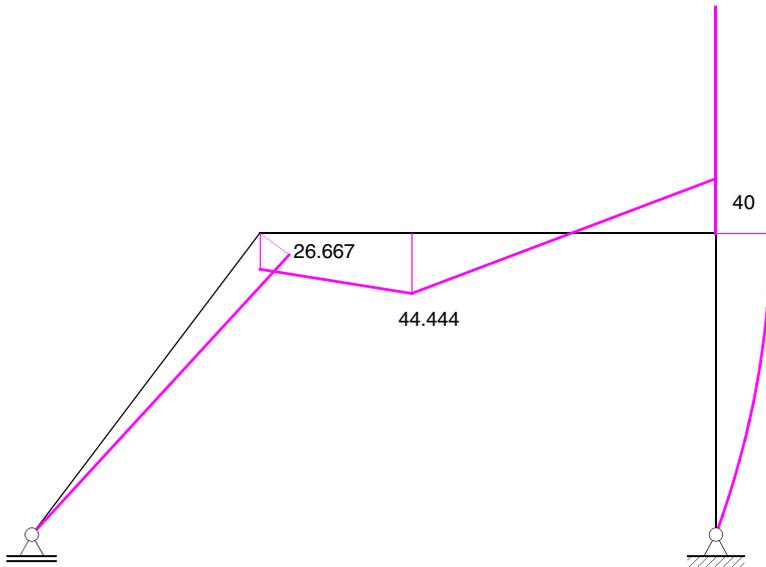
$$\begin{aligned} \delta'_{11} &= 36.185 \\ \delta'_{12} &= 4.8889 \\ \delta'_{22} &= 165.33 \\ \delta'_{10} &= 109.63 \\ \delta'_{20} &= 3271.11 \end{aligned}$$

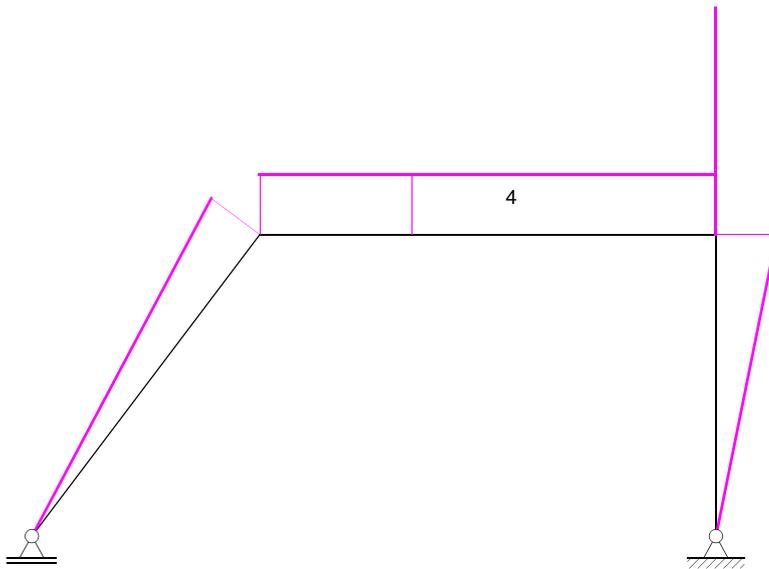
**Alternatives HS**





Alternatives HS





$$\delta'_{11} = 211.30$$

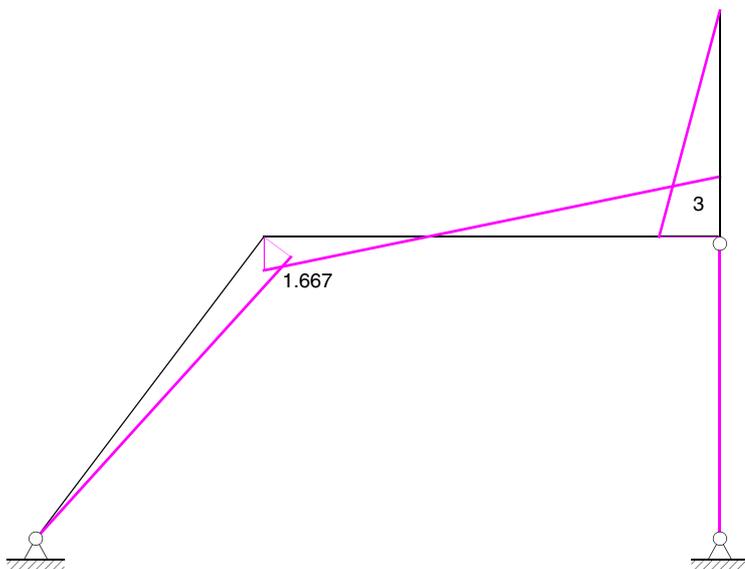
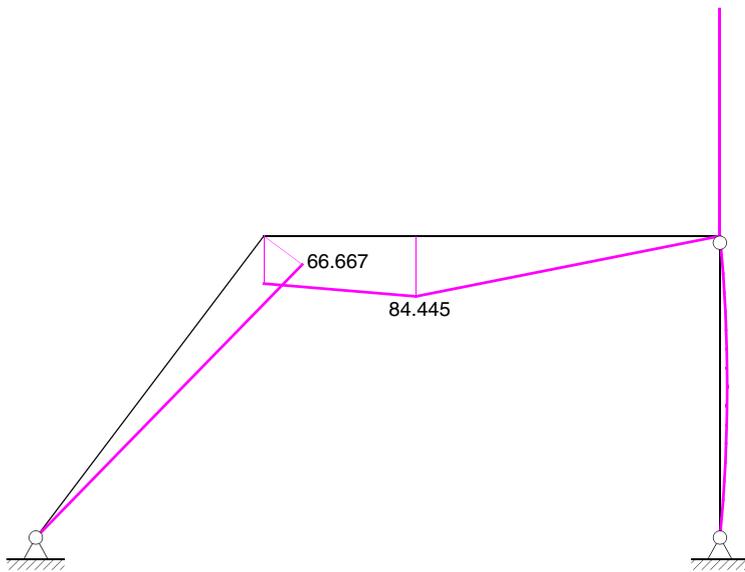
$$\delta'_{12} = 170.22$$

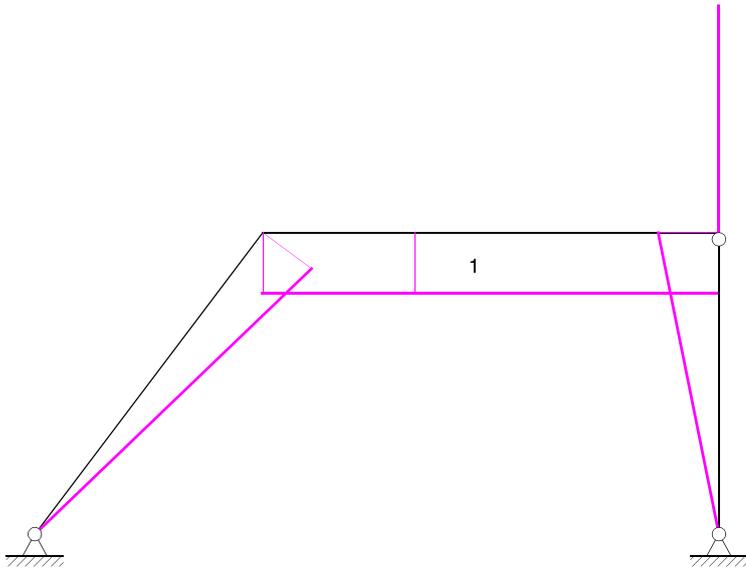
$$\delta'_{22} = 165.33$$

$$\delta'_{10} = 242.96$$

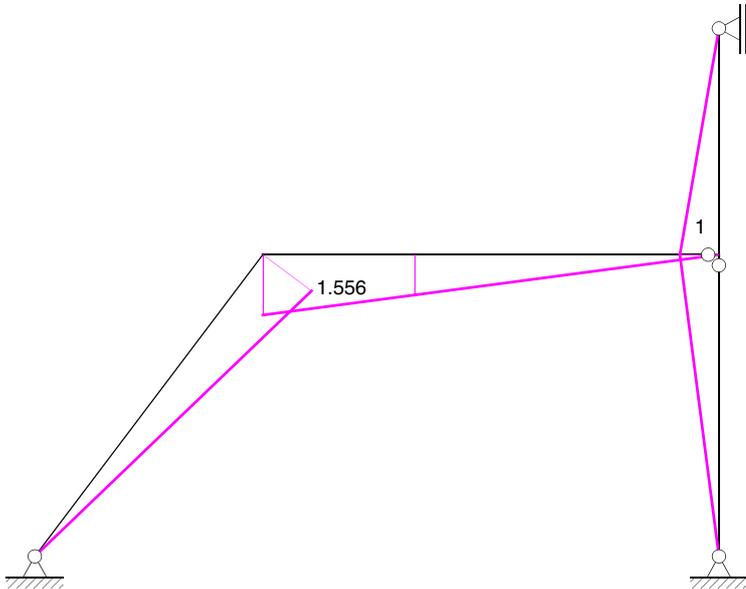
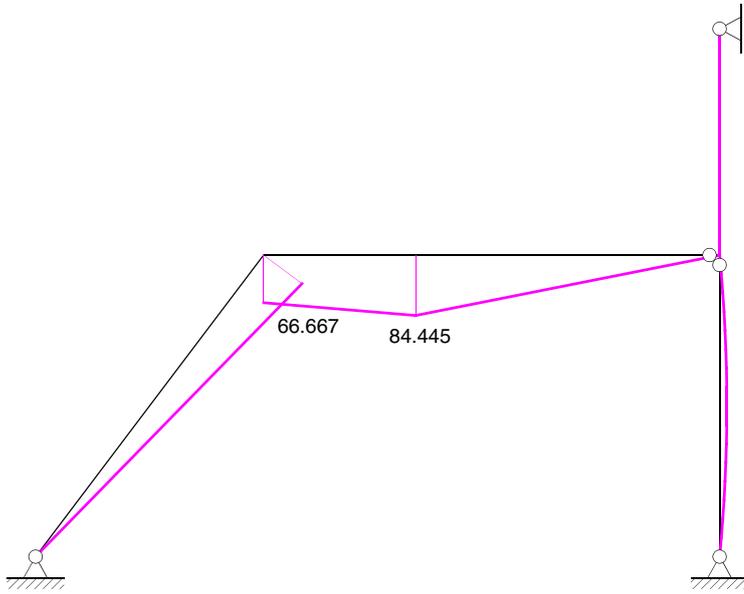
$$\delta'_{20} = 35.56$$

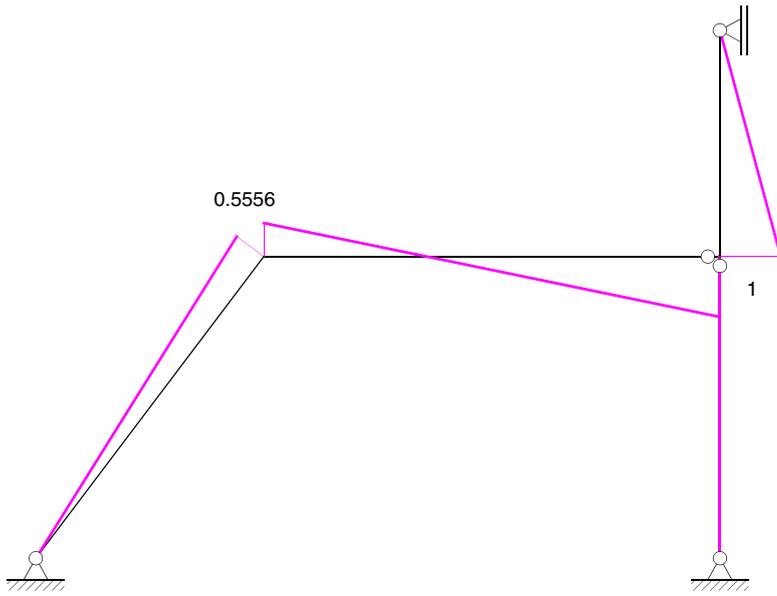
**Alternatives HS**



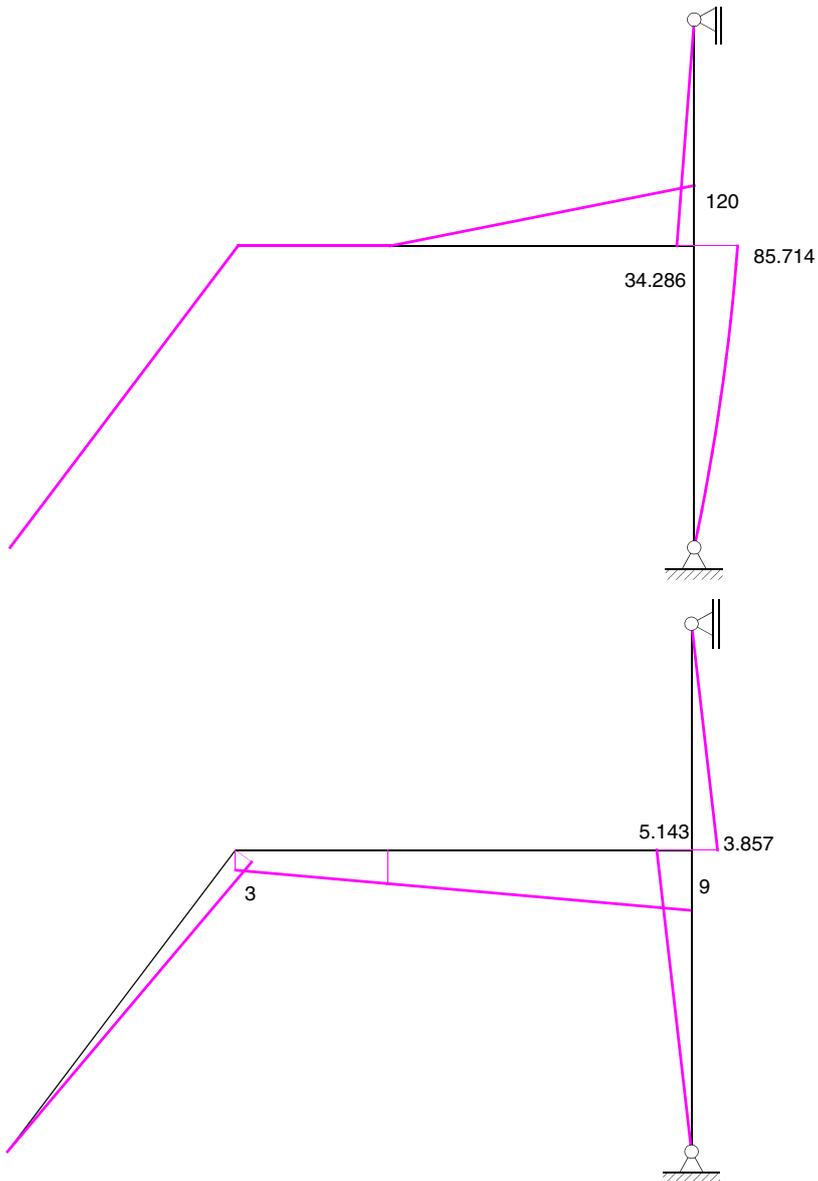


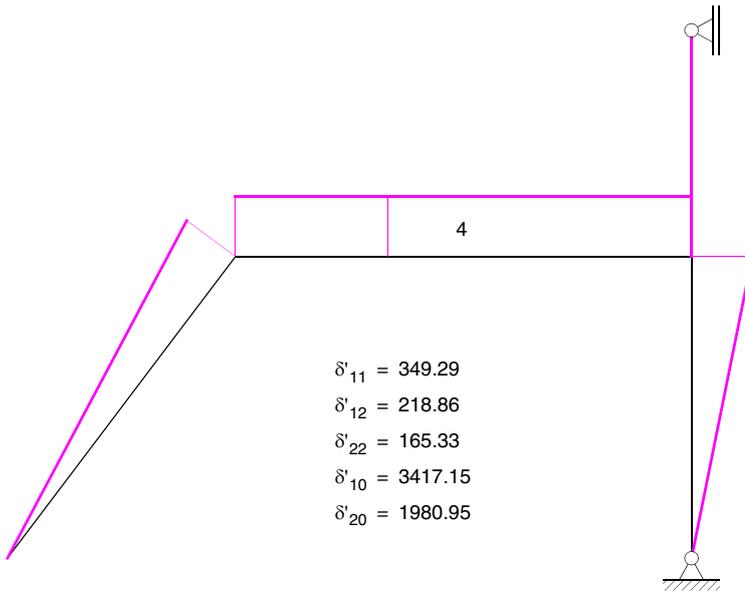
**Alternatives HS**



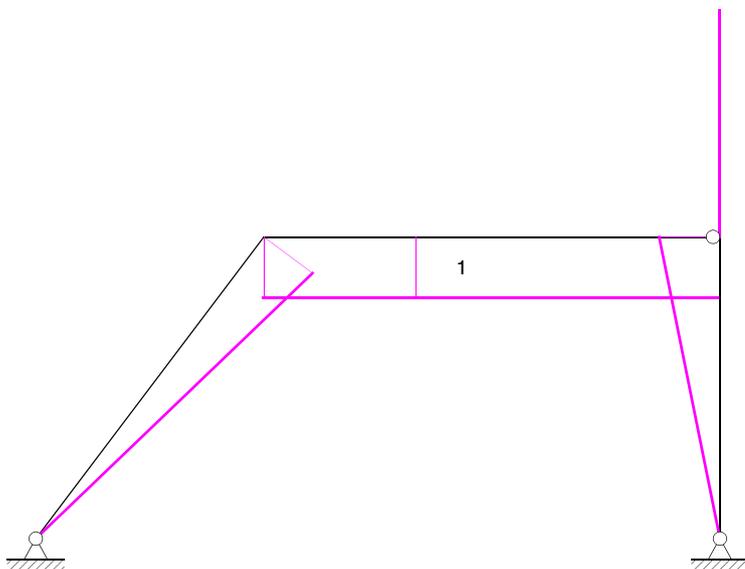
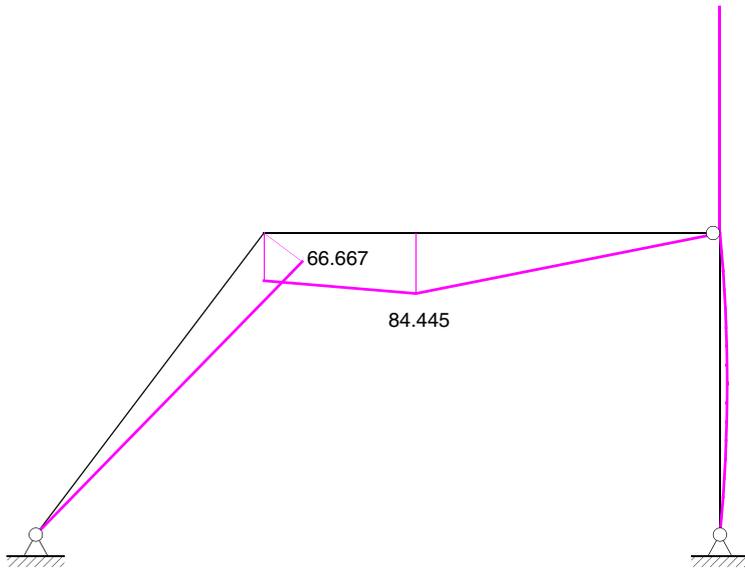


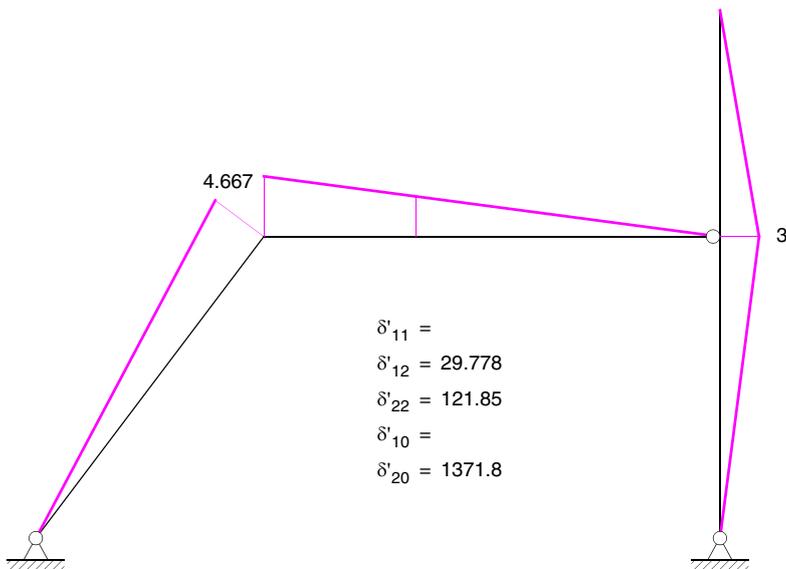
**Alternatives HS**





**Alternatives HS**

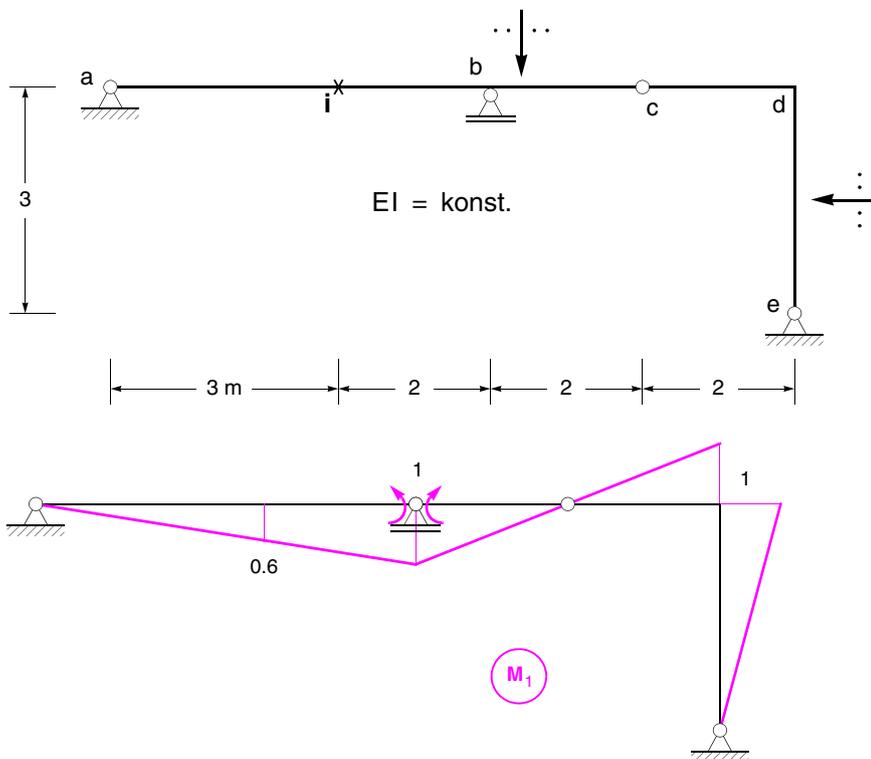




### Aufgabe 7 (15 Punkte)

Für das dargestellte System soll die Einflusslinie für das Biegemoment im Punkt i ermittelt werden.

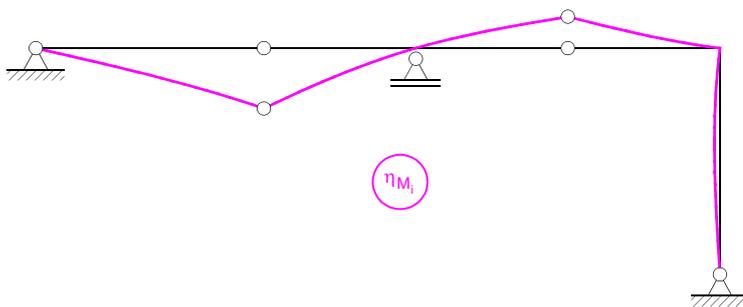
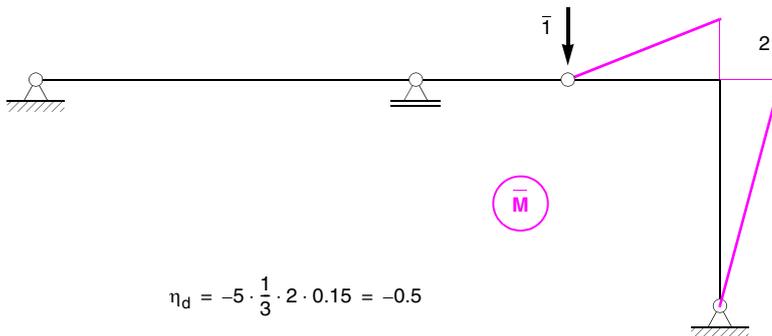
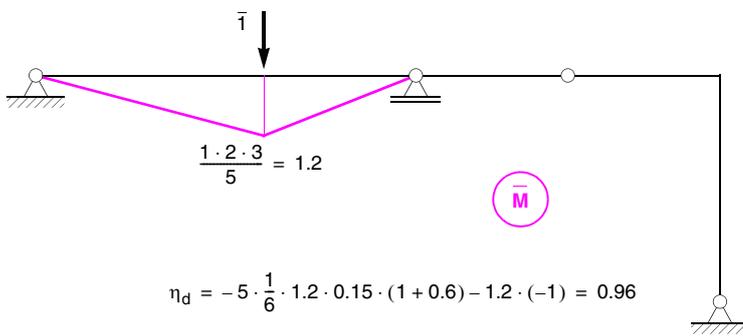
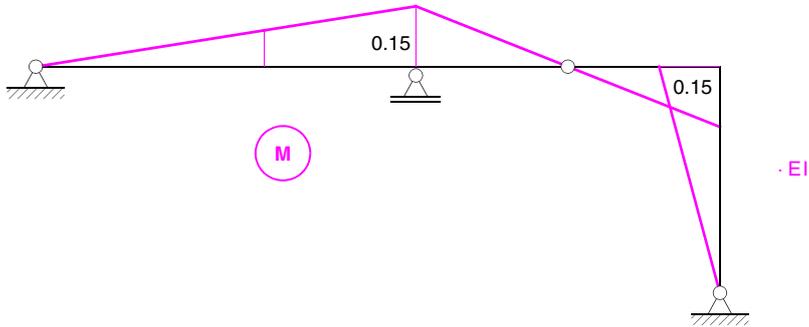
- 7.1 Ermitteln Sie die für die Berechnung der Einflusslinie erforderliche Momentenlinie.
- 7.2 Berechnen Sie das Moment im Punkt i infolge einer nach unten wirkenden Vertikalkraft  $F_v = 1.0 \text{ kN}$  im Punkt i.
- 7.3 Berechnen Sie das Moment im Punkt i infolge einer nach unten wirkenden Vertikalkraft  $F_v = 1.0 \text{ kN}$  im Punkt c.
- 7.4 Skizzieren Sie die Einflusslinie.



$$\delta'_{11} = 12 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 4$$

$$\delta'_{10} = -EI \cdot 0.6 \cdot (-1) = 0.6EI$$

$$X_1 = \frac{0.6EI}{4} = 0.15EI$$



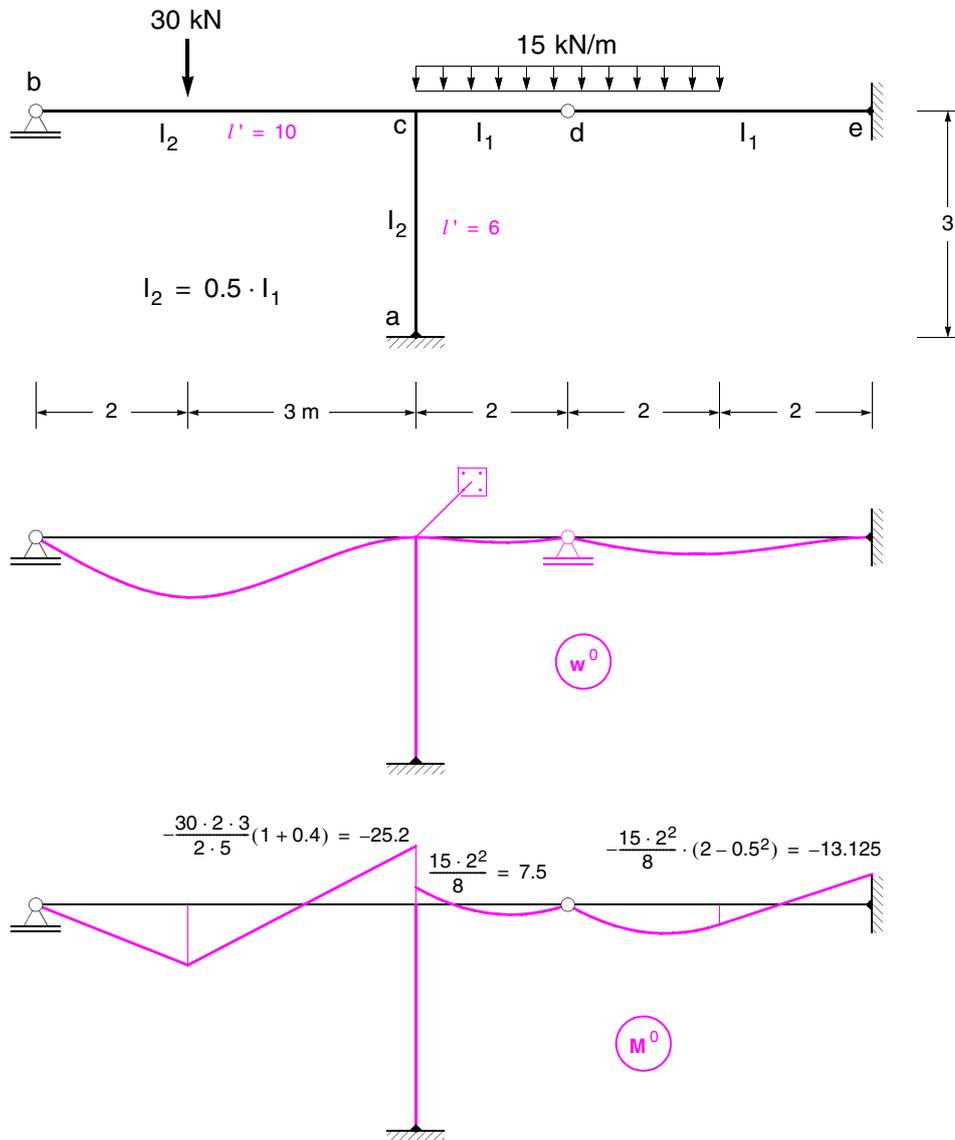
### Aufgabe 8 (15 Punkte)

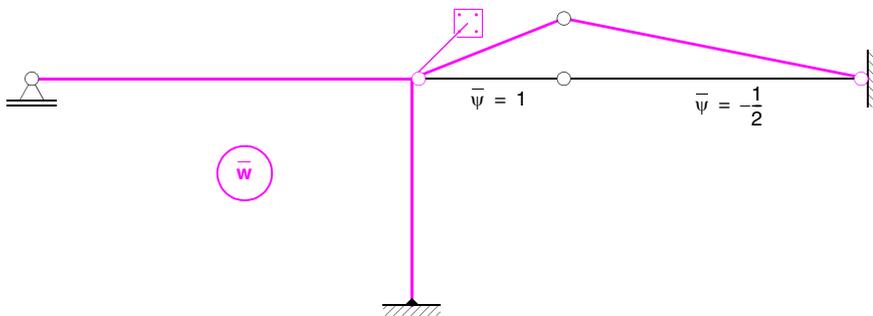
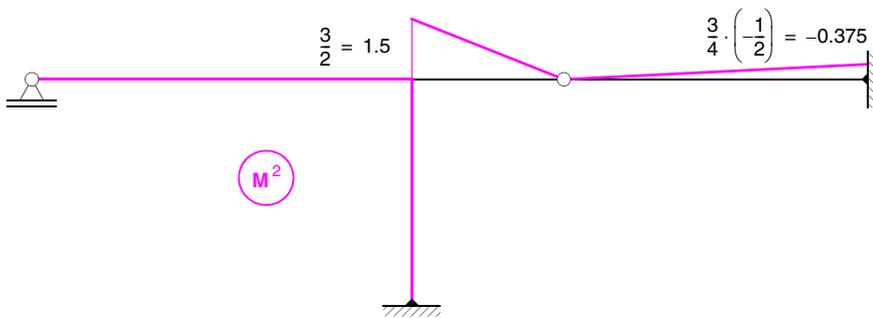
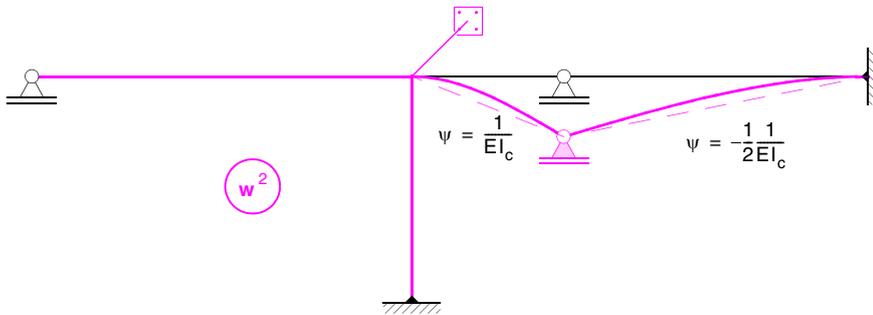
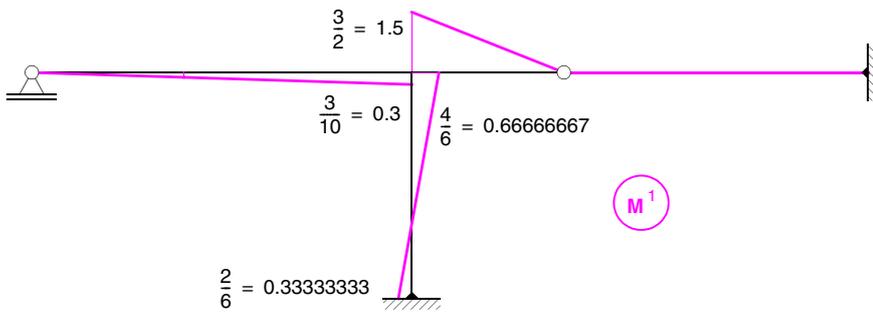
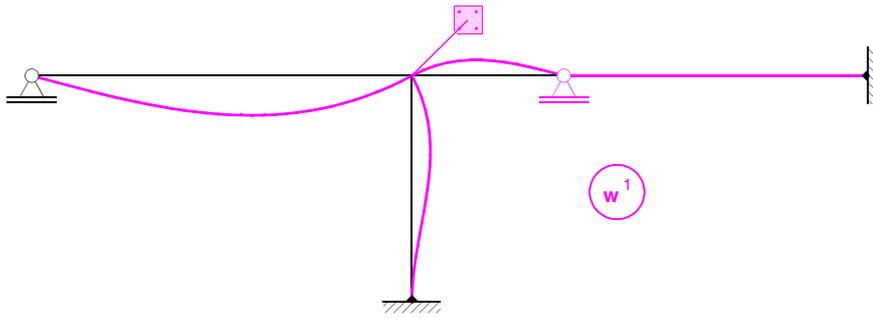
Das dargestellte System ist nach dem Drehwinkelverfahren zu berechnen.

8.1 Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge der angegebenen Belastung.

8.2 Ermitteln Sie alle vertikalen Auflagerkräfte unabhängig voneinander.

Für die Einheits- und Lastzustände sind  $w$  und  $M$  darzustellen.





$$\sum M_c = (1.5 + 0.3 + 0.66666667) \cdot Y_1 + 1.5 \cdot Y_2 + 7.5 - 25.2 = 0$$

$$\sum \bar{W} = 1.5 \cdot 1 \cdot Y_1 + (1.5 \cdot 1 + (-0.375) \cdot (-0.5)) \cdot Y_2 + 7.5 \cdot 1 + (-13.125) \cdot (-0.5) - 30 \cdot 1 - 30 \cdot 1.5 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2.4666667 & 1.5 \\ 1.5 & 1.6875 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -17.7 \\ -60.9375 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -32.176471 \\ 64.712418 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_{ac} \\ M_{ca} \\ M_{cb} \\ M_{cd} \\ M_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.33333333 & 0 \\ 0 & 0.66666667 & 0 \\ -25.2 & 0.3 & 0 \\ 7.5 & 1.5 & 1.5 \\ -13.125 & 0 & -0.375 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -32.176471 \\ 64.712418 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -10.72549 \\ -21.45098 \\ -34.85294 \\ 56.30392 \\ -37.39216 \end{bmatrix}$$

