HOCHSCHULE WISMAR
Fakultät für Ingenieurwissenschaften
Bereich Bauingenieurwesen
Prof. Dr.-Ing. R. Dallmann

Modulprüfung Baustatik I am 15. Juli 2014

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 (3 Punkte)

Für die Berechnung eines Stabtragwerks nach dem Kraftgrößenverfahren wird das statisch bestimmte Hauptsystem benötigt. Welche mechanischen Größen werden bei der Bildung des statisch bestimmten Hauptsystems gleich null gesetzt?

Kraftgrößen

Aufgabe 2 (8 Punkte)

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

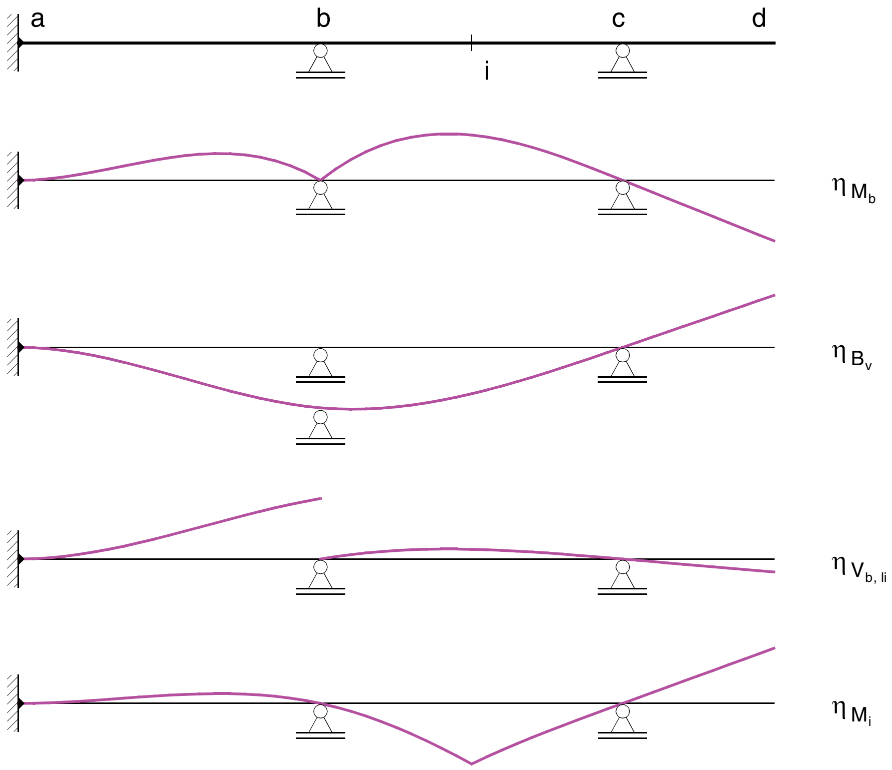
2.1 Das Moment im Punkt b.

2.2 Die vertikale Auflagerkraft im Punkt b.

2.3 Die Querkraft links vom Punkt b.

2.4 Das Moment im Punkt i.

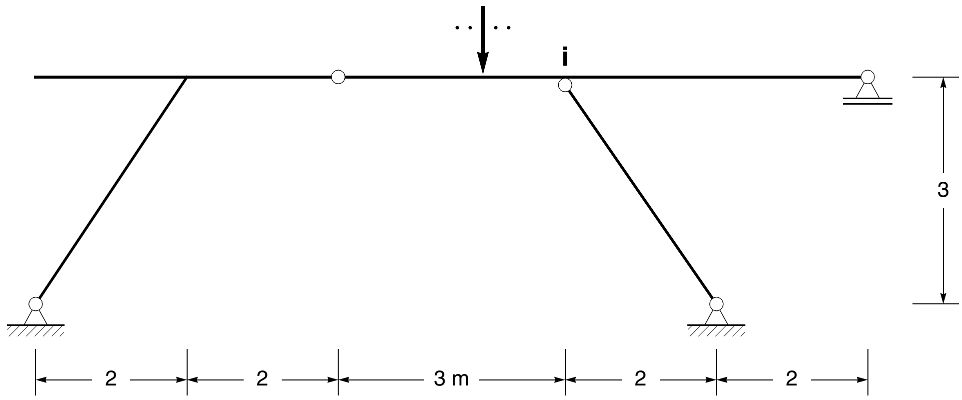
Krümmungen, Wendepunkte und Vorzeichen sind in den Skizzen deutlich zu kennzeichnen.

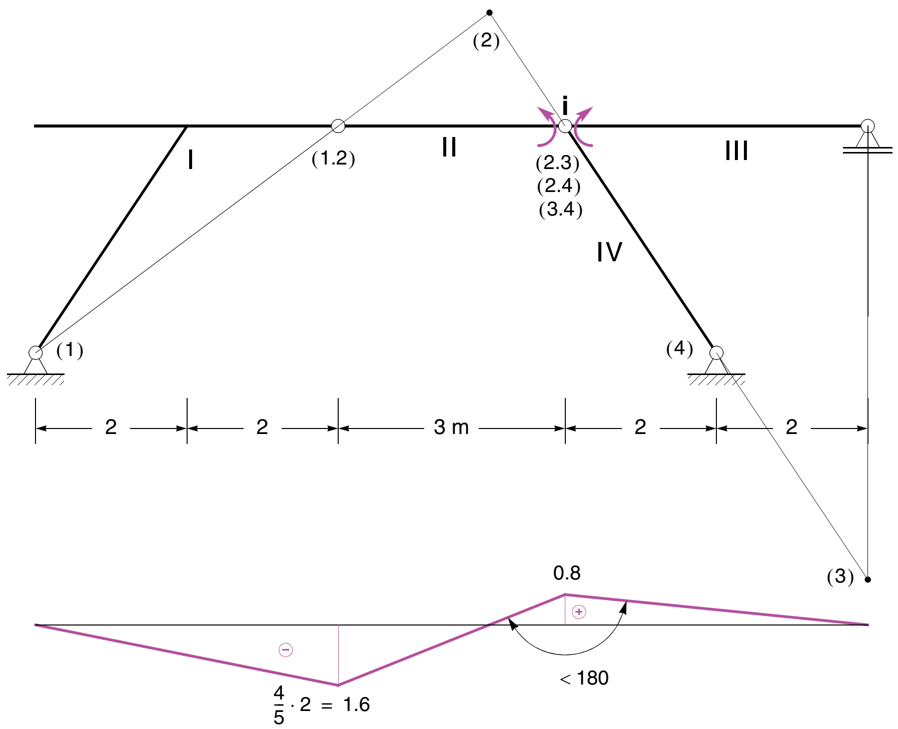


Aufgabe 3 (8 Punkte)

Ermitteln Sie für das dargestellte System die Einflusslinie für das Moment im Punkt i nach der kinematischen Methode.

Die Bestimmung der Einflusslinienordinaten sowie des Vorzeichens muss zweifelsfrei nachvollziehbar sein.



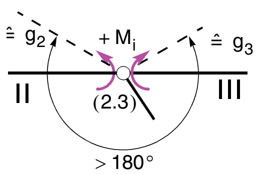


$\varphi_3 = \frac{1}{4}\varphi_2$

$\varphi_2 + \varphi_3 = 1$

$\varphi_2\left(1 + \frac{1}{4}\right) = 1$

$\varphi_2 = \frac{4}{5}$



negative Arbeit

in Skizze: Knick „-1“ bewirkt einen Winkel > 180° unterhalb von II und III

in EL: Der Winkel unterhalb g_2 und g_3 ist < 180°

Widerspruch ⇒ in Lastrichtung (↓) negativ!

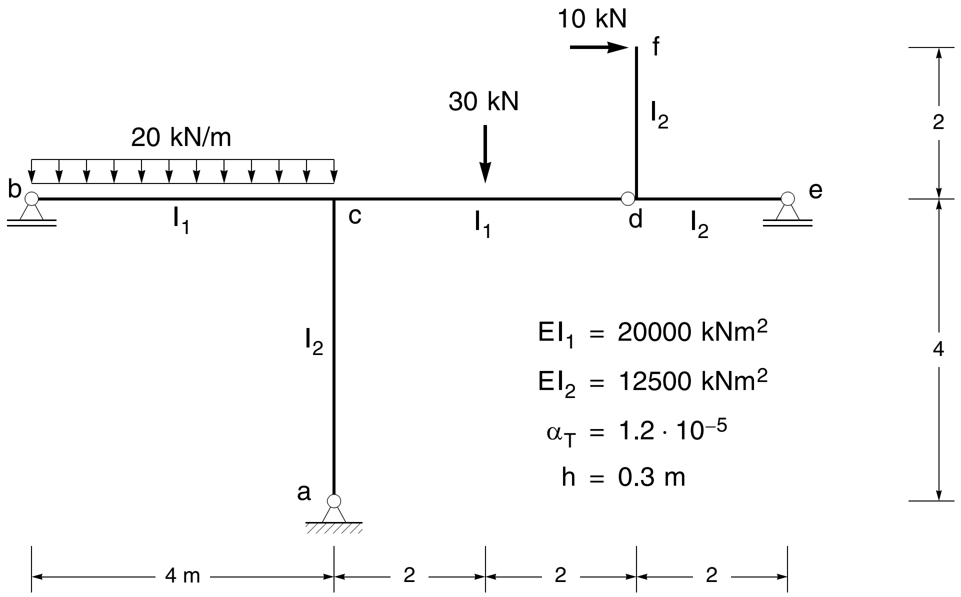
Aufgabe 4 (15 Punkte)

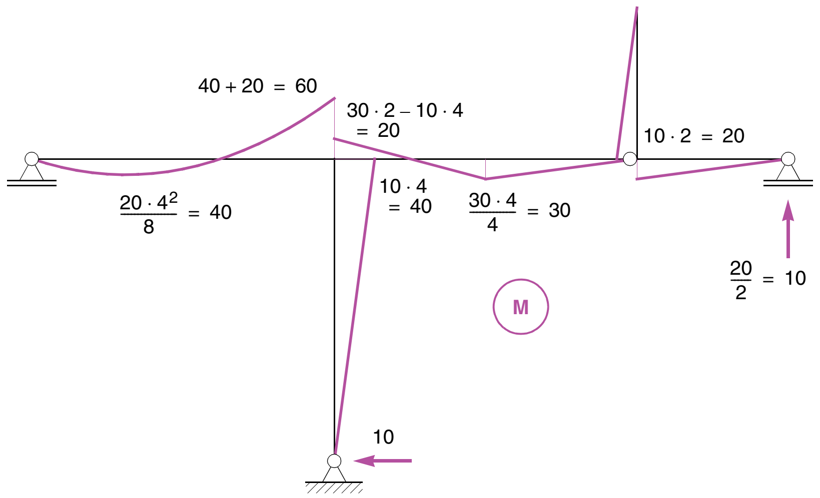
Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

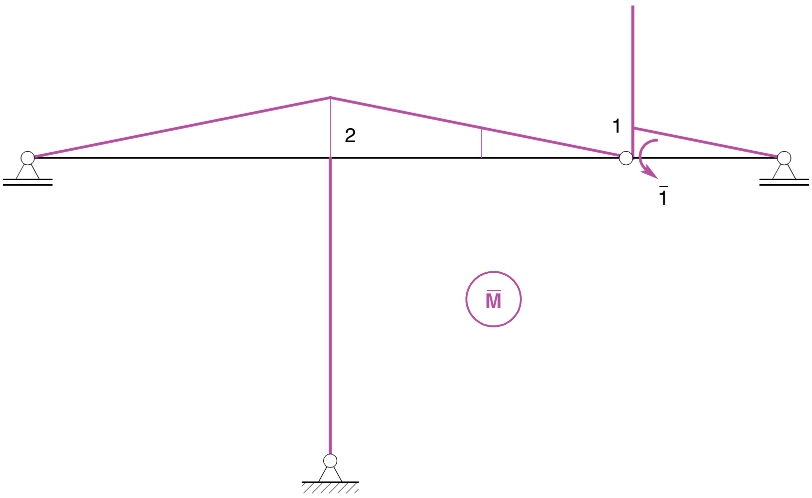
4.1 Ermitteln Sie die Drehung des Punktes d, rechts vom Gelenk infolge der angegebenen Belastung.

4.2 Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung des Punktes f infolge einer Temperaturdifferenz von 40° im Bereich a – c – d (links bzw. oben wärmer).

4.3 Skizzieren Sie die Verformung des Systems infolge der Temperaturdifferenz.

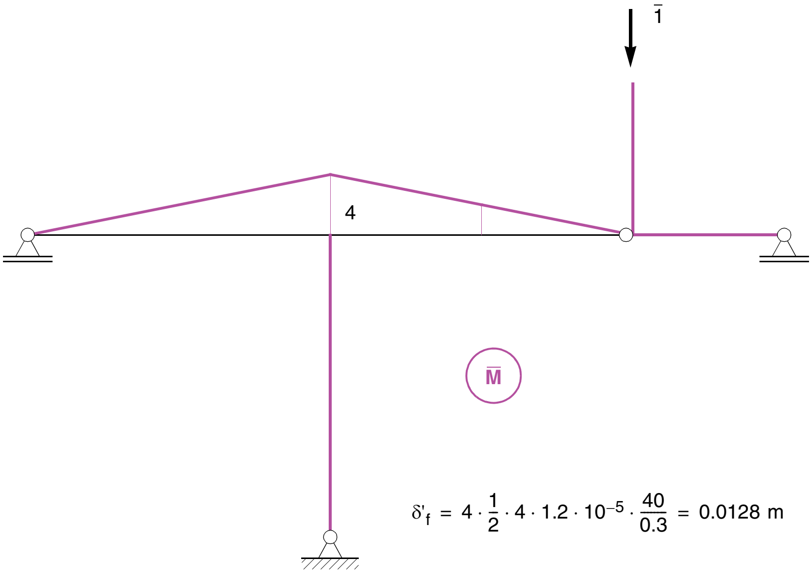




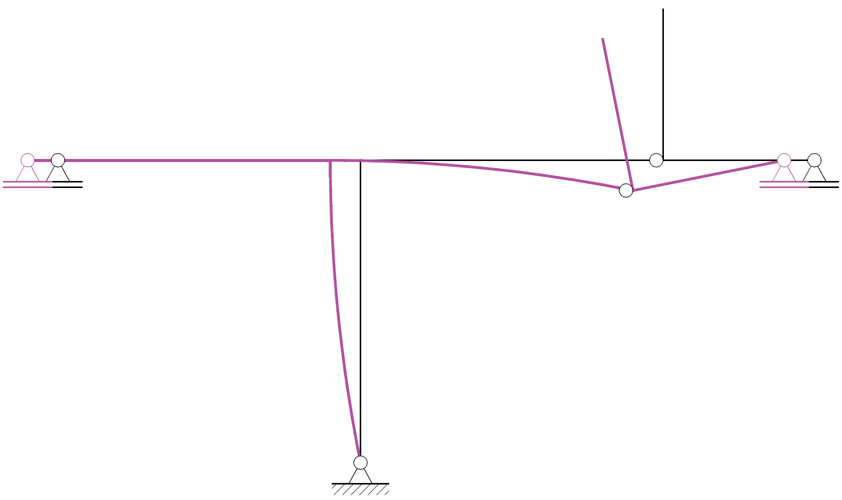


$$\varphi'_d = -1.6 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 20 + 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 20 - 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot 30 + 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 60 - 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 40 = 25.333333$$

$$\varphi_d = \frac{25.333333}{20000} = 0.0012666667 \text{ rad}$$

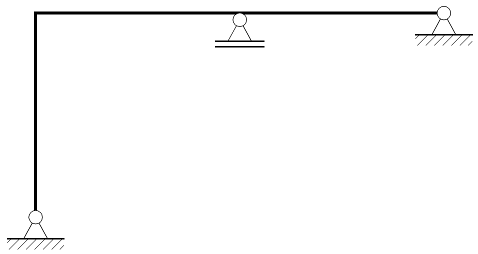


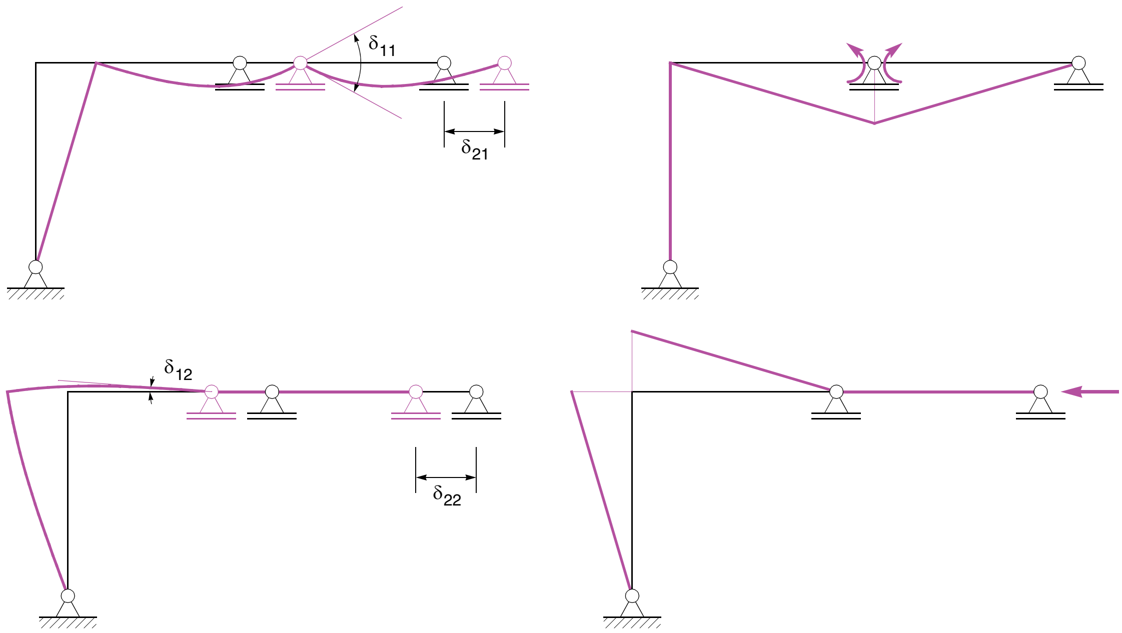
$$\delta'_f = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{40}{0.3} = 0.0128 \text{ m}$$



Aufgabe 5 (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 δ_{11}, δ_{12}, δ_{21} und δ_{22} in die entsprechenden Skizzen ein.





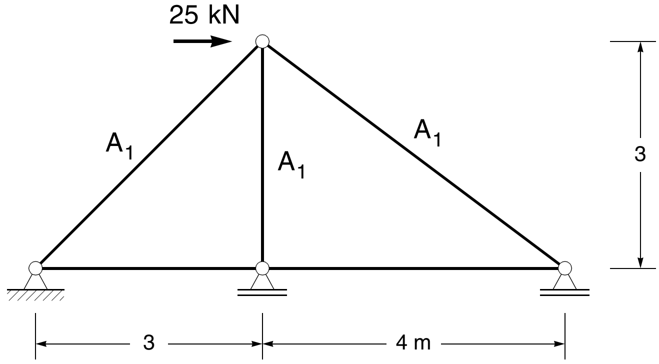
Aufgabe 6 (11 Punkte)

Gegeben ist das dargestellte System.

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

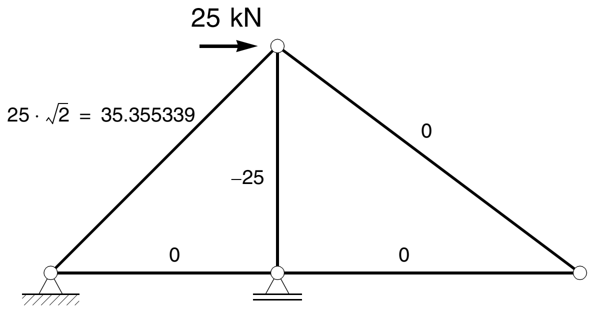
6.2 Ermitteln Sie die Normalkräfte in den Stäben infolge einer Senkung des mittleren Auflagers um 3 cm.

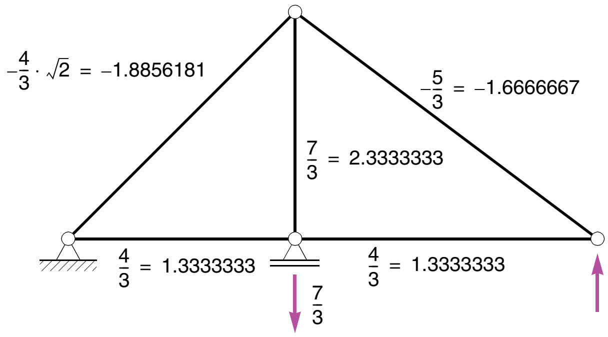
Die Verläufe der Normalkräfte brauchen nicht gezeichnet zu werden.



$EA_1 = 30000$ kN

$EA_2 = 12000$ kN

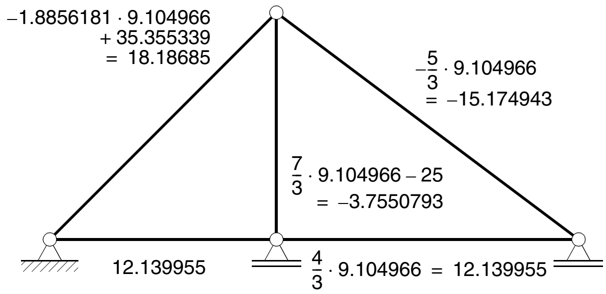




$$\delta'_{11} = 1.0 \cdot 7 \cdot 1.3333333^2 + 2.5 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.8856181^2 + 2.5 \cdot 3 \cdot 2.3333333^2 + 2.5 \cdot 5 \cdot 1.6666667^2 = 125.71236$$

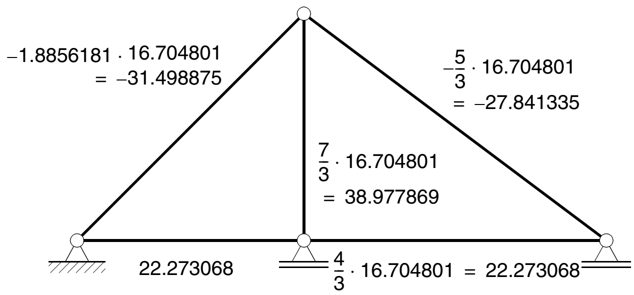
$$\delta'_{10} = -2.5 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.8856181 \cdot 35.355339 - 2.5 \cdot 3 \cdot 2.3333333 \cdot 25 = -1144.6068$$

$$X = -\frac{-1144.6068}{125.71236} = 9.104966$$



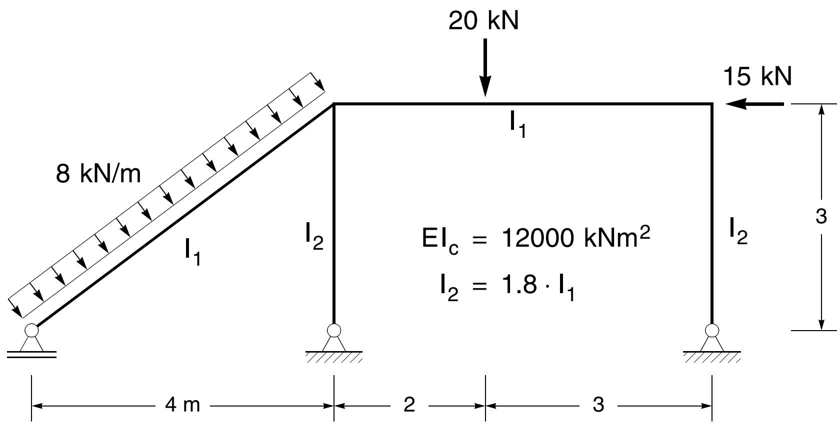
$$\delta'_{10} = -30000 \cdot \left[\frac{7}{3} \cdot 0.03\right] = -2100$$

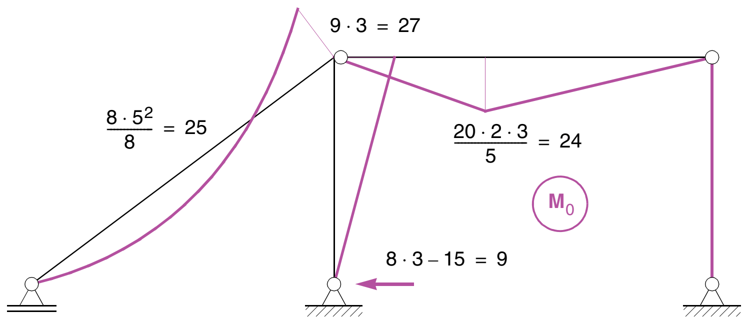
$$X = -\frac{-2100}{125.71236} = 16.704801$$

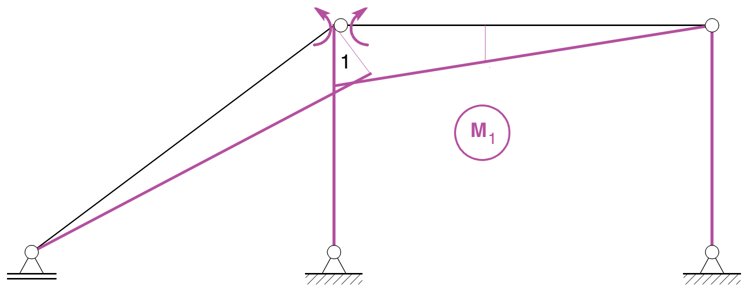


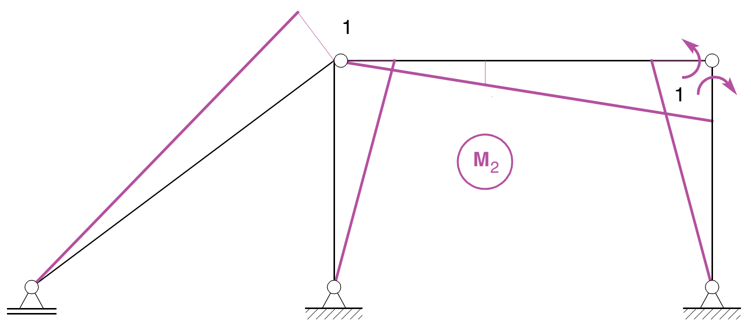
Aufgabe 7 (14 Punkte)

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









$$\delta'_{11} = 1.8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 6$$

$$\delta'_{12} = -1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 1 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1 = -1.5$$

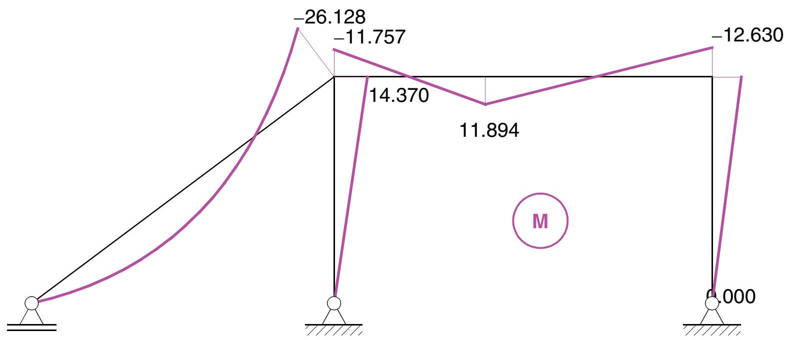
$$\delta'_{22} = 1.8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 8$$

$$\delta'_{10} = -1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 27 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 25 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 24 \cdot (1 + 0.6) = 51.6$$

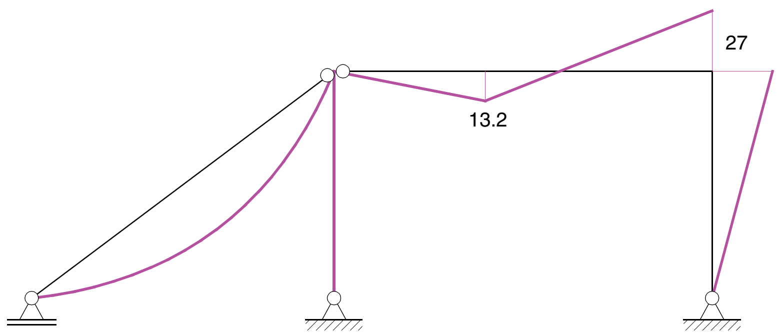
$$\delta'_{20} = 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 27 - 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 25 + 1.0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 27 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 24 \cdot (1 + 0.4) = 83.4$$

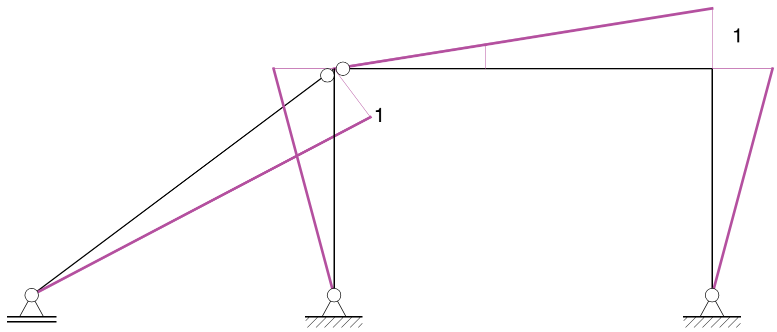
$$\begin{bmatrix} 6 & -1.5 \\ -1.5 & 8 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 51.6 \\ 83.4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -11.757377 \\ -12.629508 \end{bmatrix}$$

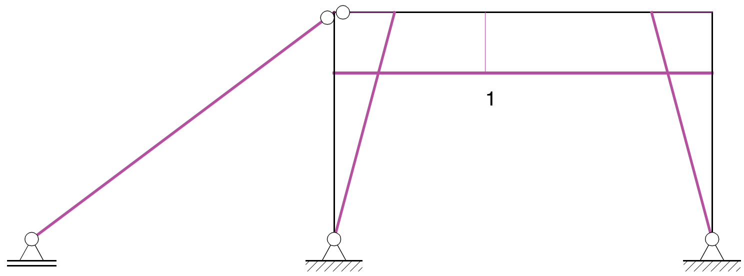
$$\begin{bmatrix} M_a \\ M_b \\ M_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30 & -4.5 & 0 \\ 0 & -3 & 2.5724788 \\ 0 & 0 & 1.5434873 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -5.4393865 \\ -4.1651048 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5.5227609 \\ 5.6035156 \\ -6.4287863 \end{bmatrix}$$



alternatives Hauptsystem







$$\delta'_{11} = 1.8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 8$$

$$\delta'_{12} = -1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 - 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 1 = -6.5$$

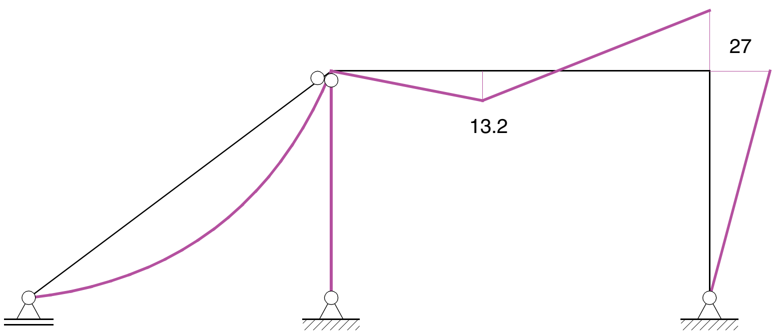
$$\delta'_{22} = 1.8 \cdot 5 \cdot 1^2 + 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 11$$

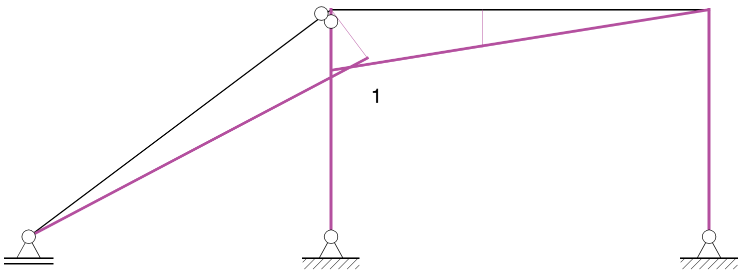
$$\delta'_{10} = 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 25 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 27 - 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 24 \cdot (1 + 0.4) + 1.0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 27 = 132.6$$

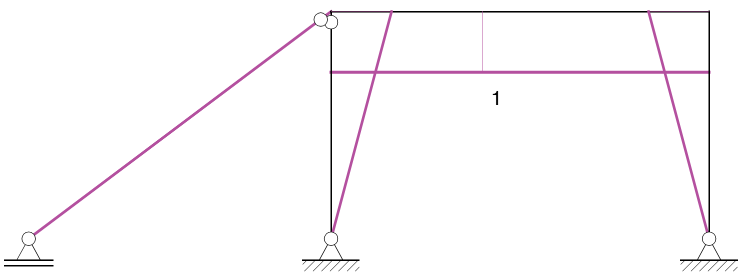
$$\delta'_{20} = -1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 27 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 24 - 1.0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 27 = -40.5$$

$$\begin{bmatrix} 8 & -6.5 \\ -6.5 & 11 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 132.6 \\ -40.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -26.127869 \\ -11.757377 \end{bmatrix}$$

alternatives Hauptsystem







$$\delta'_{11} = 1.8 \cdot 10 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 6$$

$$\delta'_{12} = 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 = 4.5$$

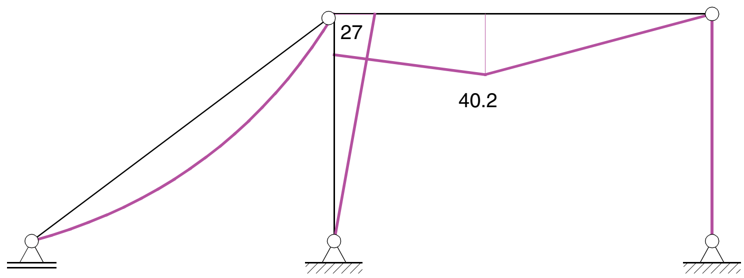
$$\delta'_{22} = 1.8 \cdot 5 \cdot 1^2 + 1.0 \cdot 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 11$$

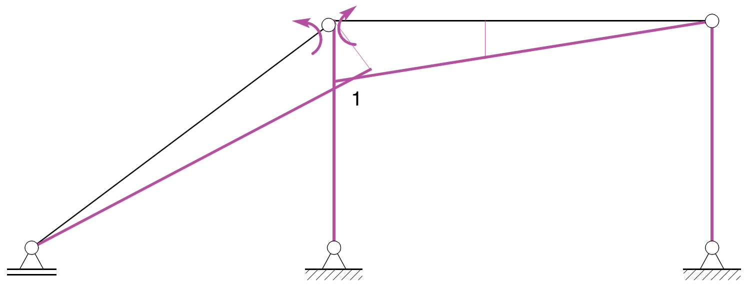
$$\delta'_{10} = 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 25 - 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 27 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 24 \cdot (1 + 0.6) = 92.1$$

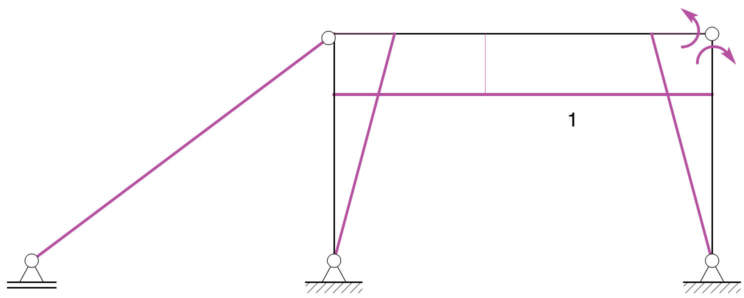
$$\delta'_{20} = -1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 27 + 1.8 \cdot 5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 24 - 1.0 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 27 = -40.5$$

$$\begin{bmatrix} 6 & 4.5 \\ 4.5 & 11 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 92.1 \\ -40.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -26.127869 \\ 14.370492 \end{bmatrix}$$

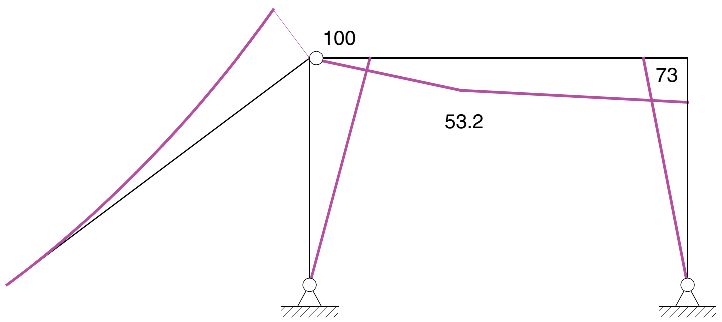
alternatives Hauptsystem

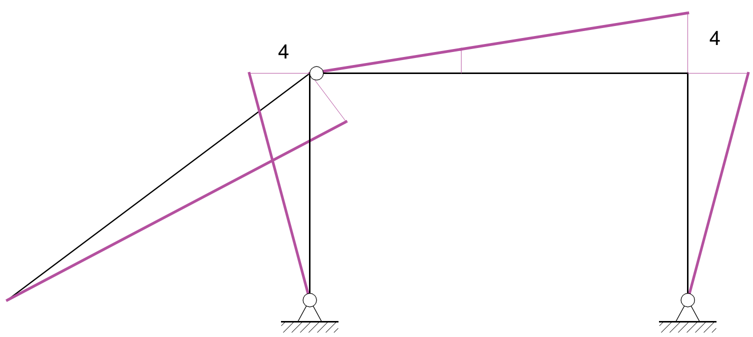


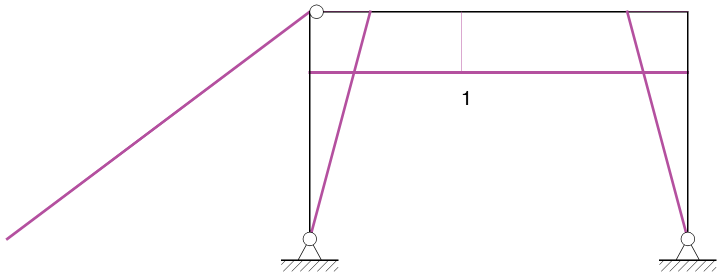




alternatives Hauptsystem

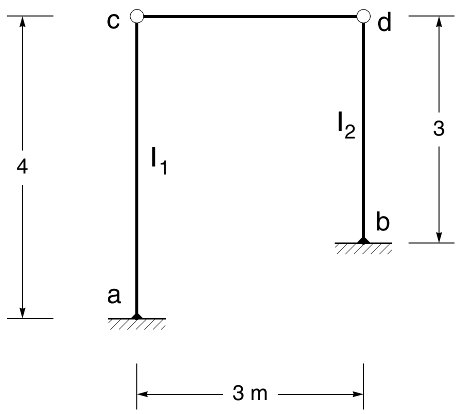






Aufgabe 8 (11 Punkte)

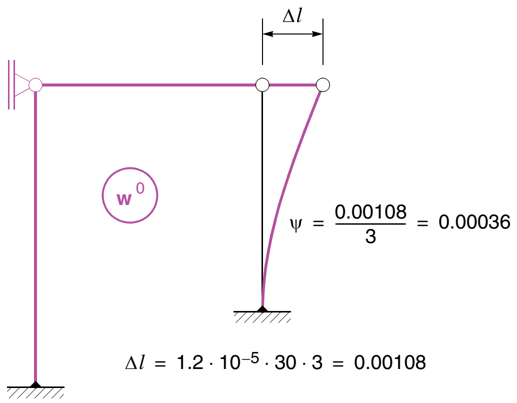
Das dargestellte System ist nach dem Drehwinkelverfahren zu berechnen. Ermitteln Sie die Verschiebungen der Punkte c und d infolge einer gleichmäßigen Erwärmung des Stabes c – d um 30°. Die Momentenlinie braucht nicht berechnet zu werden.

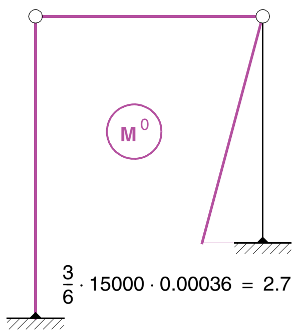


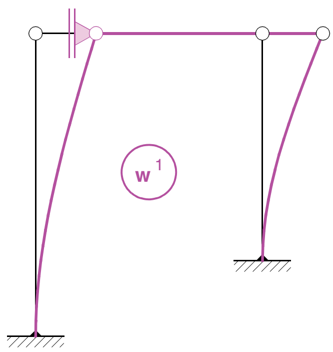
$EI_1 = 15000 \text{ kNm}^2$

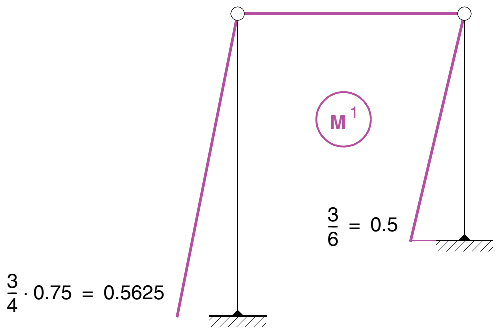
$EI_2 = 7500 \text{ kNm}^2$

$\alpha_T = 1.2 \cdot 10^{-5}$







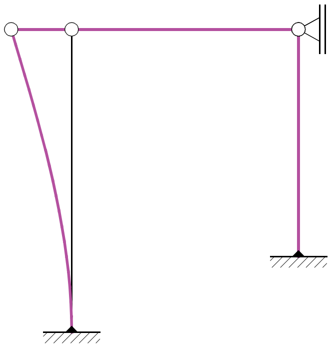


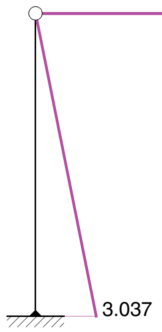
$$\sum \overline{W} = (0.5625 \cdot 0.75 + 0.5 \cdot 1) \cdot Y_1 + 2.7 \cdot 1 = 0 \Rightarrow Y_1 = -2.9288136$$

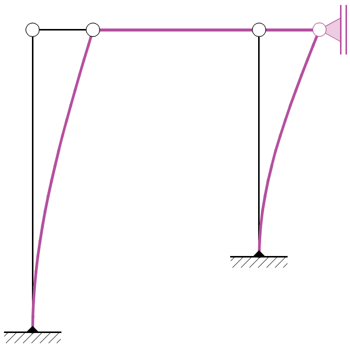
$$\delta_c = \frac{3}{15000} \cdot 2.9288136 = 0.00058576271 \text{ m (nach links)}$$

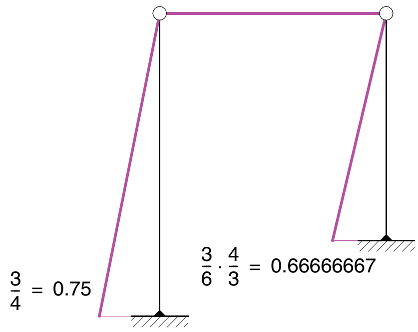
$$\delta_d = 0.00108 - 0.00058576271 = 0.00049423729 \text{ m (nach rechts)}$$

alternatives Hauptsystem









$$\sum \overline{W} = (0.75 \cdot 1 + 0.66666667 \cdot 1.3333333) \cdot Y_1 - 3.037 \cdot 1 = 0 \Rightarrow Y_1 = 1.8530847$$

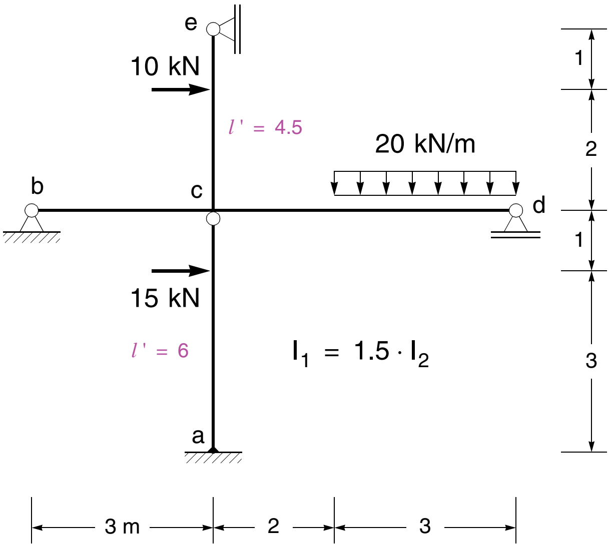
$$\delta_c = \frac{4}{15000} \cdot 1.8530847 - 0.00108 = -0.00058584407 \text{ m (nach links)}$$

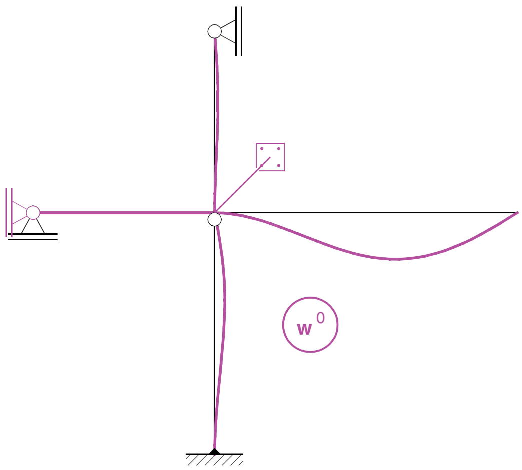
$$\delta_d = 0.00049415593 = 0.00049423729 \text{ m (nach rechts)}$$

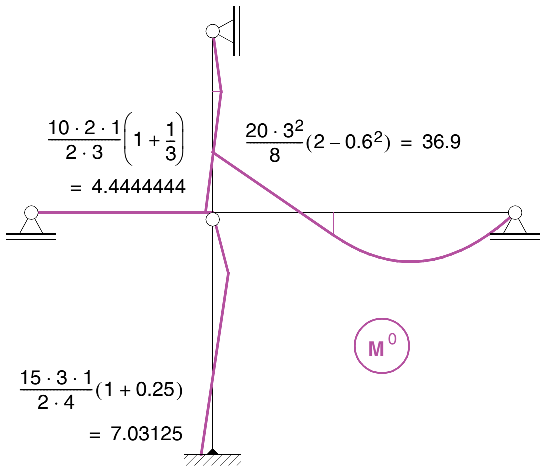
Aufgabe 9 (12 Punkte)

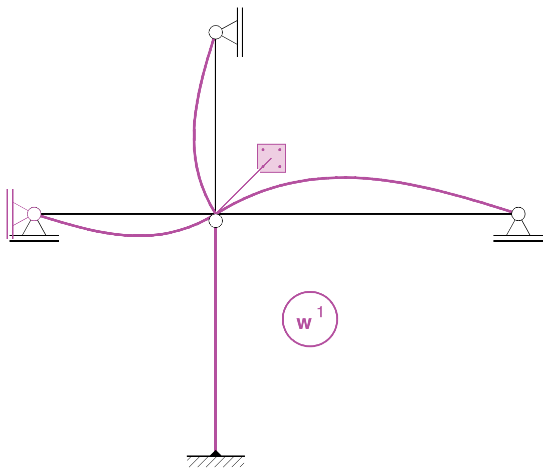
Das dargestellte System ist nach dem Drehwinkelverfahren zu berechnen.
Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge der angegebenen Belastung.

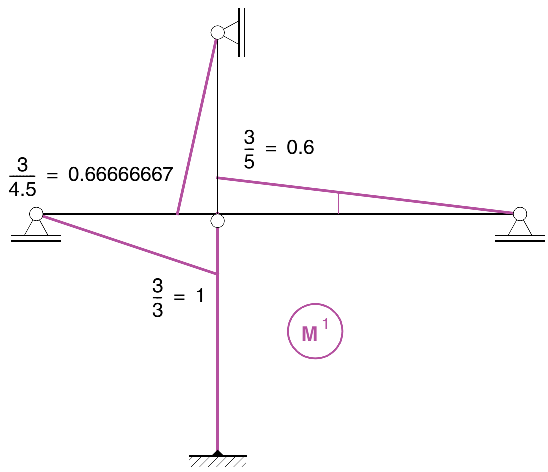
Für die Einheits- und Lastzustände sind w und M darzustellen.

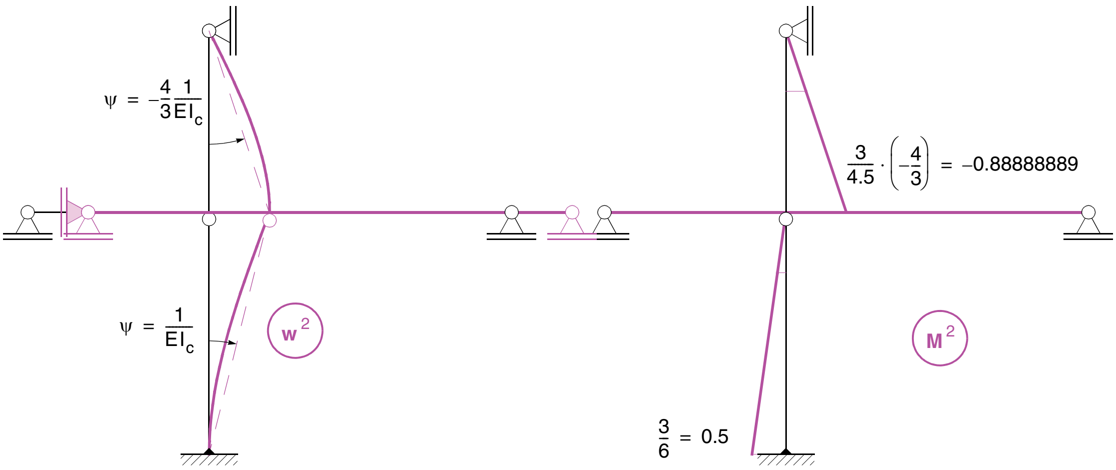


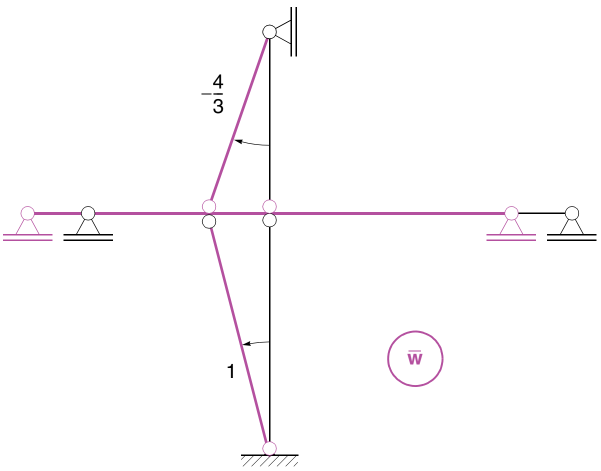








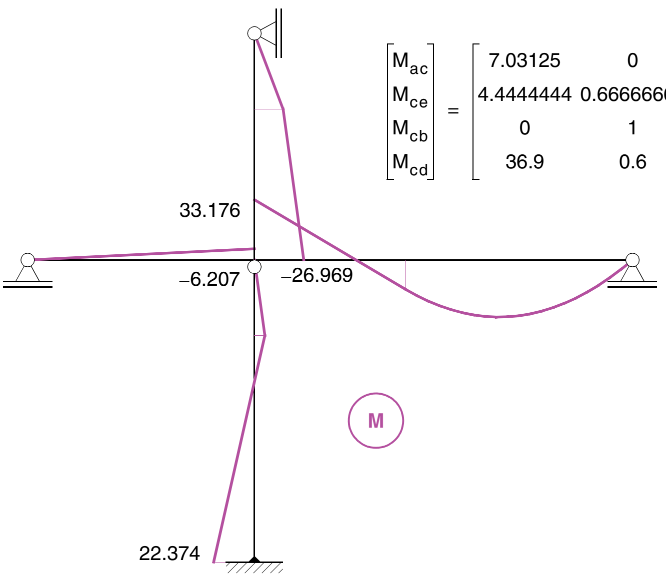




$$\sum M_c = (0.6 + 1 + 0.66666667) \cdot Y_1 - 0.88888889 \cdot Y_2 + 36.9 + 4.4444444 = 0$$

$$\sum \overline{W} = 0.66666667 \cdot \left(-\frac{4}{3}\right) \cdot Y_1 + \left(0.5 \cdot 1 - 0.88888889 \cdot \left(-\frac{4}{3}\right)\right) \cdot Y_2 + 7.03125 \cdot 1 + 4.4444444 \cdot \left(-\frac{4}{3}\right) - 10 \cdot \frac{4}{3} - 15 \cdot 3 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2.2666667 & -0.88888889 \\ -0.88888889 & 1.6851852 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 41.344444 \\ -57.228009 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -6.2066015 \\ 30.685666 \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} M_{ac} \\ M_{ce} \\ M_{cb} \\ M_{cd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7.03125 & 0 & 0.5 \\ 4.4444444 & 0.66666667 & -0.88888889 \\ 0 & 1 & 0 \\ 36.9 & 0.6 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -6.2066015 \\ 30.685666 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 22.374083 \\ -26.969438 \\ -6.2066015 \\ 33.176039 \end{bmatrix}$$