

Modulprüfung Baustatik I am 21. November 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	10	Summe
Punkte											

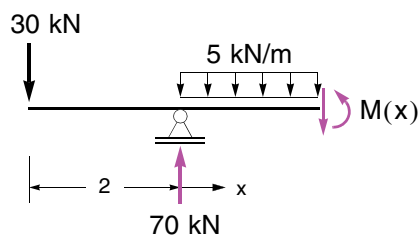
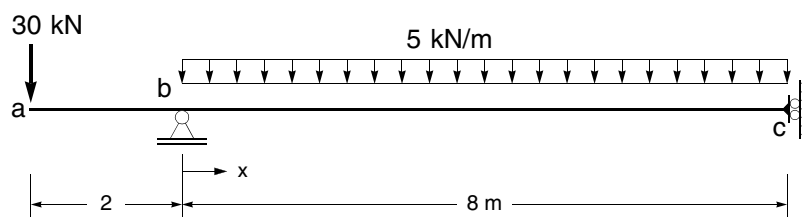
Aufgabe 1 (4 Punkte)

- 1.1 Welches Prinzip ist die Grundlage für die Ermittlung von Einflusslinien für Schnittgrößen nach der kinematischen Methode?
- 1.2 Welche mechanische Bedeutung haben die Gleichungen, mit denen die Unbekannten des Kraftgrößenverfahrens ermittelt werden?

Aufgabe 2 (7 Punkte)

Gegeben ist das dargestellte System.

- 2.1 Ermitteln Sie den Verlauf des Biegemomentes $M(x)$ infolge der angegebenen Belastung im Bereich $b - c$.
- 2.2 Ermitteln Sie den Verlauf der EI-fachen Durchbiegung $EIw(x)$ im Bereich $b - c$ durch Lösung der Differenzialgleichung aus dem Momentenverlauf nach 2.1.



$$M(x) = 70 \cdot x - 30 \cdot (2 + x) - 5 \cdot \frac{x^2}{2} = -2.5x^2 + 40x - 60$$

$$EIw''(x) = -M = 2.5x^2 - 40x + 60$$

$$EIw'(x) = \frac{5}{6}x^3 - 20x^2 + 60x + c_1$$

$$EIw(x) = \frac{5}{24}x^4 - \frac{20}{3}x^3 + 30x^2 + c_1x + c_2$$

Randbedingungen:

$$w(0) = 0 \Rightarrow c_2 = 0$$

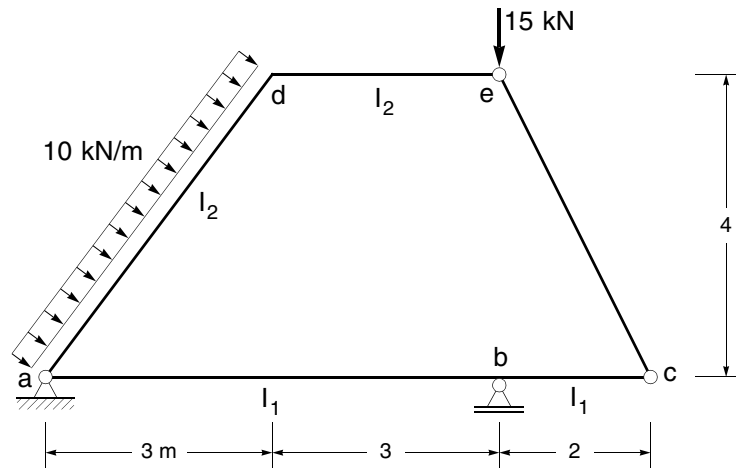
$$w'(8) = 0 = \frac{5}{6}8^3 - 20(8^2) + 60(8) + c_1 \Rightarrow c_1 = 373.33333$$

$$EIw(x) = \frac{5}{24}x^4 - \frac{20}{3}x^3 + 30x^2 + 373.33333x$$

Aufgabe 3 (13 Punkte)

Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

- 3.1 Ermitteln Sie die horizontale Verschiebung des Punktes d infolge der angegebenen Belastung.
- 3.2 Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung des Punktes e infolge einer Temperaturdifferenz von 30° (oben wärmer) im Bereich a – b – c.

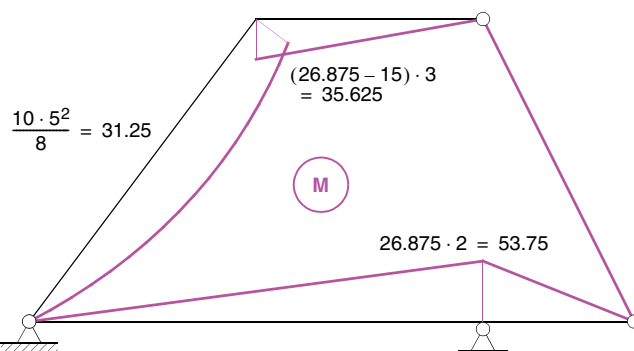
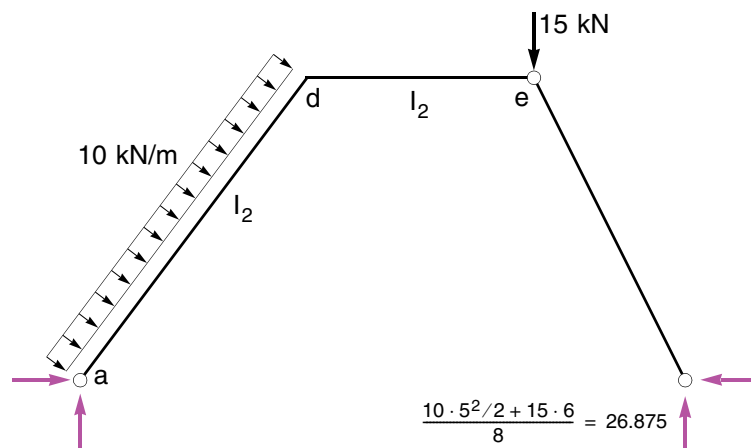


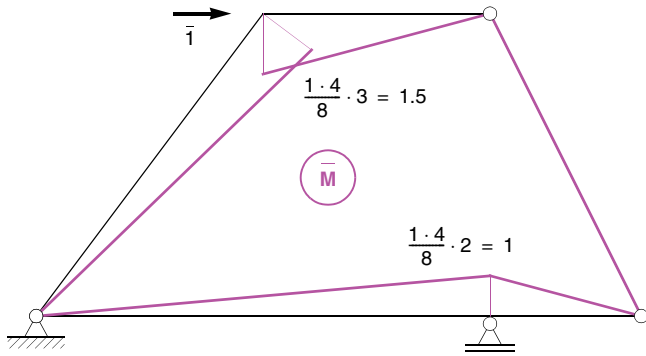
$$EI_1 = 20000 \text{ kNm}^2$$

$$EI_2 = 8000 \text{ kNm}^2$$

$$\alpha_T = 1,2 \cdot 10^{-5}$$

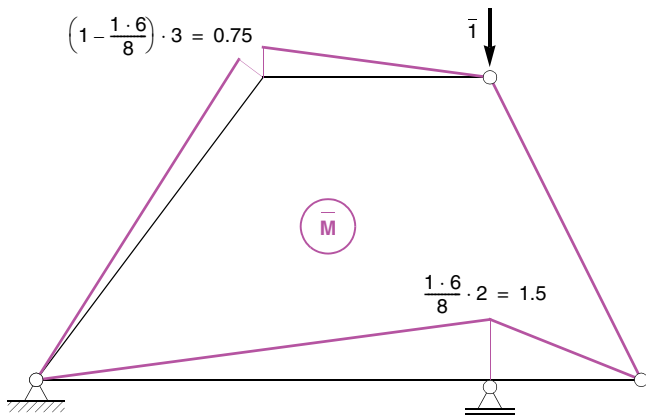
$$h = 0,4 \text{ m}$$





$$\delta'_{d,h} = 2.5 \cdot (5+3) \cdot \frac{1}{3} \cdot 1.5 \cdot 35.625 + 2.5 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1.5 \cdot 31.25 + 1.0 \cdot 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 53.750 = 694.89583$$

$$\delta_{d,h} = \frac{694.89583}{20000} = 0.034744792 \text{ m (nach rechts)}$$

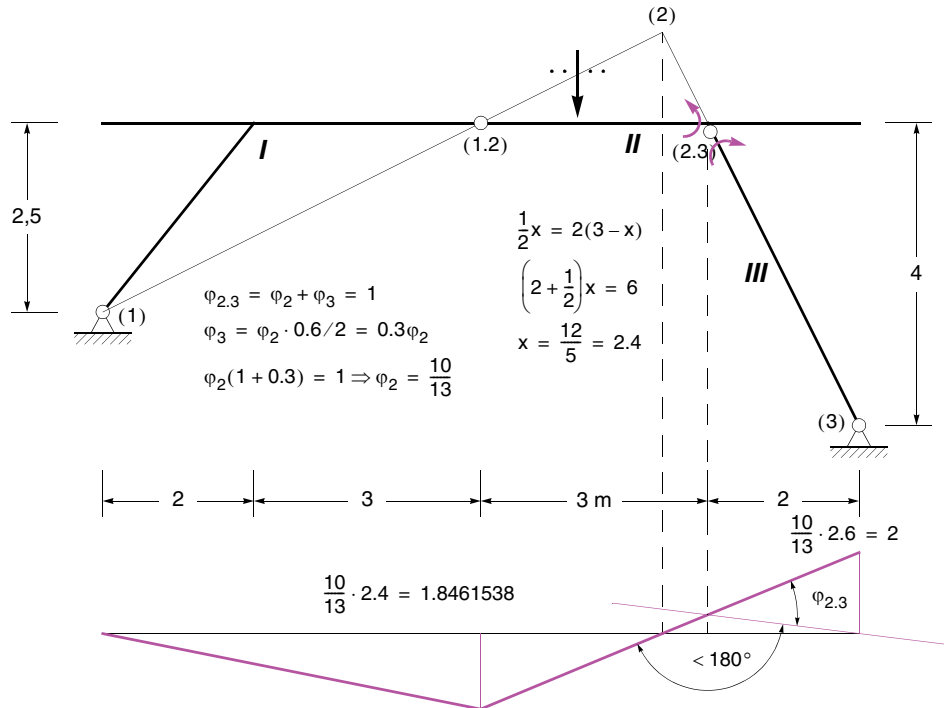


$$\delta'_{e,v} = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.5 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{30}{0.4} = 0.0054 \text{ m (nach unten)}$$

Aufgabe 4 (8 Punkte)

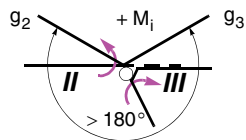
Ermitteln Sie für das dargestellte System die Einflusslinie für das Moment im Punkt i nach der kinematischen Methode.

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



Vorzeichenermittlung:

Negative Arbeit:



2

In der Skizze: Winkel unterhalb $g_2, g_3 > 180^\circ$

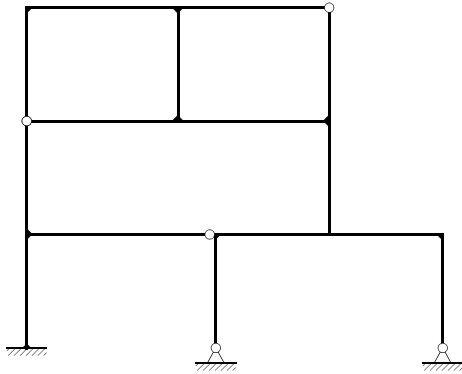
In der EL: Winkel unterhalb $g_2, g_3 < 180^\circ$, Widerspruch \Rightarrow in Lastrichtung (\downarrow) negativ!

Aufgabe 5 (6 Punkte)

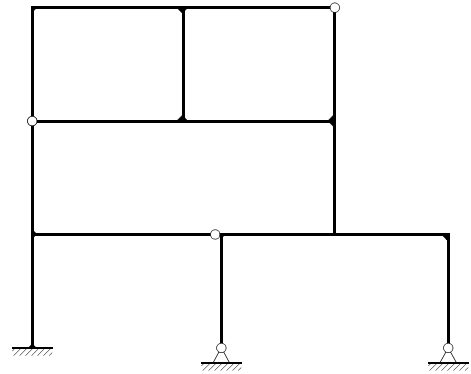
Für das dargestellte System ist zu ermitteln:

5.1 Der Grad der statischen Unbestimmtheit.

5.2 Der Grad der kinematischen Unbestimmtheit nach dem Drehwinkelverfahren.



$$n = 7 + 8 - 3 \cdot 2 = 9$$

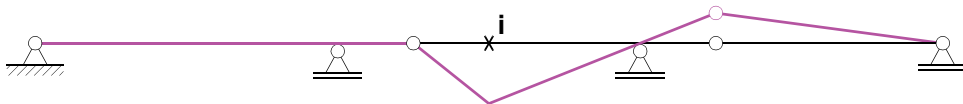
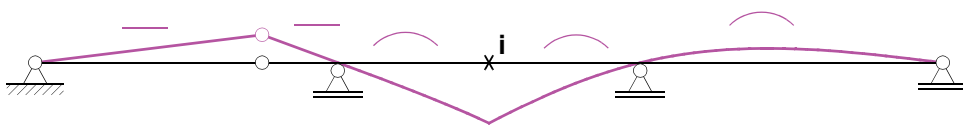
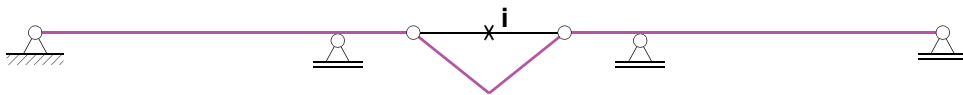
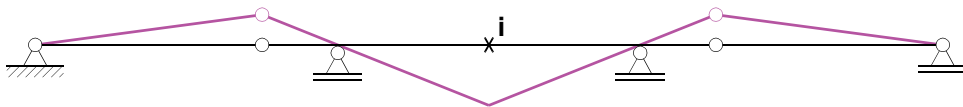


$$m = 13$$

Aufgabe 6 (8 Punkte)

Skizzieren Sie für die nachfolgend dargestellten Systeme qualitativ die Einflusslinien für das Moment im Punkt i.

Krümmungen und Wendepunkte sind in den Skizzen deutlich zu kennzeichnen!



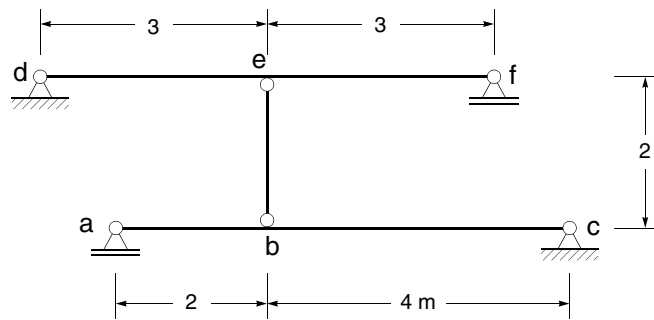
Aufgabe 7 (9 Punkte)

Das dargestellte System ist nach dem Kraftgrößenverfahren zu berechnen.

7.1 Ermitteln Sie die Momentenlinie sowie die Normalkraft im Stab b – e infolge einer gleichmäßigen Erwärmung des Stabes b – e um $T_0 = 30^\circ$.

7.2 Berechnen Sie die Längenänderung des Stabes b – e infolge der Beanspruchung nach 7.1.

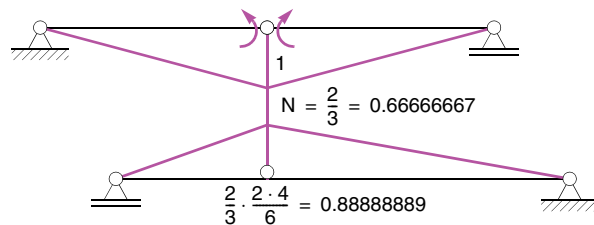
Die Normalkraftverformung im Stab b – e ist zu berücksichtigen



$$EI = \text{konst.} = 40000 \text{ kNm}^2$$

$$\frac{I}{A} = 0.25 \text{ m}^2$$

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



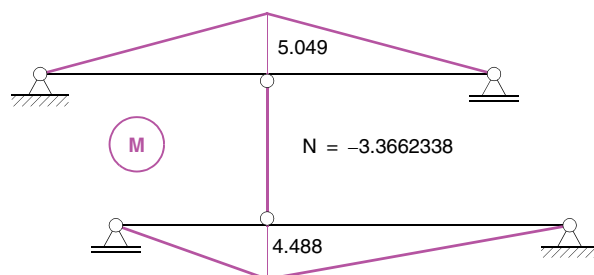
$$\delta'_{11} = 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot (1^2 + 0.88888889^2) + 0.25 \cdot 2 \cdot 0.66666667^2 = 3.8024691$$

$$\delta'_{10} = 40000 \cdot 2 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 0.66666667 = 19.2$$

$$X = -\frac{19.2}{3.8024691} = -5.0493506$$

$$M_b = 0.88888889 \cdot (-5.0493506) = -4.4883117$$

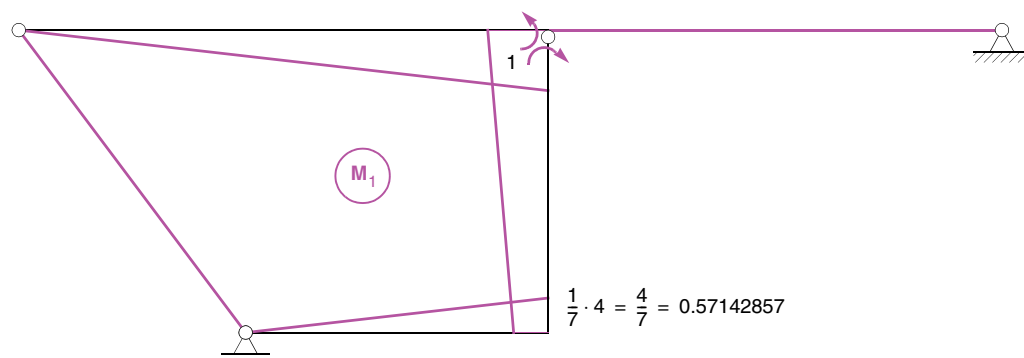
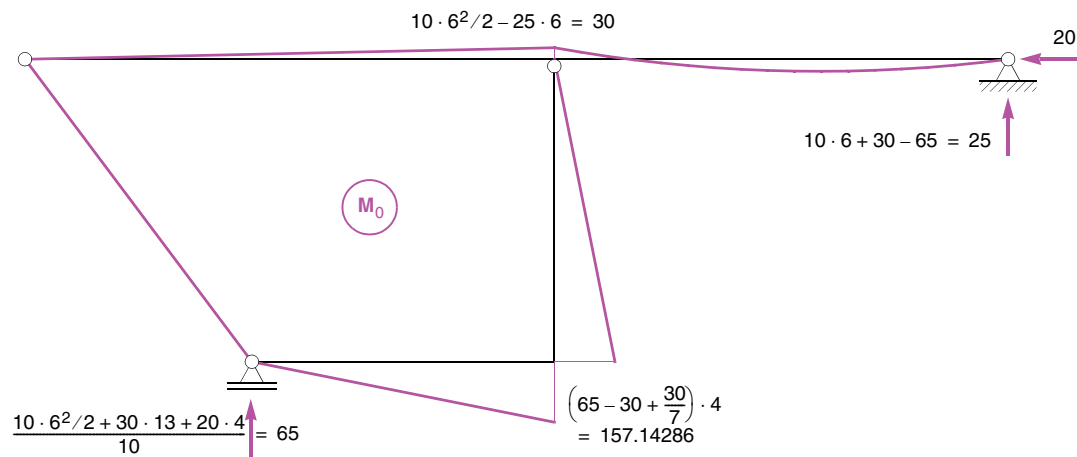
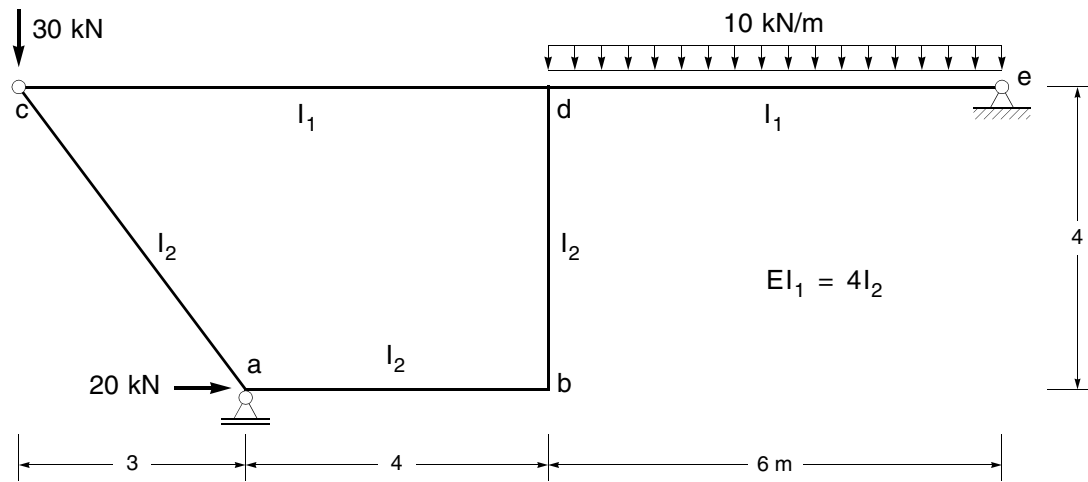
$$N_{be} = 0.66666667 \cdot (-5.0493506) = -3.3662338$$

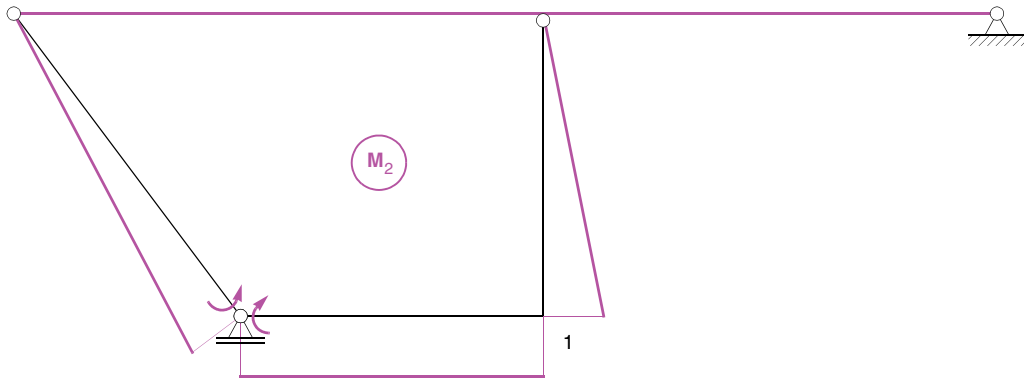


$$\Delta l = (\varepsilon_{(N)} + \varepsilon_{(T_0)}) \cdot l = \left(\frac{-3.3662338}{160000} + 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \right) \cdot 2 = 0.00067792208$$

Aufgabe 8 (16 Punkte)

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





$$\delta'_{11} = 1.0 \cdot 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.57142857^2 + 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot (1^2 + 0.57142857 \cdot 1 + 0.57142857^2) = 14.197279$$

$$\delta'_{12} = -4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.57142857 \cdot 1 - 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot (2 \cdot 0.57142857 + 1) = -10.285714$$

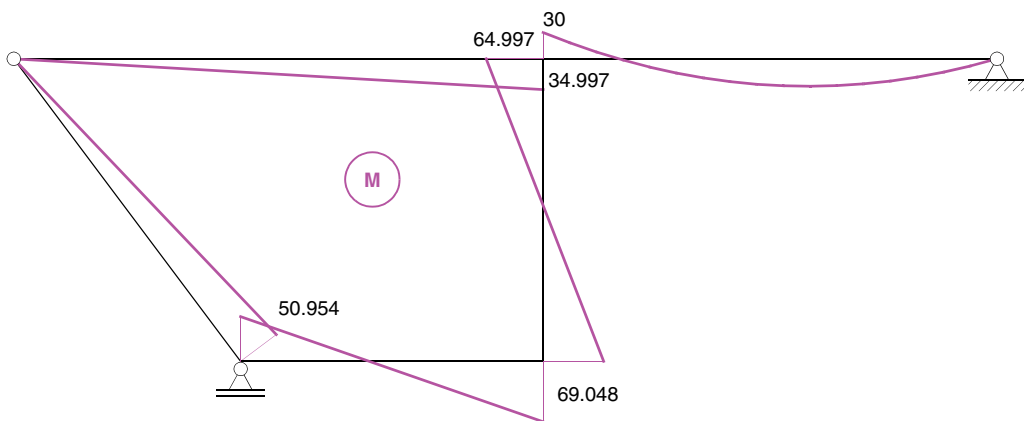
$$\delta'_{22} = 4.0 \cdot (5 + 4) \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 4.0 \cdot 4 \cdot 1^2 = 28$$

$$\delta'_{10} = -1.0 \cdot 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 30 - 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.57142857 \cdot 157.143 - 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 157.143 \cdot (2 \cdot 0.57142857 + 1) = -1446.872$$

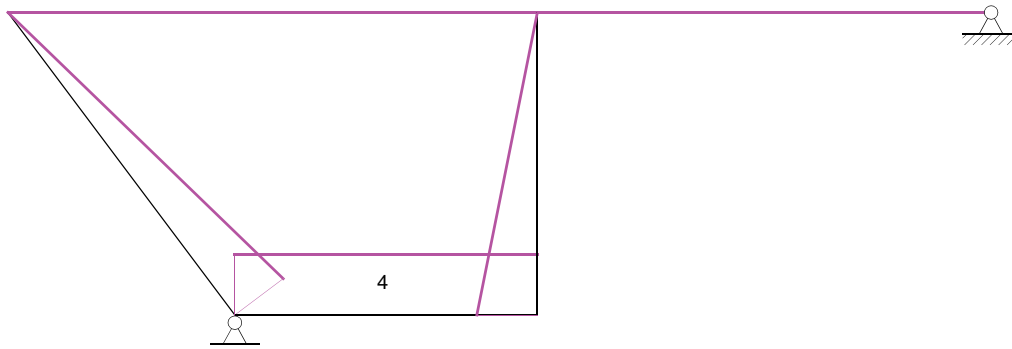
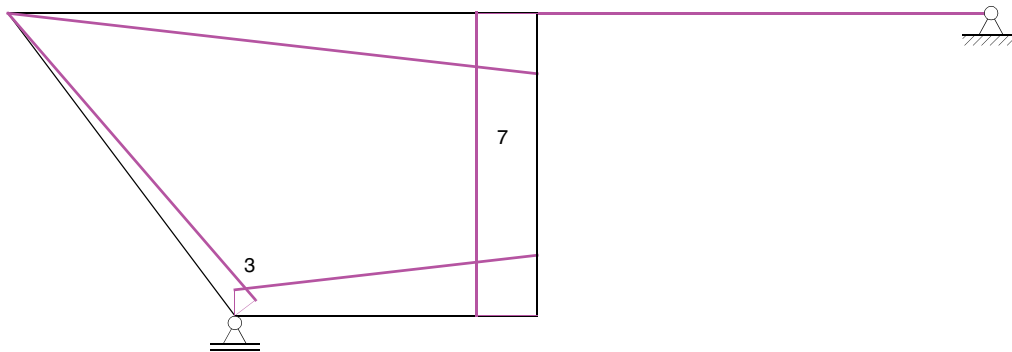
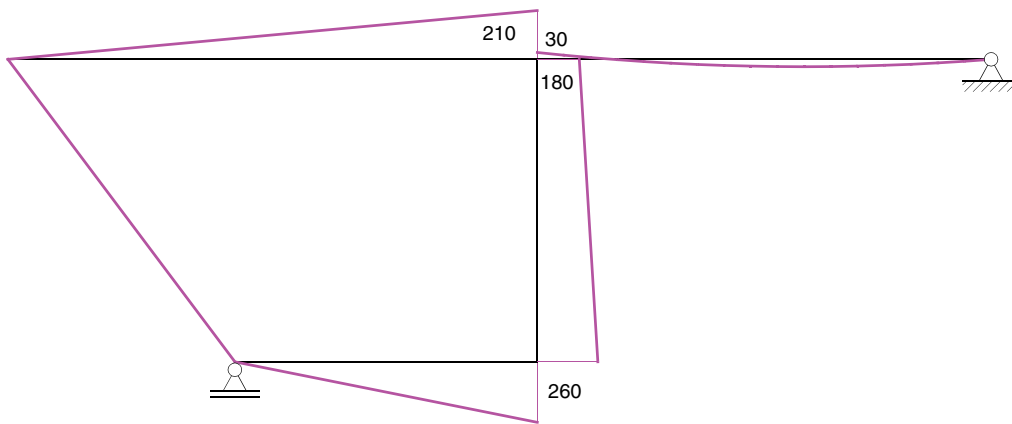
$$\delta'_{20} = 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 157.143 + 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 157.143 = 2095.24$$

$$\begin{bmatrix} 14.197279 & -10.285714 \\ -10.285714 & 28 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1446.872 \\ 2095.24 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 64.996788 \\ -50.953629 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_b \\ M_{dc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 157.14286 & -0.57142857 & 1 \\ -30 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 64.996788 \\ -50.953629 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 69.048206 \\ 34.996788 \end{bmatrix}$$



alternatives HS



$$\delta'_{11} = 1.0 \cdot 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 7^2 + 4.0 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3^2 + 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot (3^2 + 3 \cdot 7 + 7^2) + 4.0 \cdot 4 \cdot 7^2 = 1379.6667$$

$$\delta'_{12} = 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 4 + 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (3 + 7) + 4.0 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot 4 = 624$$

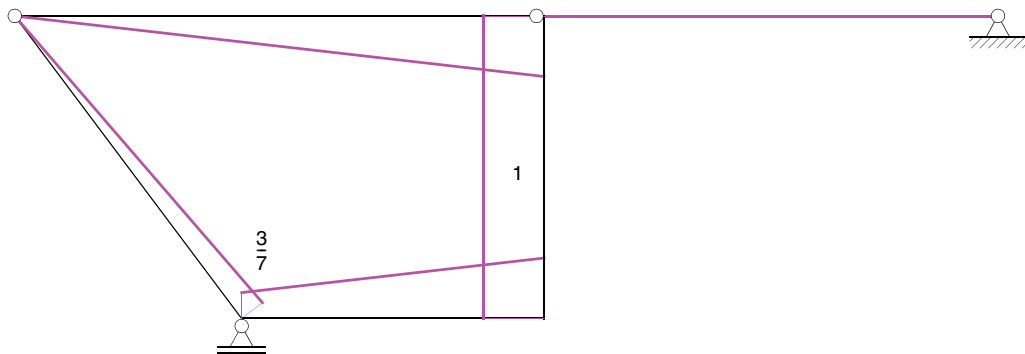
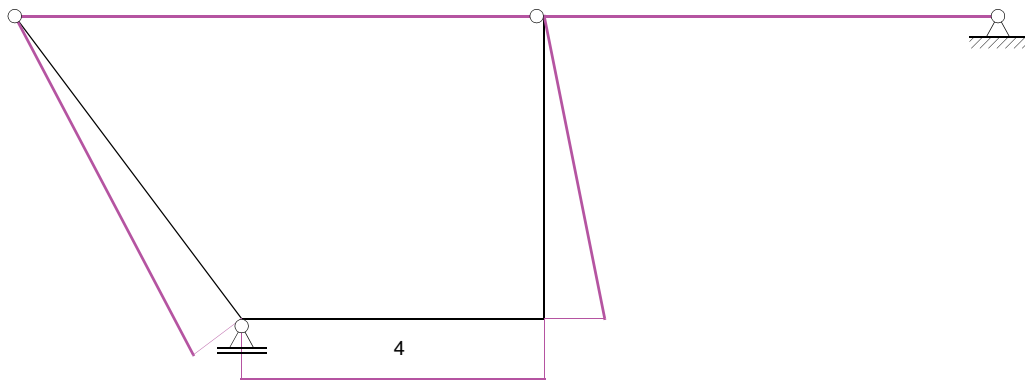
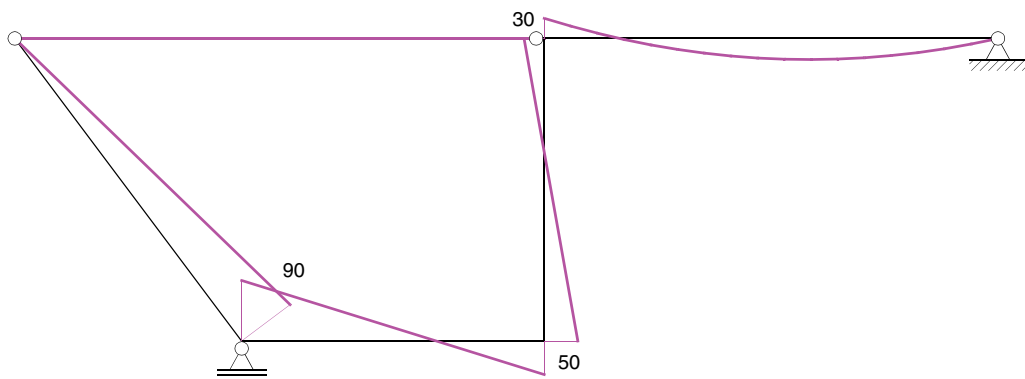
$$\delta'_{22} = 4.0 \cdot (5 + 4) \cdot \frac{1}{3} \cdot 4^2 + 4.0 \cdot 4 \cdot 4^2 = 448$$

$$\delta'_{10} = -1.0 \cdot 7 \cdot \frac{1}{3} \cdot 7 \cdot 210 - 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot (180 + 260) - 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 260 \cdot (2 \cdot 7 + 3) = -39856.667$$

$$\delta'_{20} = -4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 260 - 4.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{6} \cdot 4 \cdot (2 \cdot 260 + 180) = -15786.667$$

$$\begin{bmatrix} 1379.6667 & 624 \\ 624 & 448 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -39856.667 \\ -15786.667 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 34.999534 \\ -13.511255 \end{bmatrix}$$

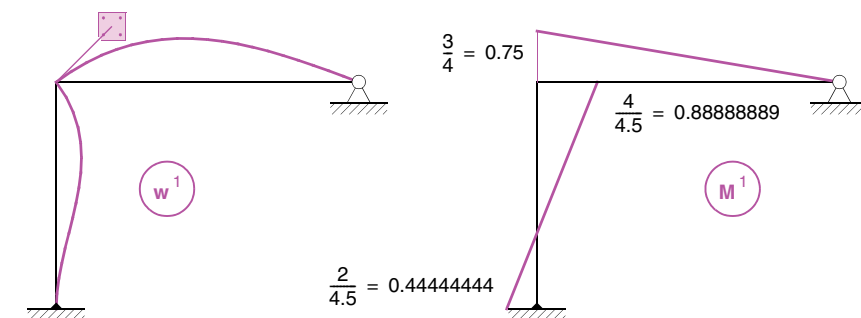
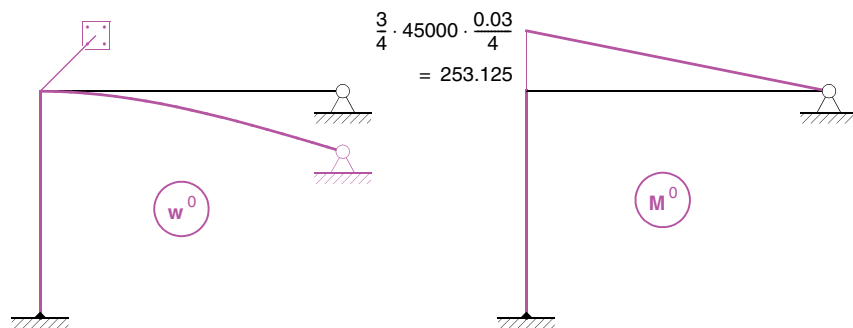
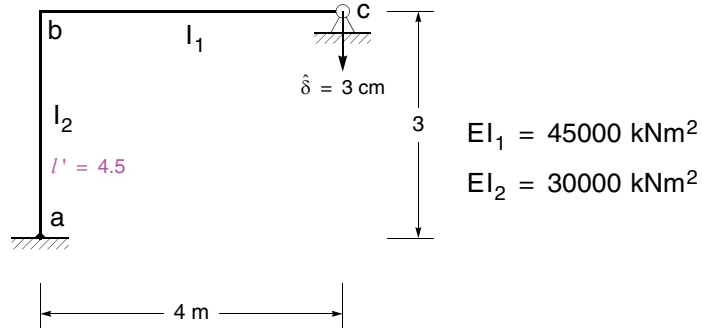
alternatives HS



Aufgabe 9 (6 Punkte)

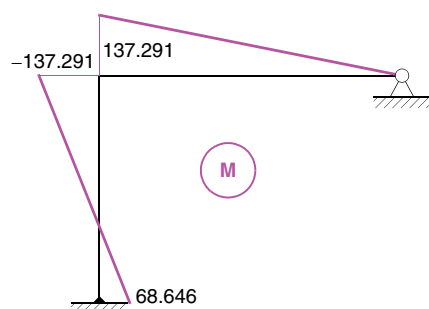
Das dargestellte System ist nach dem Drehwinkelverfahren zu berechnen. Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge einer eingepprägten Senkung des Auflagerpunktes c um 3 cm.

Für die Einheits- und Lastzustände sind w und M darzustellen



$$\sum M_c = (0.75 + 0.88888889) \cdot Y_1 + 253.125 = 0 \Rightarrow Y_1 = -154.44915$$

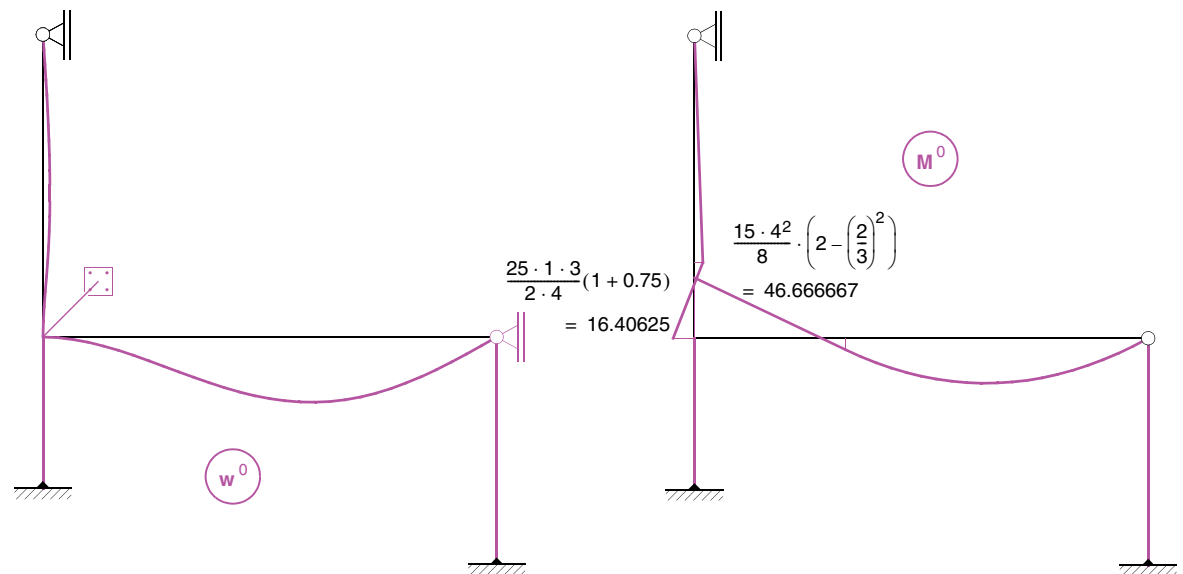
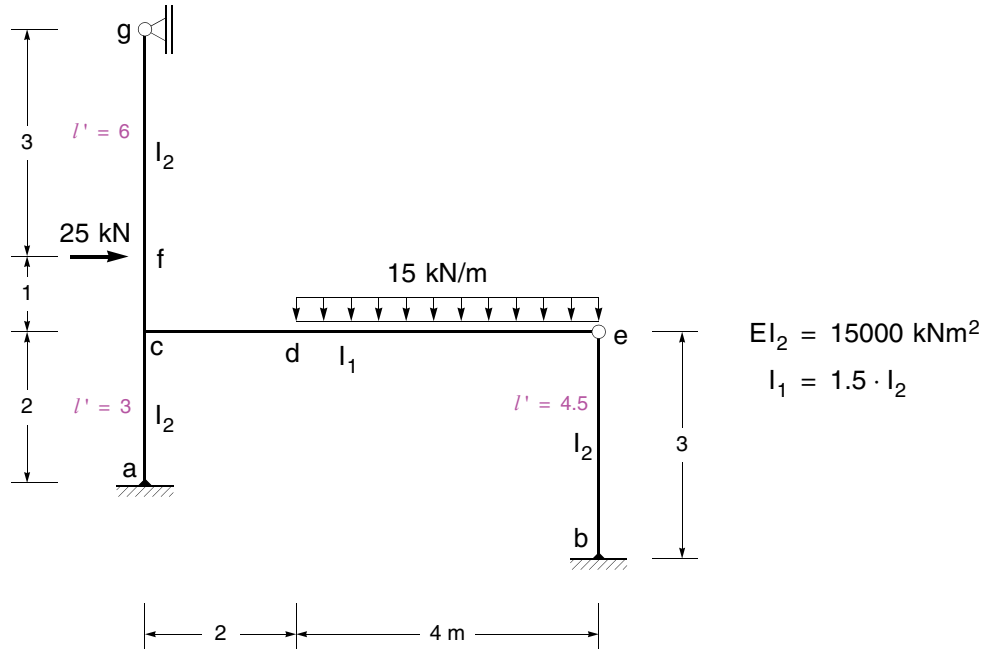
$$\begin{bmatrix} M_{ab} \\ M_{ba} \\ M_{bc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.44444444 \\ 0 & 0.88888889 \\ 253.125 & 0.75 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -154.44915 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -68.644068 \\ -137.28814 \\ 137.28814 \end{bmatrix}$$

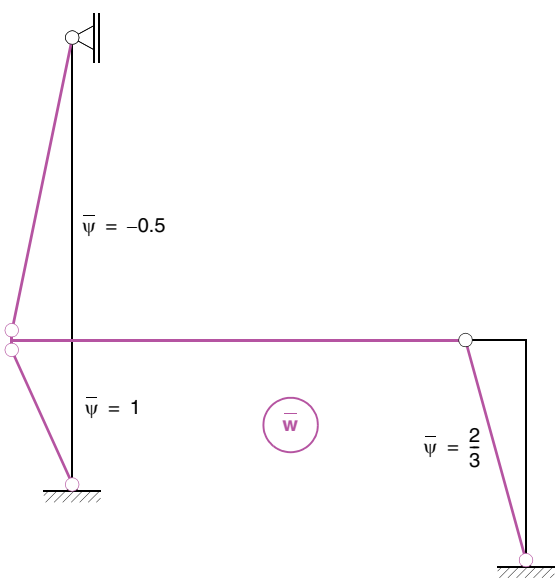
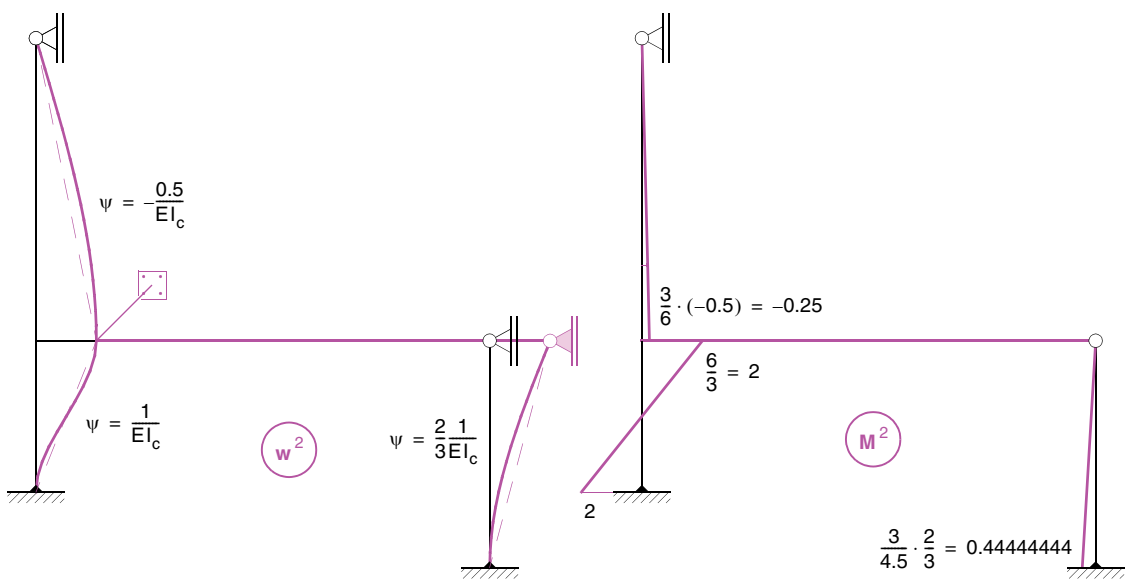
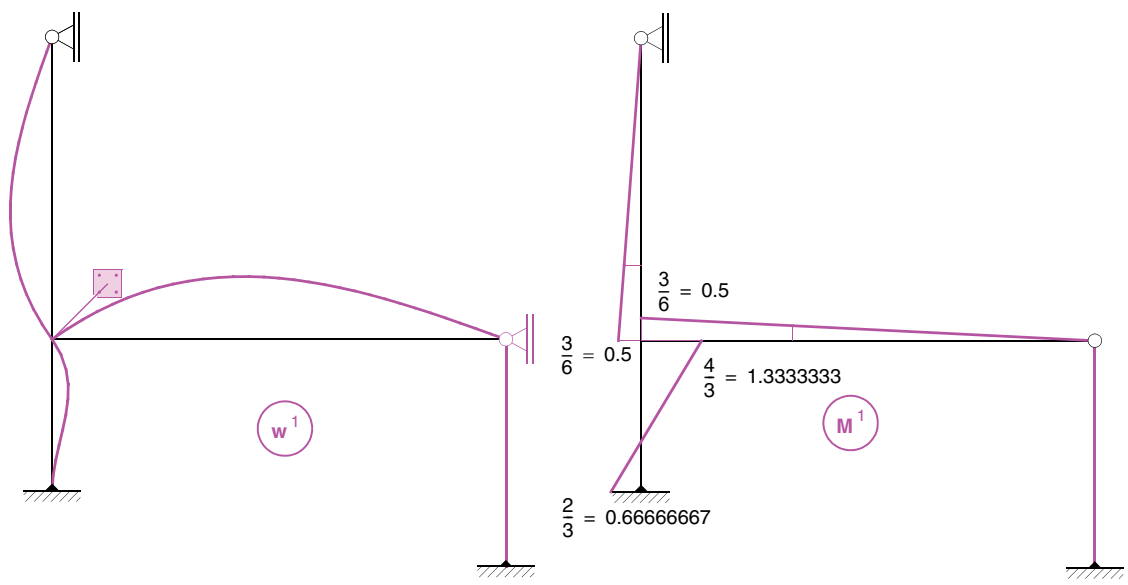


Aufgabe 10 (13 Punkte)

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.





$$\sum M_c = (0.5 + 0.5 + 1.3333333) \cdot Y_1 + (2 - 0.25) \cdot Y_2 + 46.666667 + 16.40625 = 0$$

$$\sum \bar{W} = ((1.3333333 + 0.6666667) \cdot 1 + 0.5 \cdot (-0.5)) \cdot Y_1 + ((2 + 2) \cdot 1 + (-0.25) \cdot (-0.5) + 0.44444444 \cdot 0.6666667) \cdot Y_2 + 16.40625 \cdot (-0.5) - 25 \cdot 0.5 \cdot 3 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2.3333333 & 1.75 \\ 1.75 & 4.4212963 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 63.072917 \\ -45.703125 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -49.469471 \\ 29.917628 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.6666667 & 2 \\ 0 & 1.3333333 & 2 \\ 16.40625 & 0.5 & -0.25 \\ 0.666667 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0.44444444 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -49.469471 \\ 29.917628 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 26.855609 \\ -6.1240382 \\ -15.807893 \\ 21.931931 \\ 13.296724 \end{bmatrix}$$

