

## Modulprüfung Baustatik I am 13. Juli 2017

Name: .....

Matr.-Nr.: .....

In dieser Klausur werden 9 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.

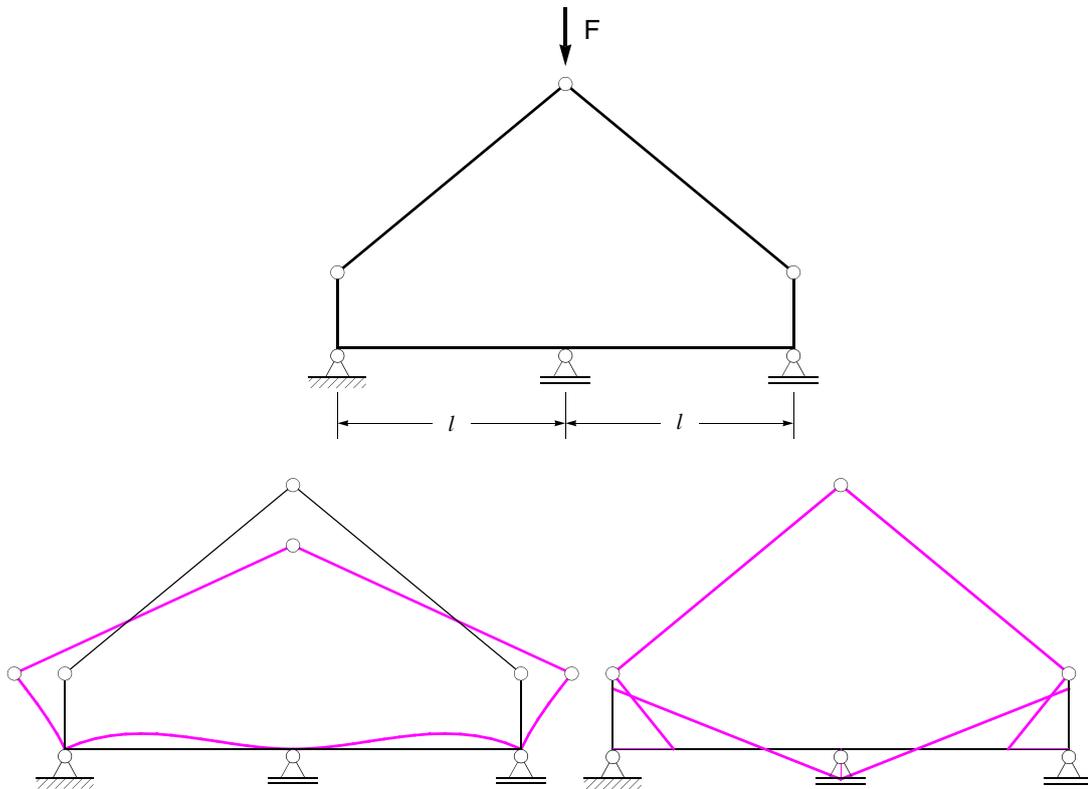
- Ergebnisse werden nur gewertet, wenn der Rechenweg zweifelsfrei nachvollziehbar ist.
- Es dürfen keine grünen Farbstifte verwendet werden.
- Die Verwendung von Kommunikationsmitteln ist untersagt.
- Ergebnisse sind mit Dezimalzahlen anzugeben.

Beachten Sie die anliegenden Systemskizzen!

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Summe
Punkte										

### Aufgabe 1 (4 Punkte)

Skizzieren Sie für das nachfolgend dargestellte System qualitativ die Verformungsfigur sowie die Momentenlinie infolge der angegebenen Kraft.

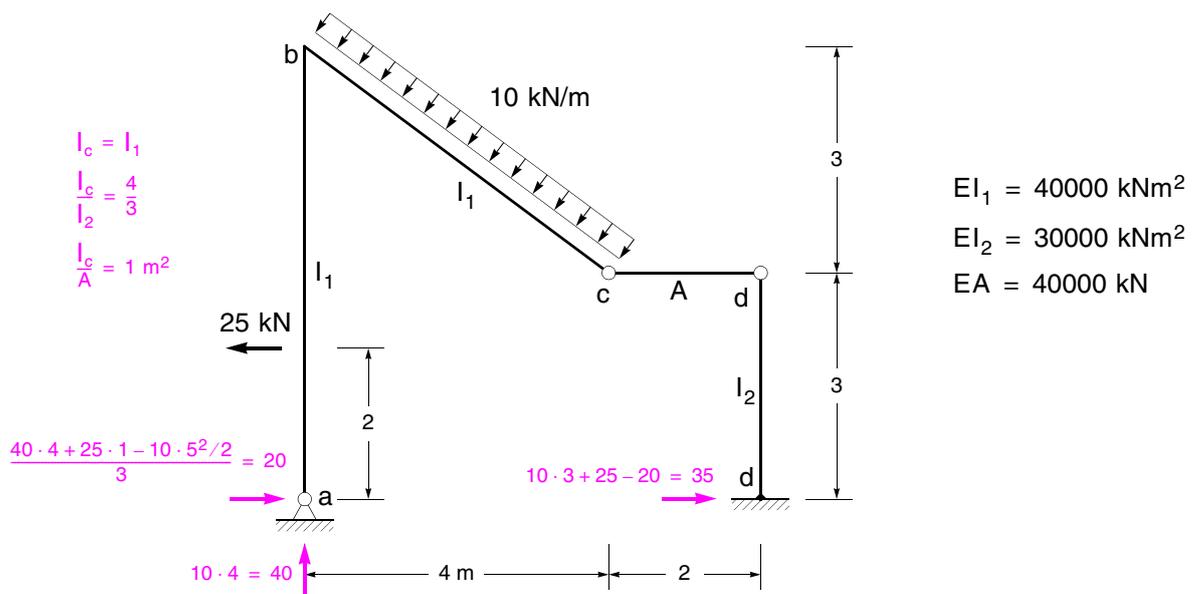


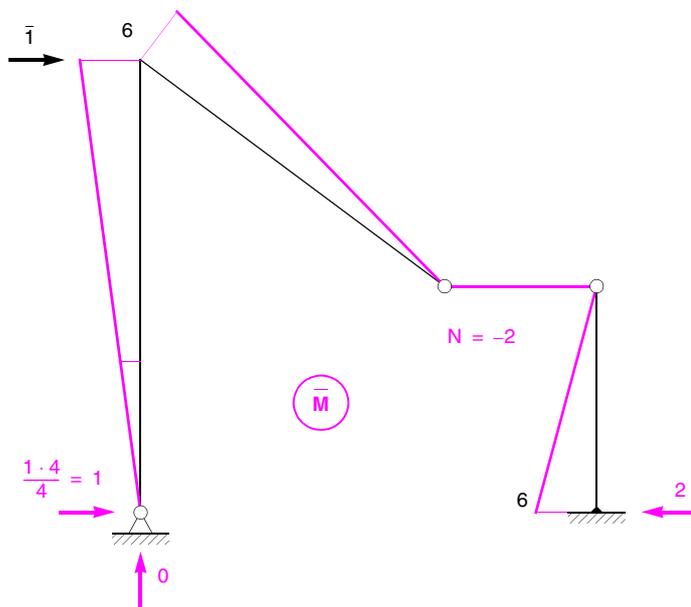
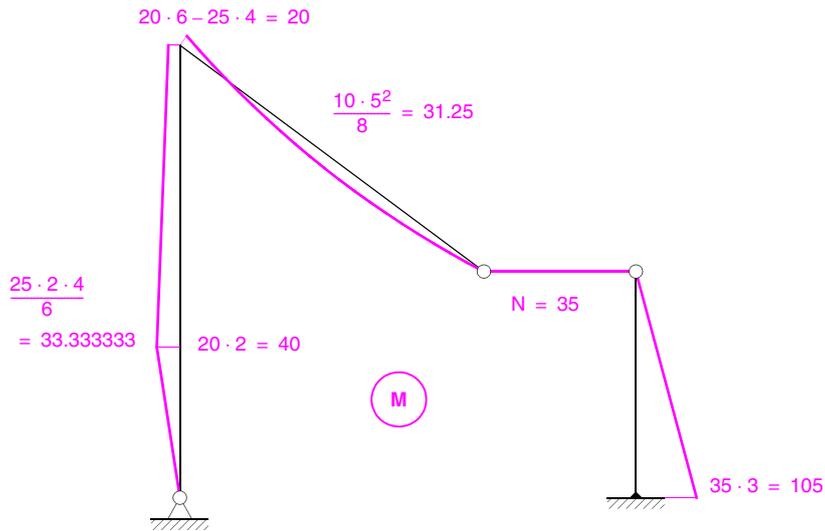
### Aufgabe 2 (13 Punkte)

Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

Ermitteln Sie die Verschiebung des Punktes b infolge der angegebenen Belastung.

Die Normalkraftverformung im Stab c – d ist zu berücksichtigen.



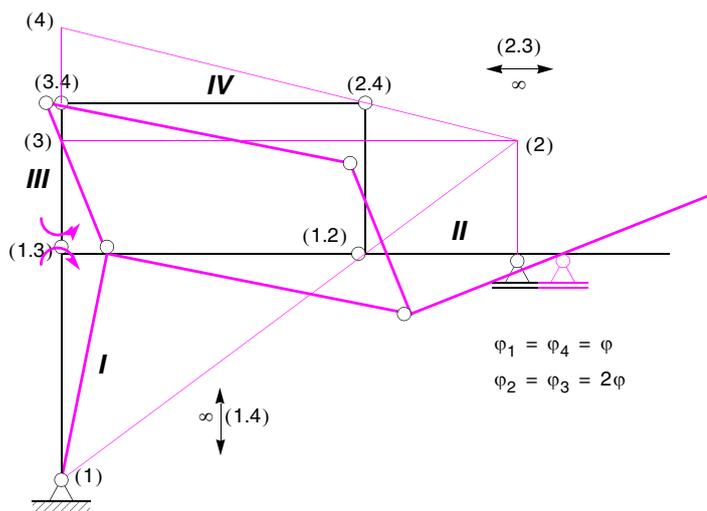
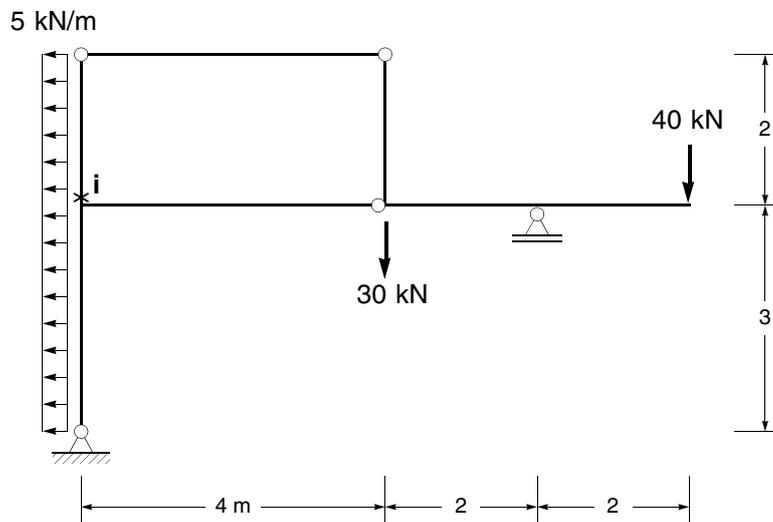


$$\begin{aligned}
 \delta'_b &= 1.0 \cdot (6+5) \cdot \frac{1}{3} \cdot 6 \cdot 20 + 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{6} \cdot 6 \cdot 33.333333 \cdot \left(1 + \frac{1}{3}\right) - 1.0 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 6 \cdot 31.25 - \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 6 \cdot 105 - 1.0 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 35 \\
 &= -585.83333 \\
 \delta_b &= \frac{-585.83333}{40000} = 0.014645833 \text{ m (nach links)}
 \end{aligned}$$

### Aufgabe 3 (9 Punkte)

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

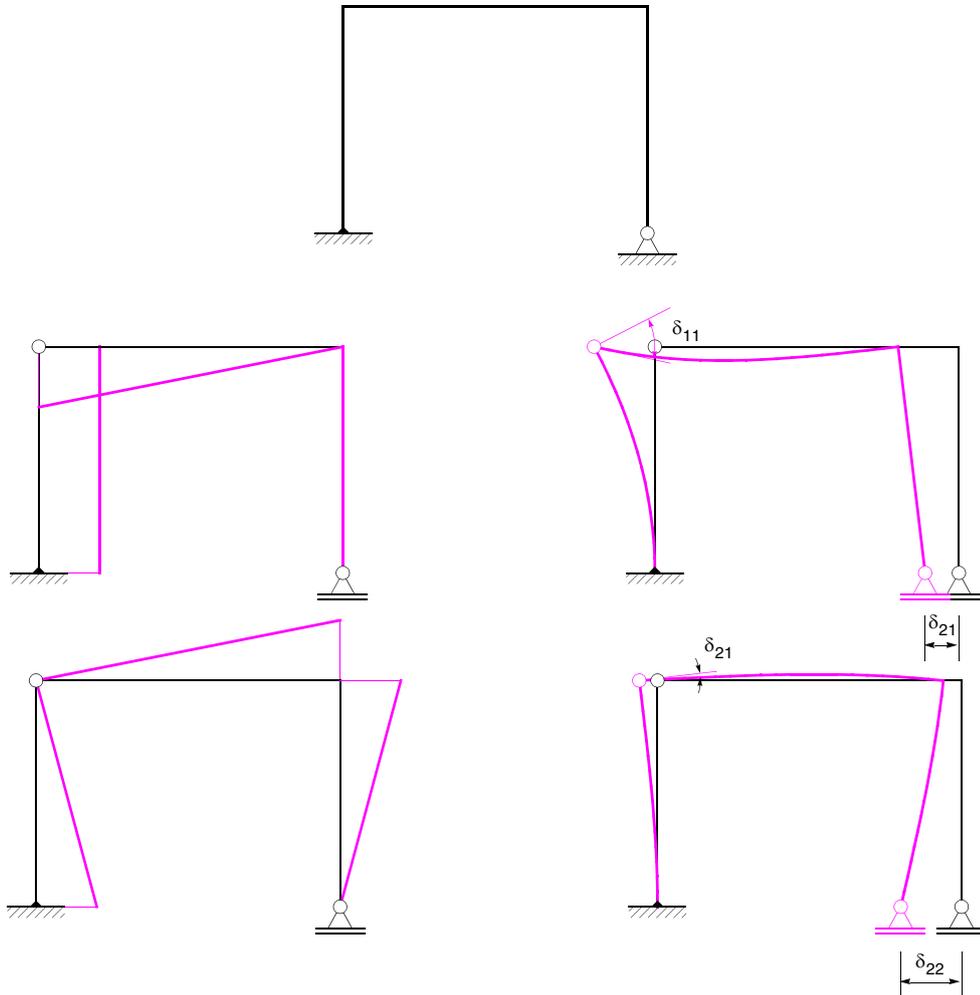
Polplan und virtuelle Verschiebungsfigur sind darzustellen.



$$\sum \bar{W} = 0: M_i \cdot \varphi + M_i \cdot 2\varphi - 5 \cdot 3 \cdot \varphi \cdot 1.5 - 5 \cdot 2 \cdot 2\varphi \cdot 0.5 + 30 \cdot \varphi \cdot 4 - 40 \cdot 2\varphi \cdot 2 = 0 \Rightarrow M_i = 24.166667$$

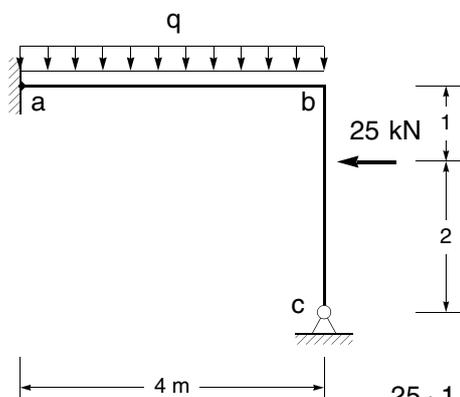
#### Aufgabe 4 (8 Punkte)

Skizzieren Sie für das dargestellte System qualitativ die Einheitsspannungszustände sowie die zugehörigen Biegelinien. Das zu verwendende Hauptsystem ist vorgegeben. Zeichnen Sie die Werte  $\delta_{11}$ ,  $\delta_{12}$ ,  $\delta_{21}$  und  $\delta_{22}$  in die entsprechenden Skizzen ein.



#### Aufgabe 5 (4 Punkte)

Das dargestellte System ist durch eine Streckenlast und eine Einzelkraft belastet. Geben Sie an, wie groß die Streckenlast  $q$  sein muss, damit sich der Knoten  $b$  nicht verdreht.



$EI = \text{konst.}$

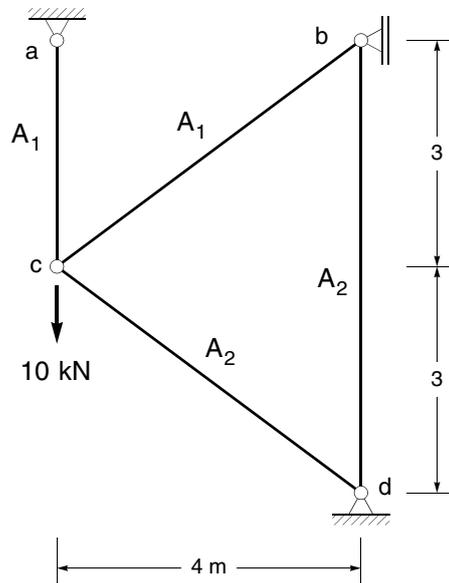
$$\frac{25 \cdot 1 \cdot 2}{2 \cdot 3} \left(1 + \frac{2}{3}\right) = 13.888889 = -q \cdot \frac{4^2}{12} \Rightarrow q = 10.416667$$

### Aufgabe 6 (7 Punkte)

Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

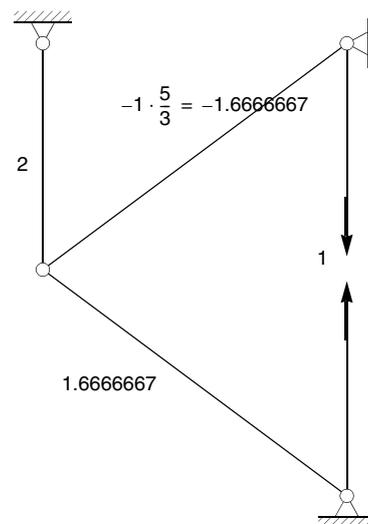
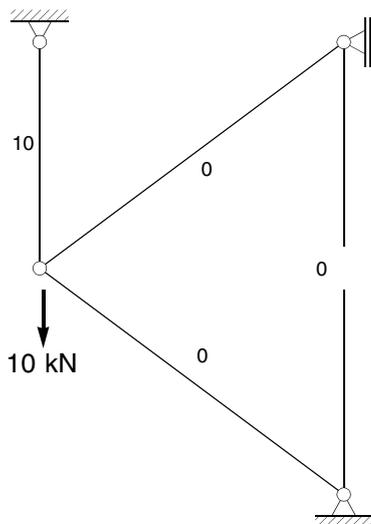
Ermitteln Sie die Normalkräfte in den Stäben infolge der angegebenen Kraft.

Die Verläufe der Normalkräfte brauchen nicht gezeichnet zu werden.



$$EA_1 = 10000 \text{ kN}$$

$$EA_2 = 25000 \text{ kN}$$



$$\delta'_{11} = 2.5 \cdot 3 \cdot 2^2 + 2.5 \cdot 5 \cdot (-1.6666667)^2 + 1.0 \cdot 6 \cdot 1^2 + 1.0 \cdot 5 \cdot 1.6666667^2 = 84.6111111$$

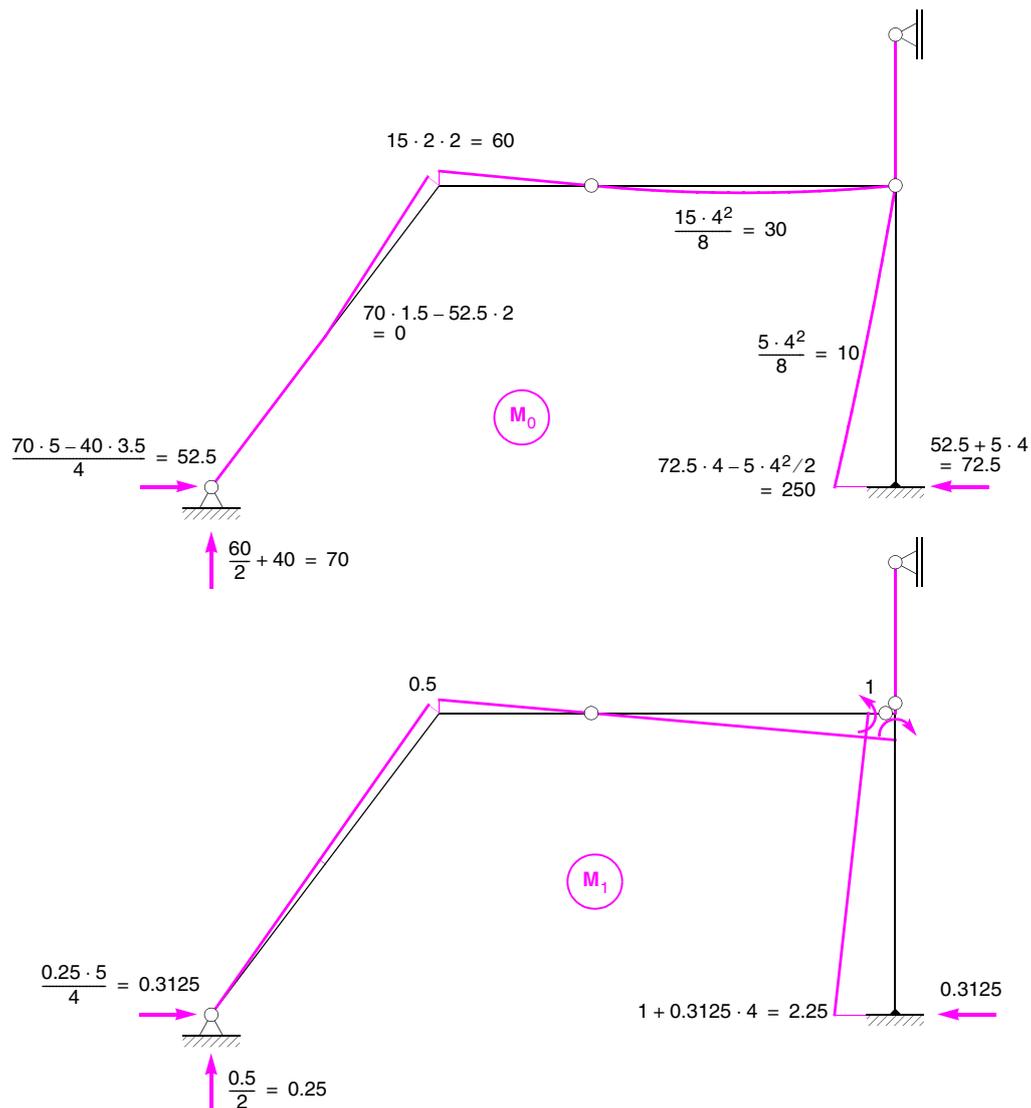
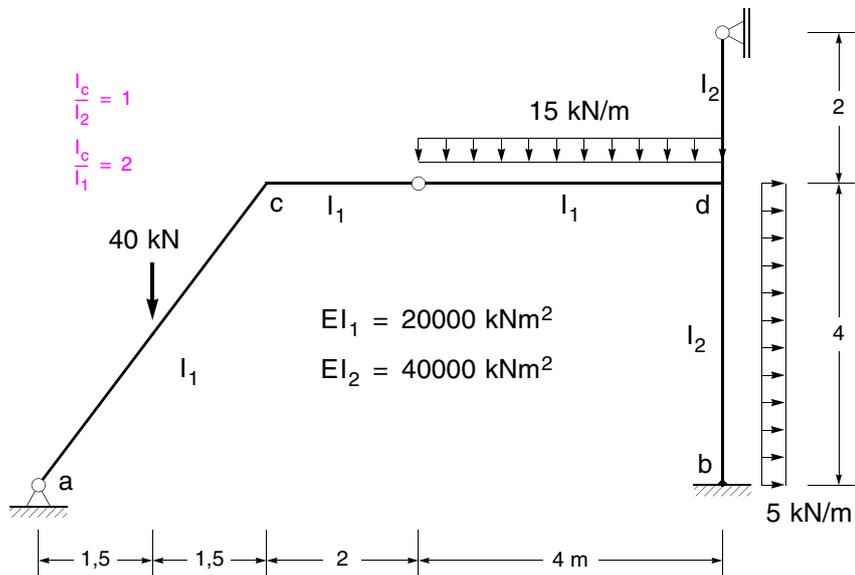
$$\delta'_{10} = 2.5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 10 = 150$$

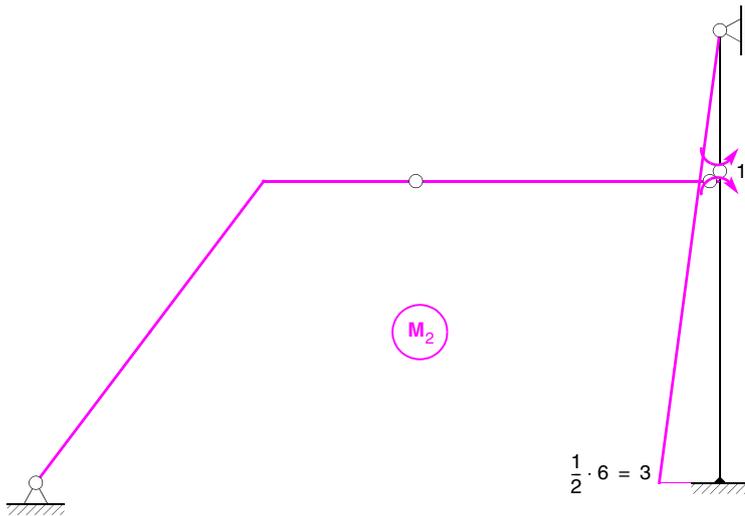
$$X = -\frac{150}{84.6111111} = -1.7728168$$

$$\begin{bmatrix} N_{ac} \\ N_{cb} \\ N_{bd} \\ N_{cd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 2 \\ 0 & -1.6666667 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1.6666667 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -1.7728168 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6.4543664 \\ 2.9546947 \\ -1.7728168 \\ -2.9546947 \end{bmatrix}$$

## Aufgabe 7 (16 Punkte)

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





$$\delta'_{11} = 2.0 \cdot 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5^2 + 2.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot (1^2 + 2.25 \cdot 1 + 2.25^2) = 14.916667$$

$$\delta'_{12} = 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot [1 \cdot (2 \cdot 1 + 2.25) + 3 \cdot (2 \cdot 2.25 + 1)] = 13.833333$$

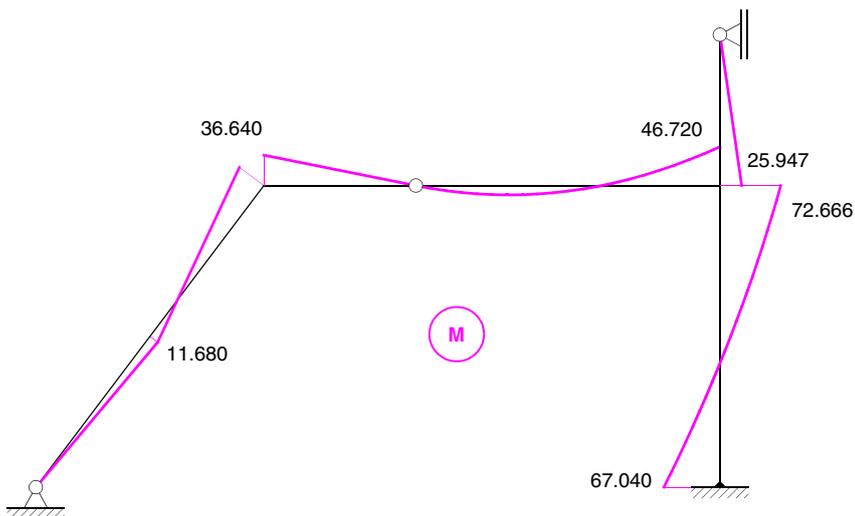
$$\delta'_{22} = 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3^2 = 18$$

$$\delta'_{10} = 2.0 \cdot 2.5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 60 \cdot (2 \cdot 0.5 + 0.25) + 2.0 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5 \cdot 60 + 2.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 30 + 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 250 \cdot (2 \cdot 2.25 + 1) - 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot (2.25 + 1) = 1055.8333$$

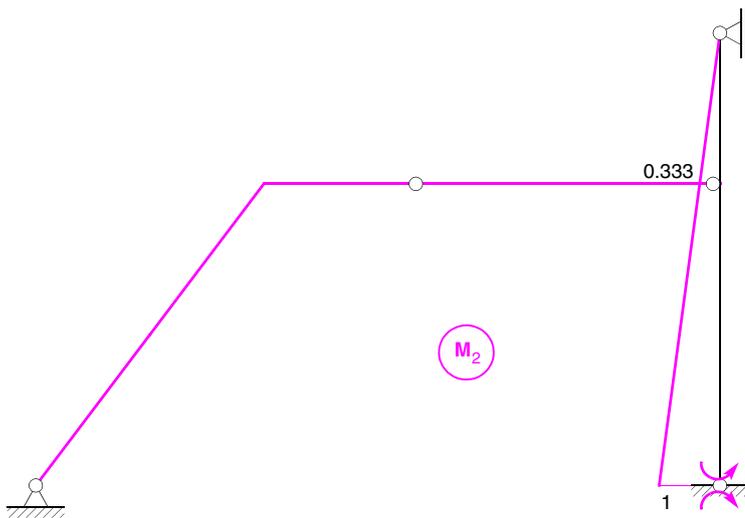
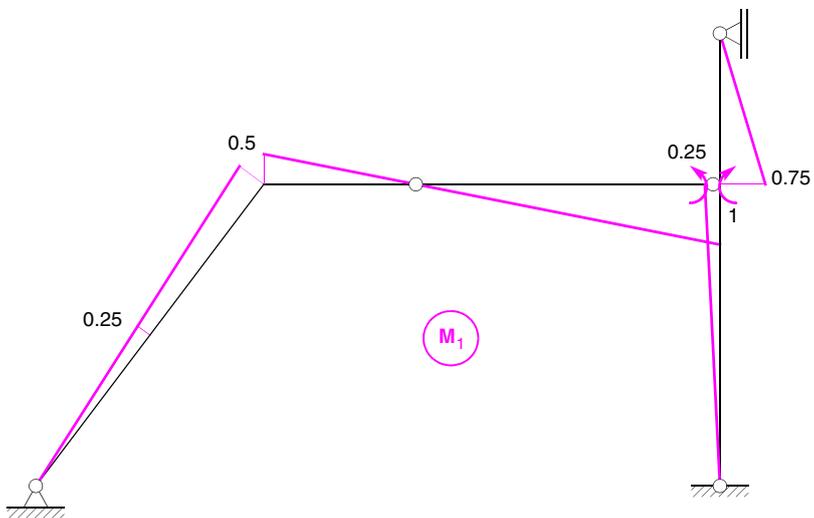
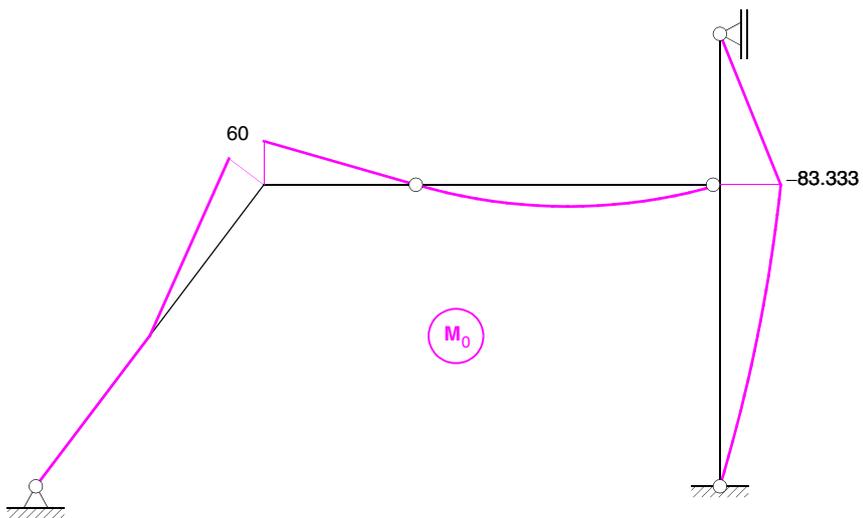
$$\delta'_{20} = 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 250 \cdot (2 \cdot 3 + 1) - 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot (3 + 1) = 1113.3333$$

$$\begin{bmatrix} 14.916667 & 13.833333 \\ 13.833333 & 18 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1080.8333 \\ 2280 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -46.719481 \\ -25.947065 \end{bmatrix}$$

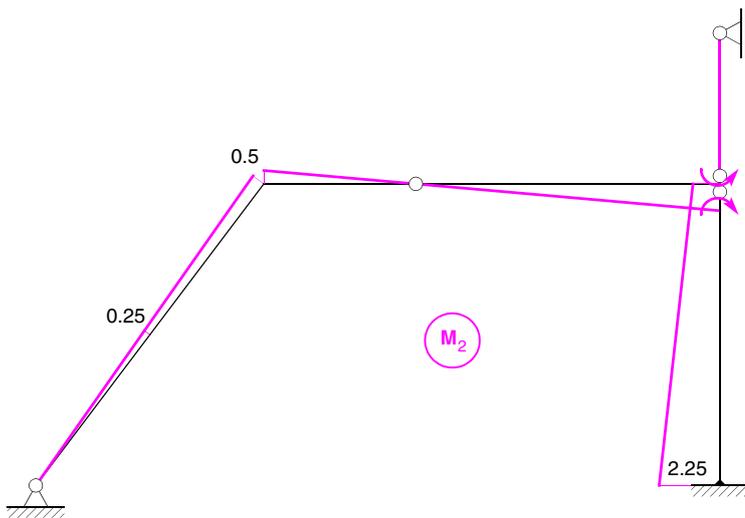
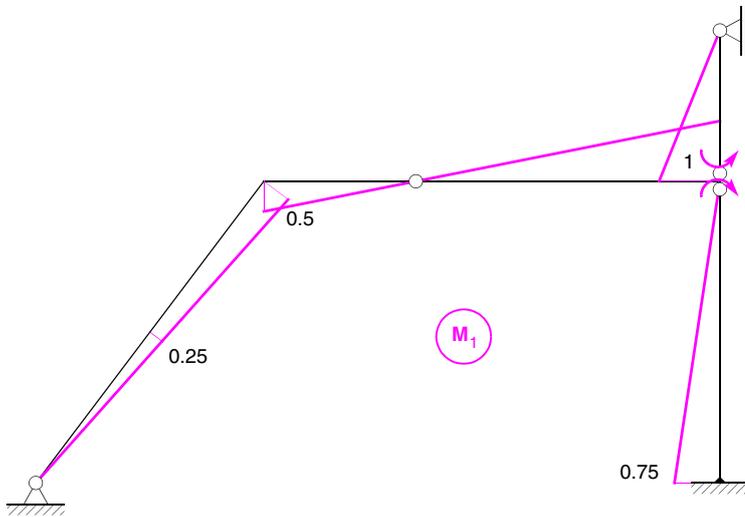
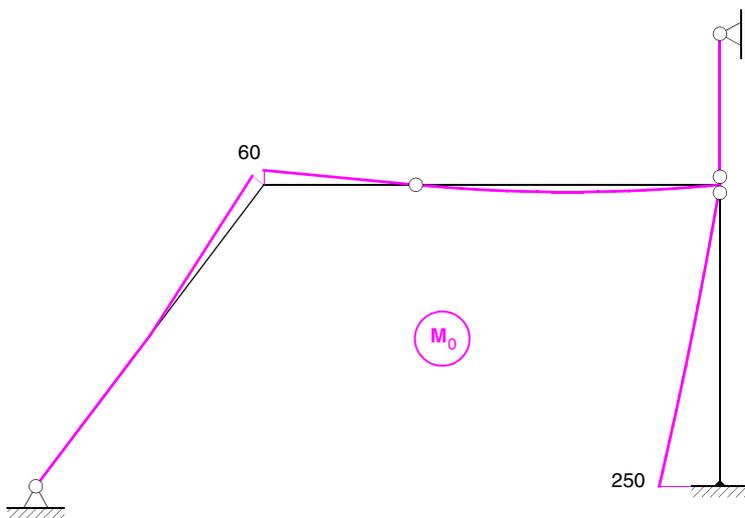
$$\begin{bmatrix} M_c \\ M_{db} \\ M_{bd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -60 & -0.5 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 250 & 2.25 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -46.719481 \\ -25.947065 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -36.640259 \\ -72.666547 \\ 67.039971 \end{bmatrix}$$



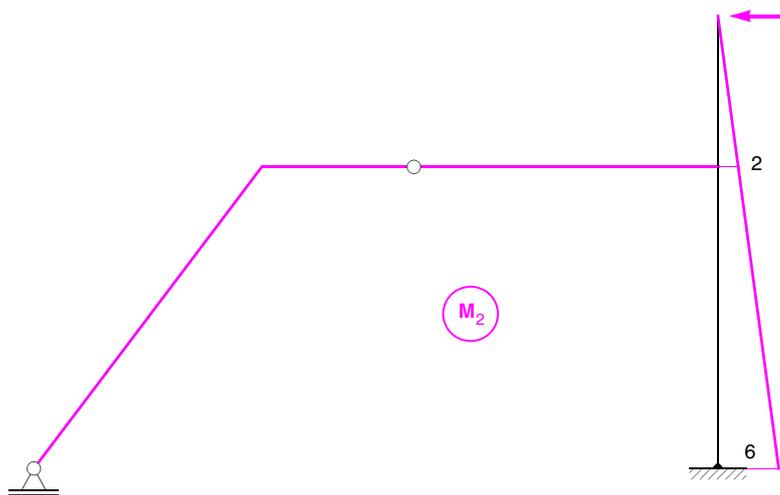
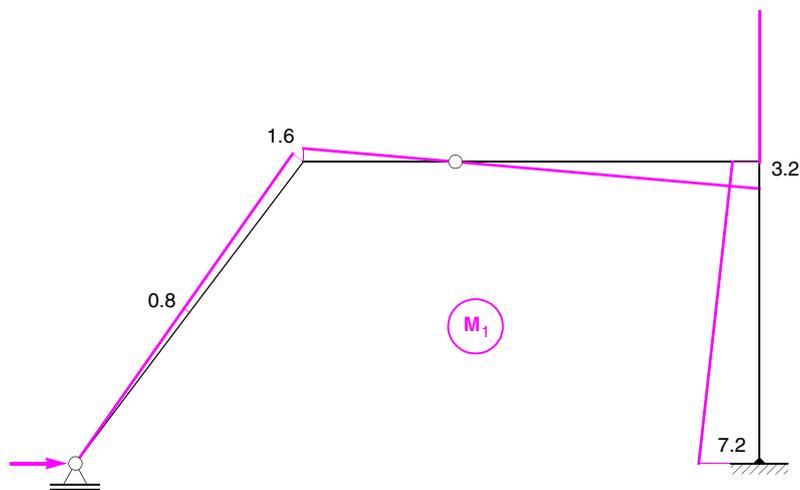
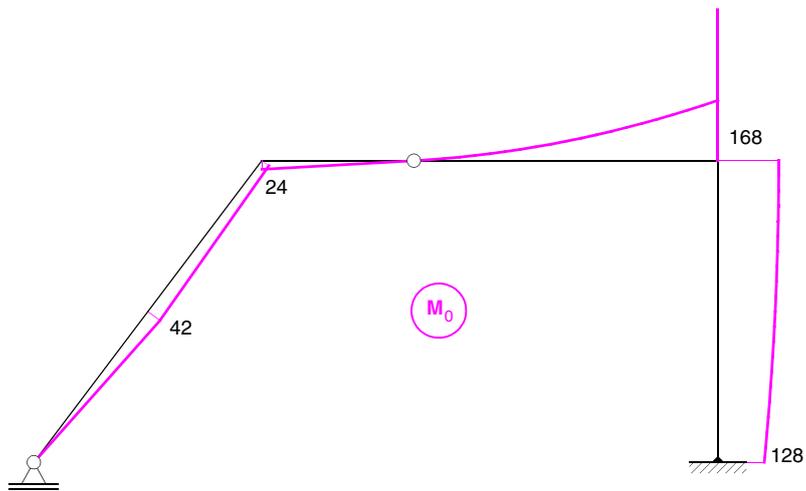
alternatives HS



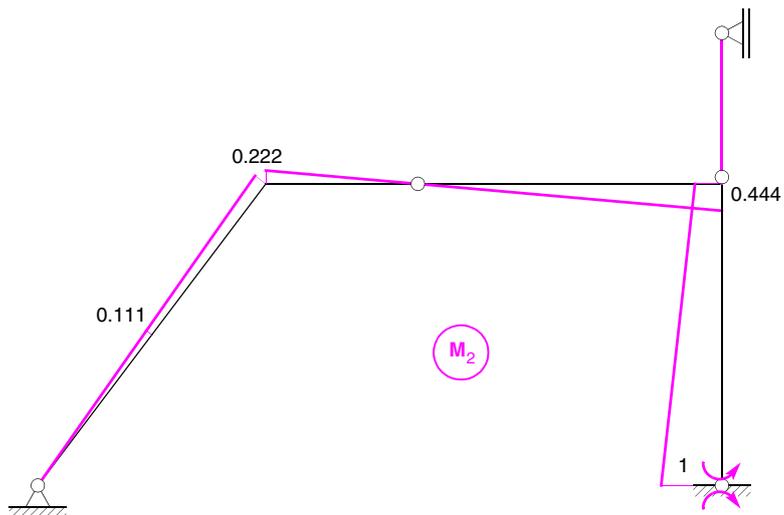
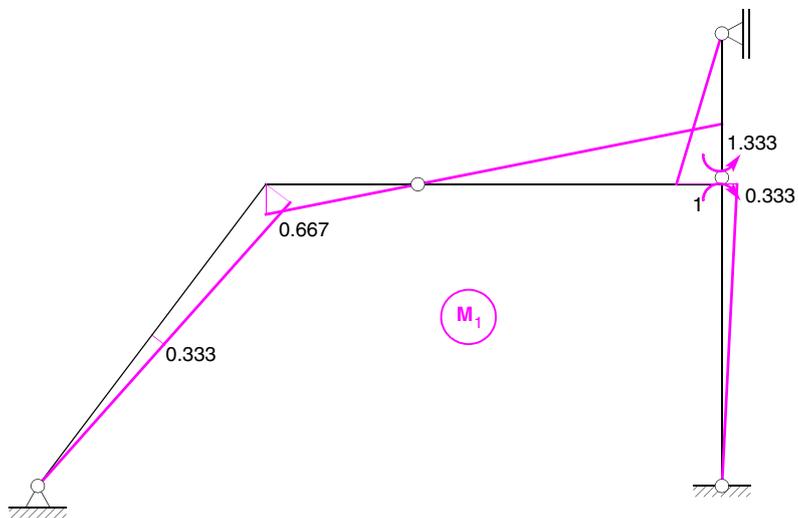
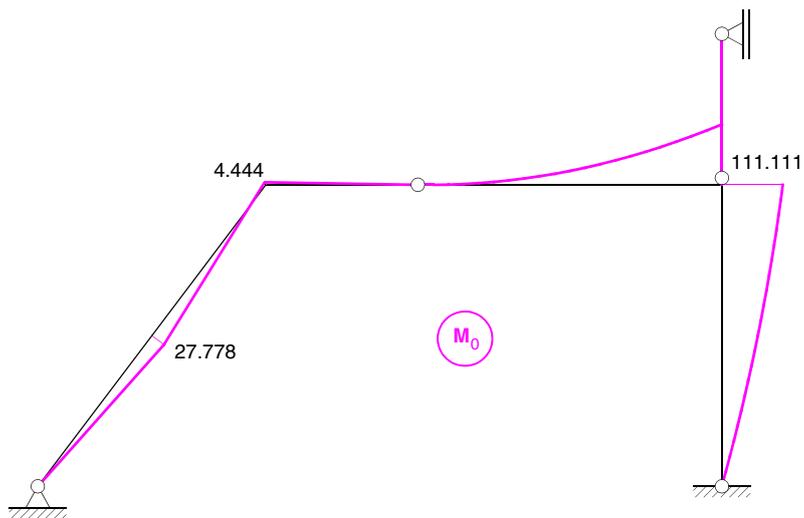
alternatives HS



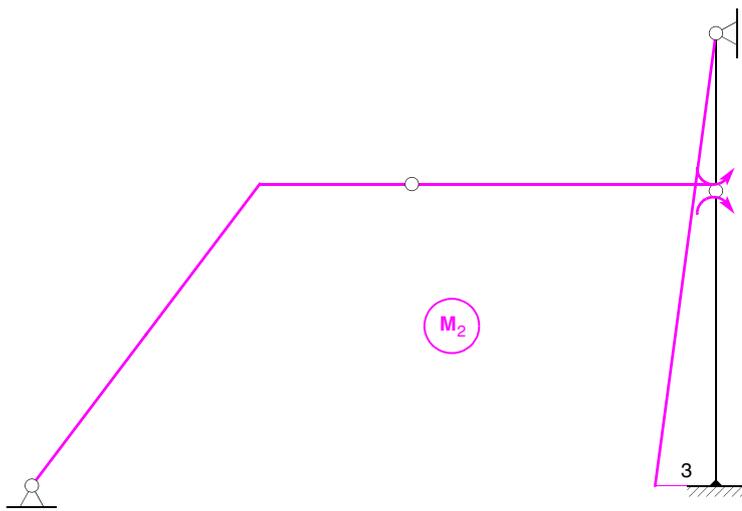
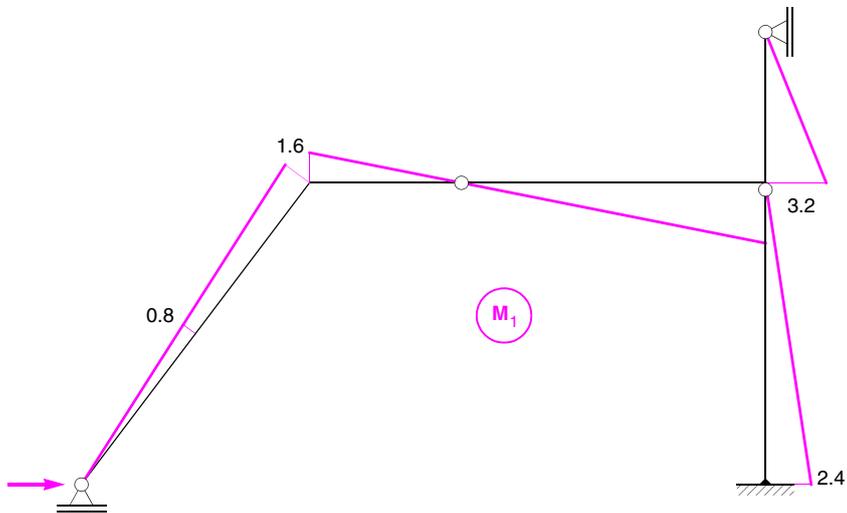
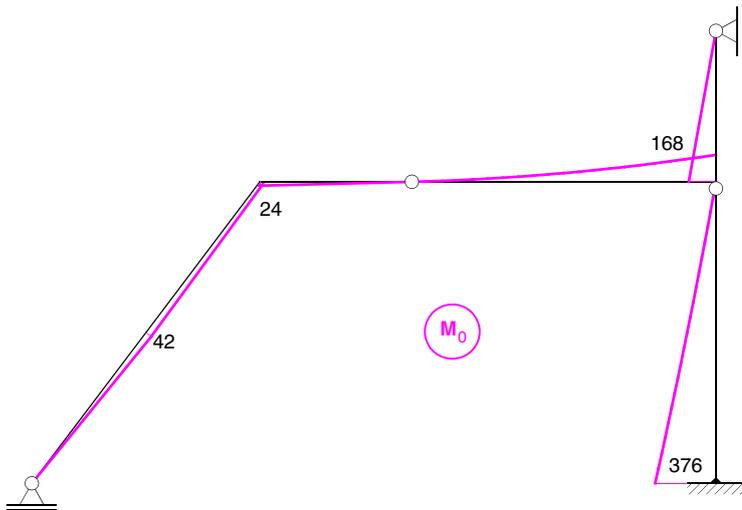
alternatives HS



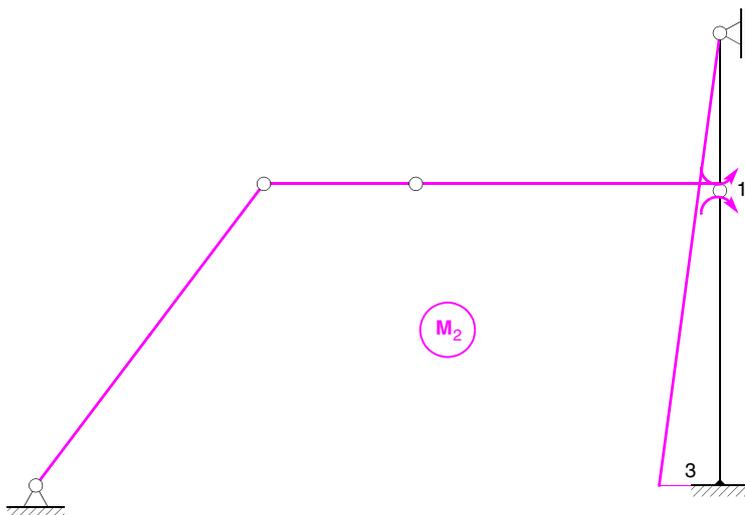
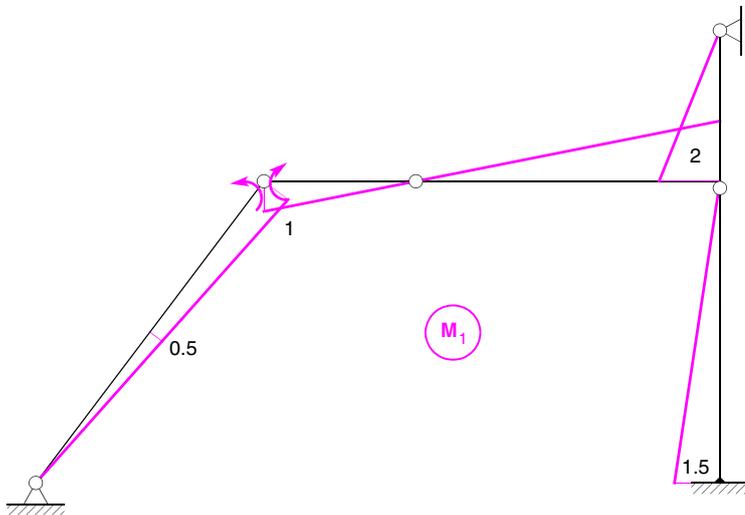
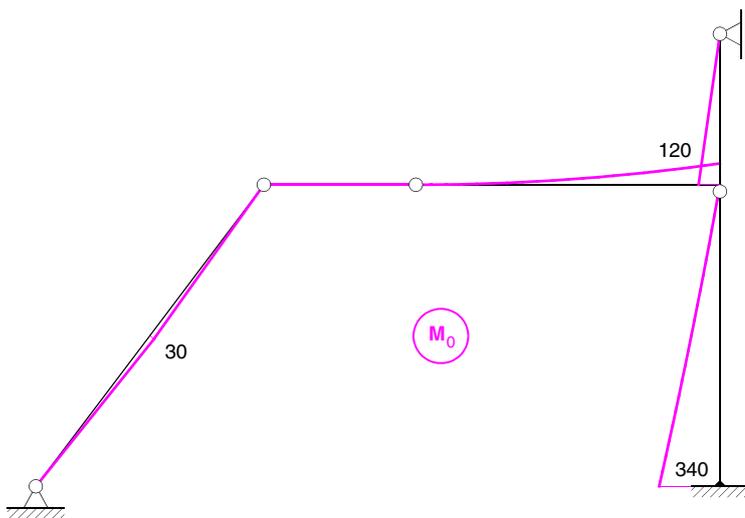
alternatives HS



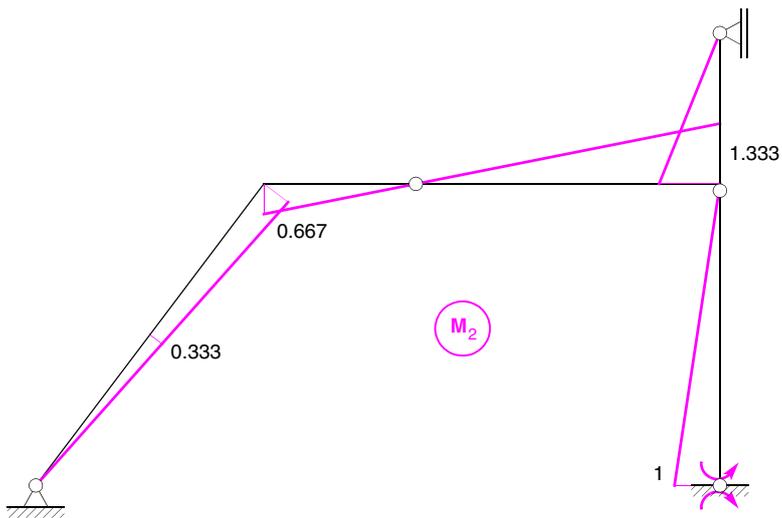
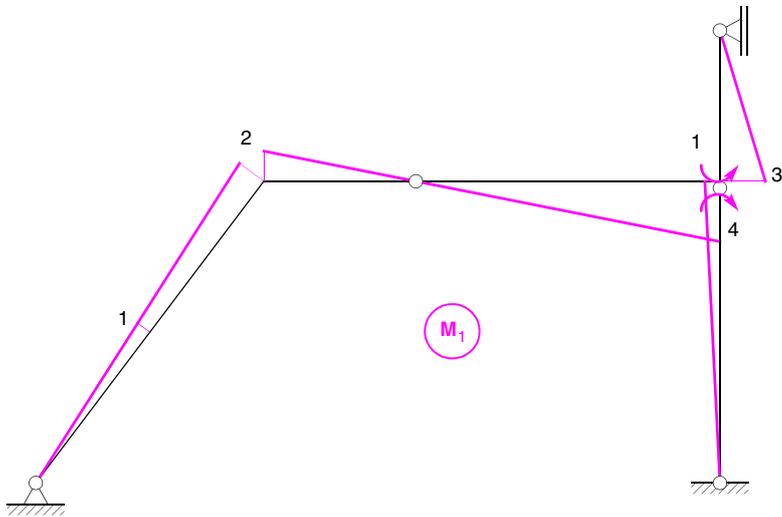
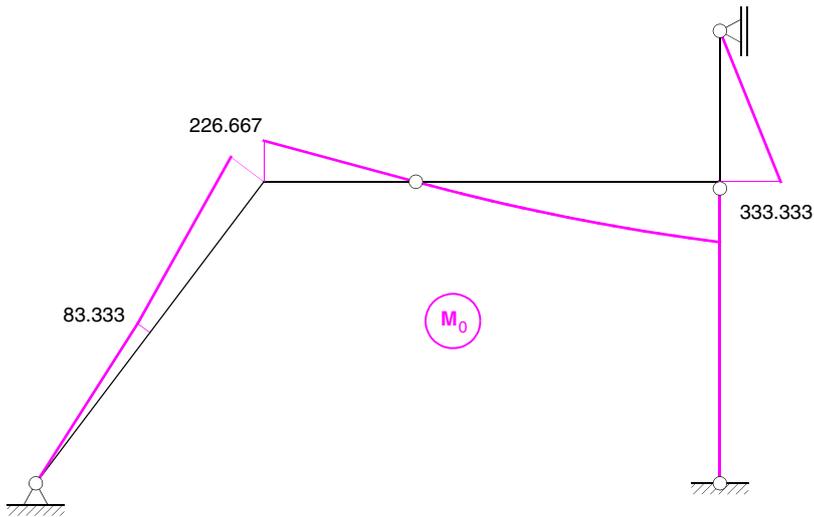
alternatives HS



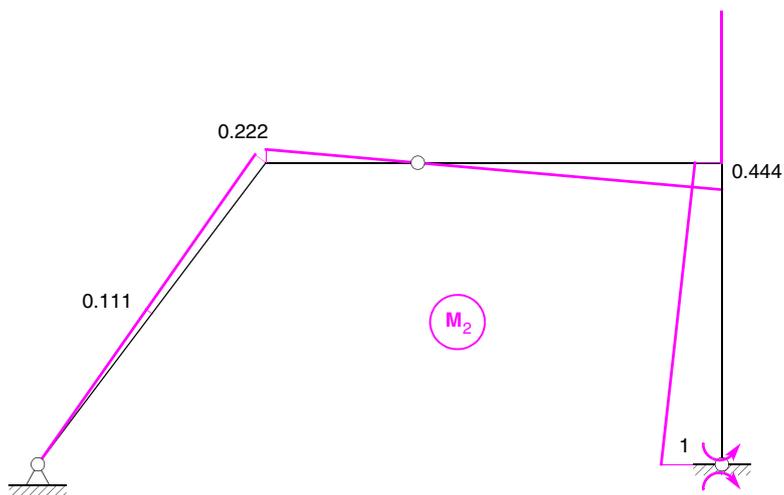
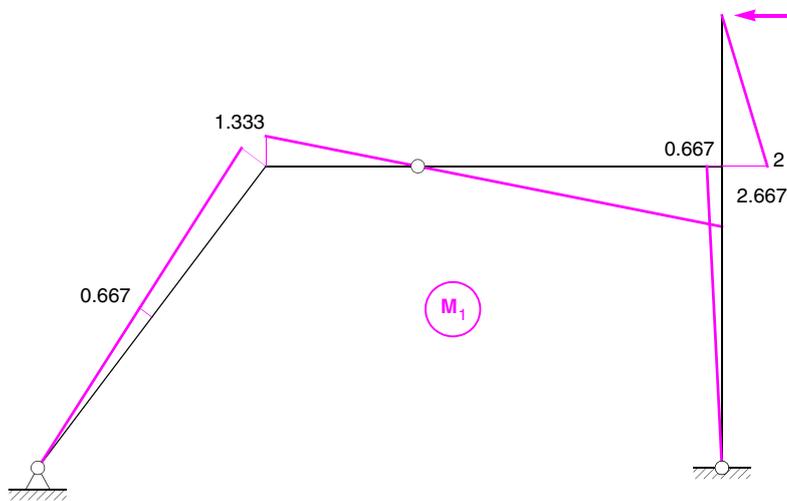
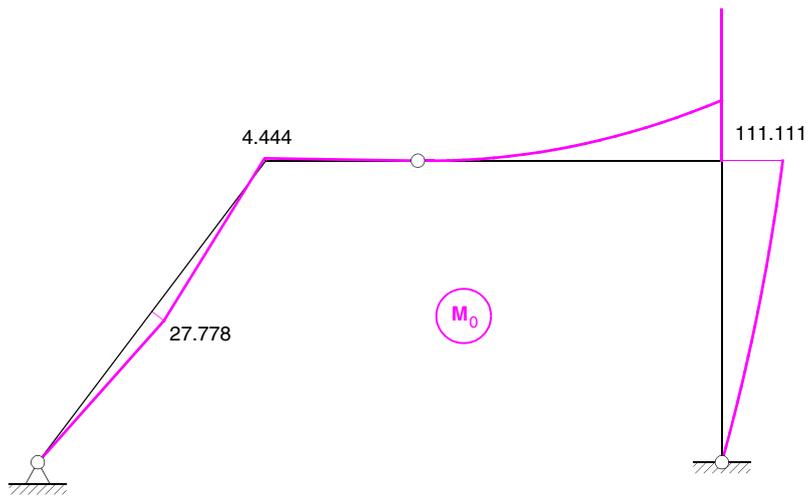
alternatives HS



alternatives HS



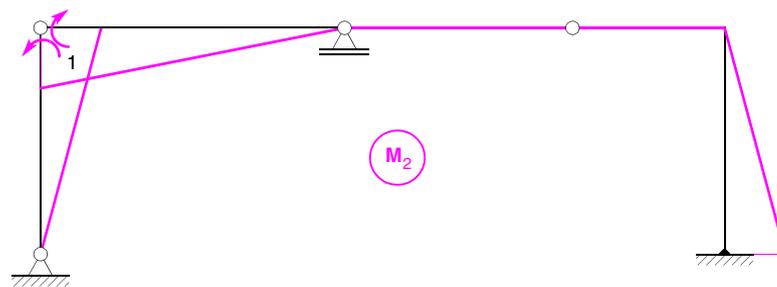
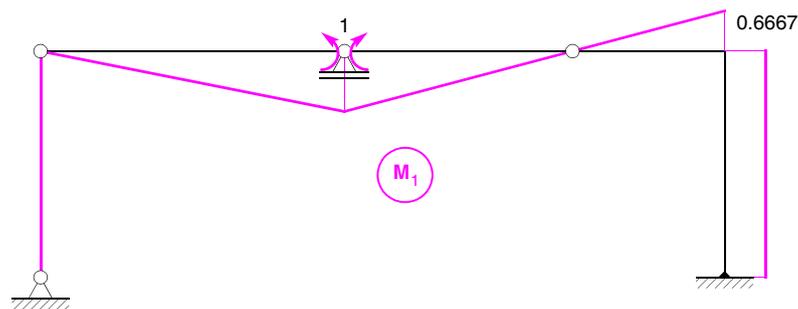
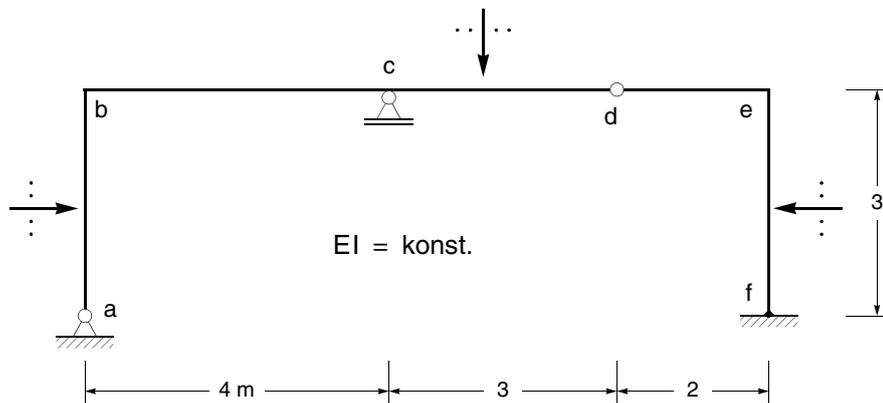
alternatives HS



## Aufgabe 8 (16 Punkte)

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

- 8.1 Ermitteln Sie die für die Berechnung der Einflusslinie erforderliche Momentenlinie.
- 8.2 Berechnen Sie das Moment im Punkt c infolge einer nach unten wirkenden Vertikalkraft  $F_V = 1.0 \text{ kN}$  im Punkt d.
- 8.3 Skizzieren Sie die Einflusslinie.



$$\delta'_{11} = 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.66666667^2 + 3 \cdot 0.66666667^2 = 3.962963$$

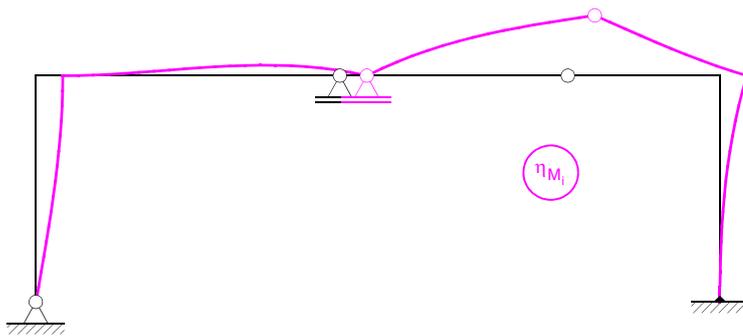
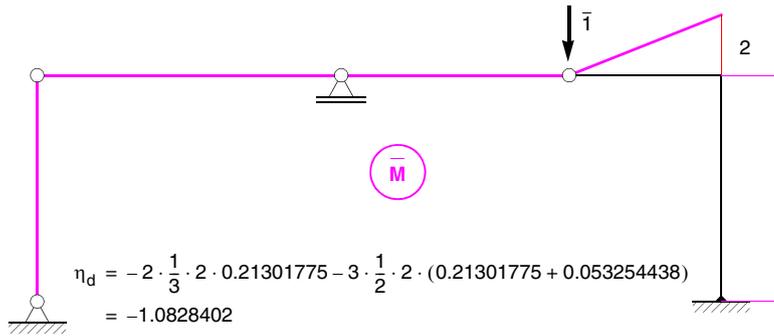
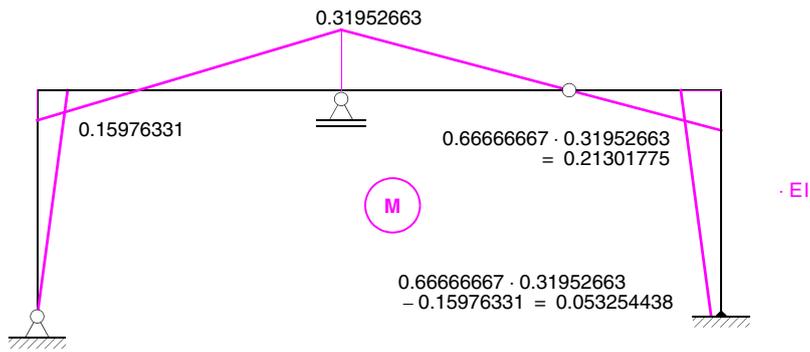
$$\delta'_{12} = 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1 + 3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 0.66666667 = 1.6666667$$

$$\delta'_{22} = 10 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 3.3333333$$

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

$$\delta'_{20} = 0$$

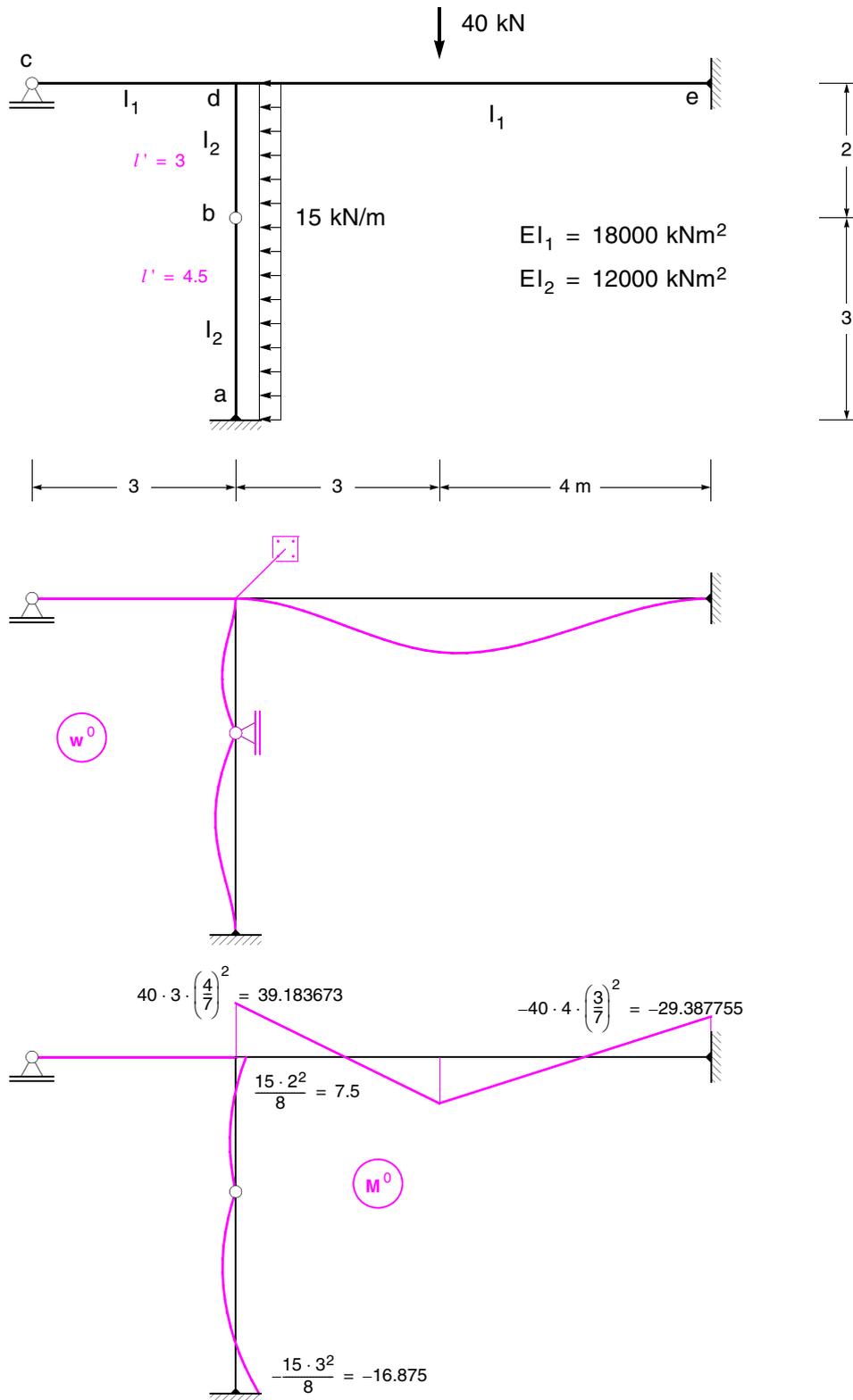
$$\begin{bmatrix} 3.962963 & 1.6666667 \\ 1.6666667 & 3.3333333 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} EI = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.31952663 \\ 0.15976331 \end{bmatrix}$$

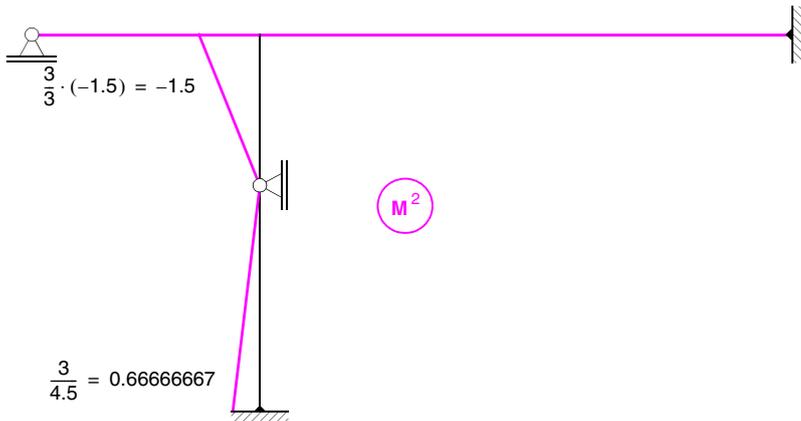
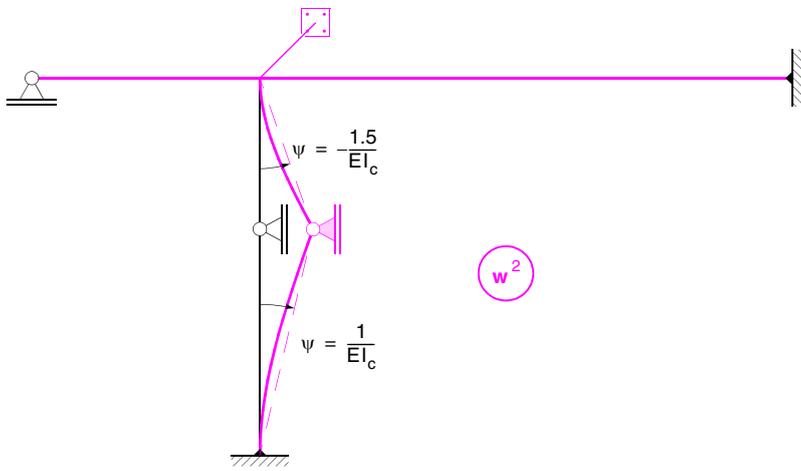
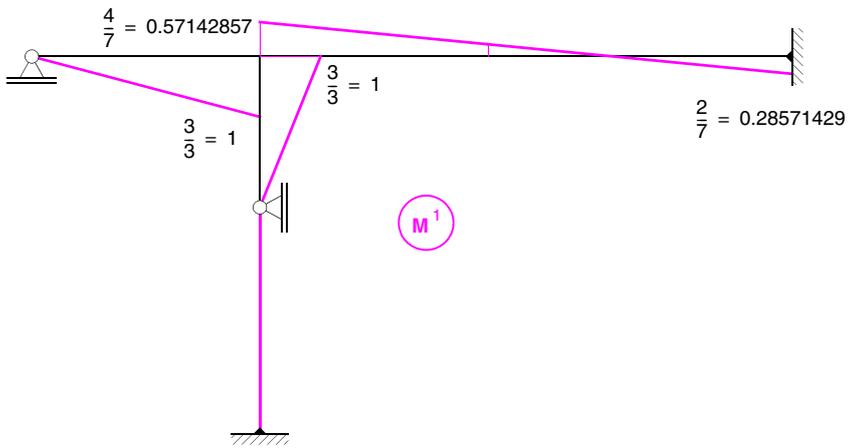
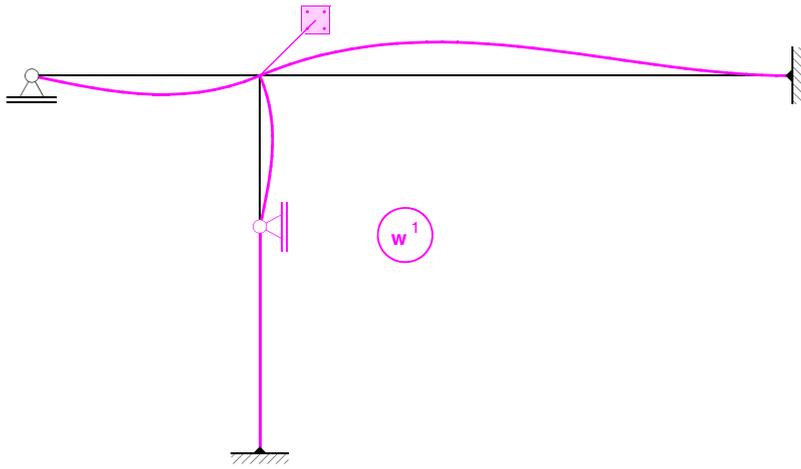


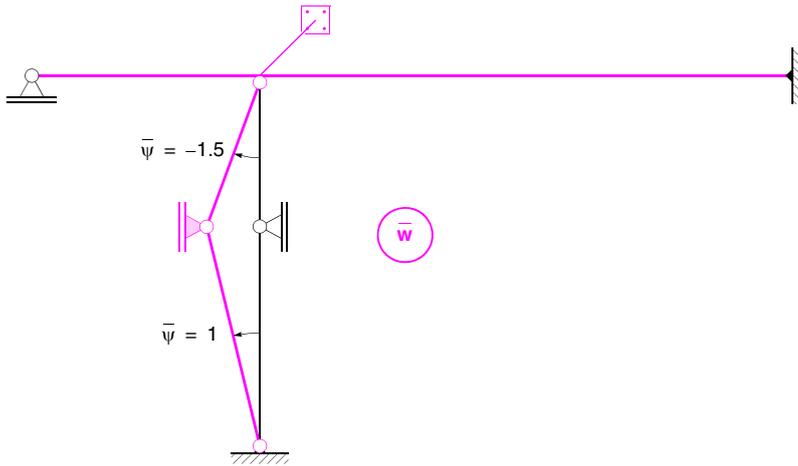
### Aufgabe 9 (13 Punkte)

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

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







$$\sum M_c = (1 + 1 + 0.57142857) \cdot Y_1 - 1.5 \cdot Y_2 + 7.5 + 39.183673 = 0$$

$$\sum \bar{W} = 1 \cdot (-1.5) \cdot Y_1 + (0.66666667 \cdot 1 + (-1.5) \cdot (-1.5)) \cdot Y_2 + (-16.875) \cdot 1 + 7.5 \cdot (-1.5) + 15 \cdot 3 \cdot 1.5 + 15 \cdot 2 \cdot 1.5 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2.5714286 & -1.5 \\ -1.5 & 2.9166667 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 46.683673 \\ 84.375 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -50.042517 \\ -54.664723 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} M_{ab} \\ M_{db} \\ M_{dc} \\ M_{de} \\ M_{ed} \end{matrix} = \begin{bmatrix} -16.875 & 0 & 0.66666667 \\ 7.5 & 1 & -1.5 \\ 0 & 1 & 0 \\ 39.183673 & 0.57142857 & 0 \\ -29.387755 & 0.28571429 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -50.042517 \\ -54.664723 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -53.318149 \\ 39.454568 \\ -50.042517 \\ 10.587949 \\ -43.685617 \end{bmatrix}$$

