

Modulprüfung Baustatik I am 21. November 2018

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!

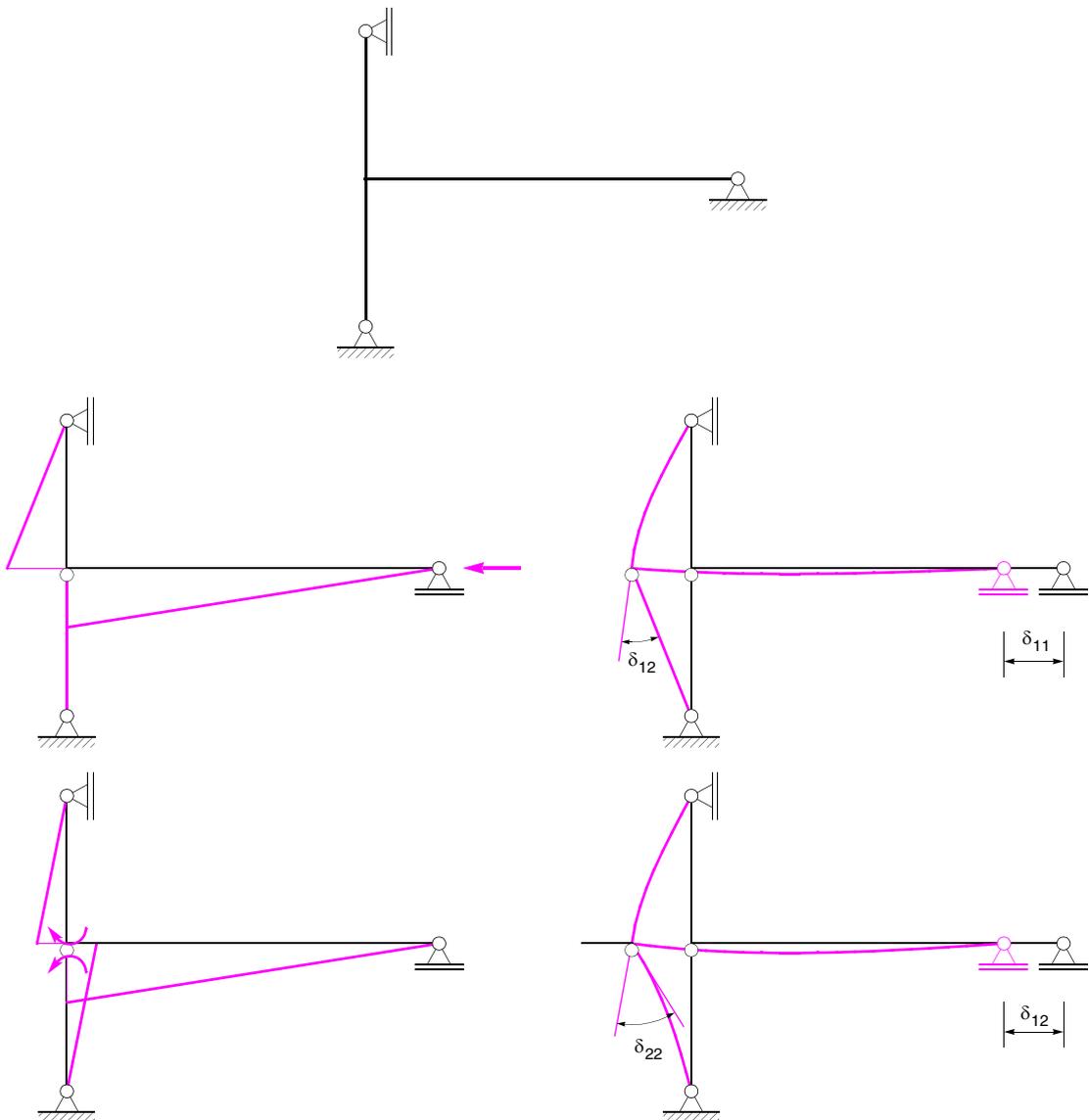
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Summe
Punkte										

Aufgabe 1 (6 Punkte)

- 1.1 Bei einer Berechnung mit dem Drehwinkelverfahren wird das kinematisch bestimmte Hauptsystem gebildet. Geben Sie an, welche Größen dabei gleich null gesetzt werden.
- 1.2 Welche Bedeutung haben die Koeffizienten des Gleichungssystems, mit denen die Unbekannten des Kraftgrößenverfahrens ermittelt werden?
- 1.3 Welches Prinzip ist die Grundlage für die Ermittlung von Einflusslinien von Schnittgrößen statisch bestimmter Systeme nach der kinematischen Methode?

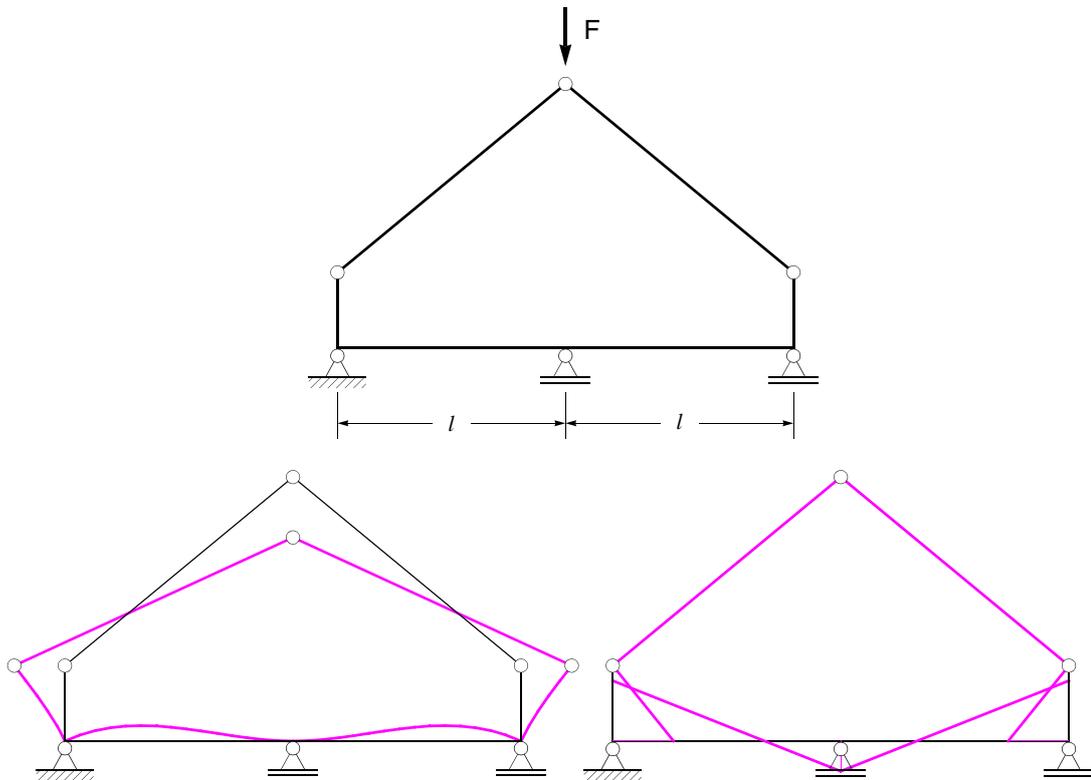
Aufgabe 2 (7 Punkte)

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 3 (4 Punkte)

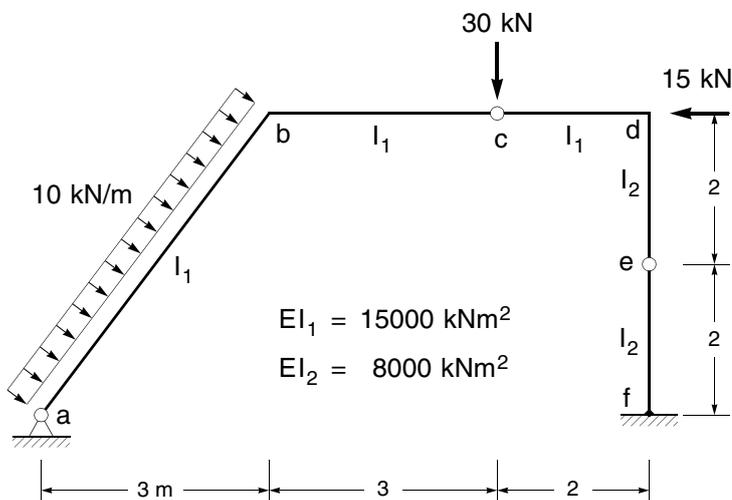
Skizzieren Sie für das nachfolgend dargestellte System qualitativ die Verformungsfigur sowie die Momentenlinie infolge der angegebenen Kraft.

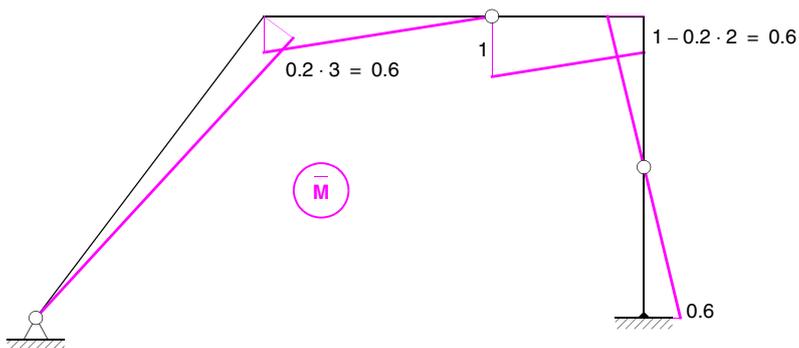
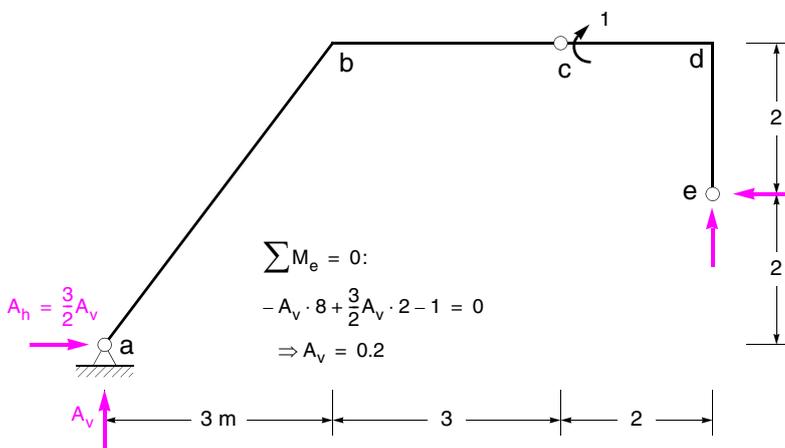
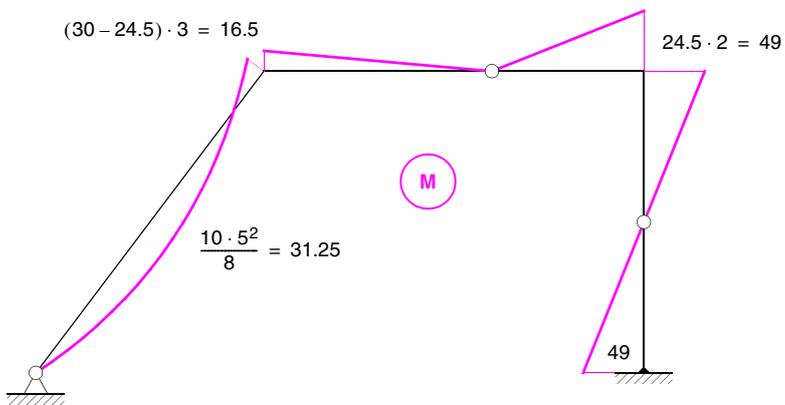
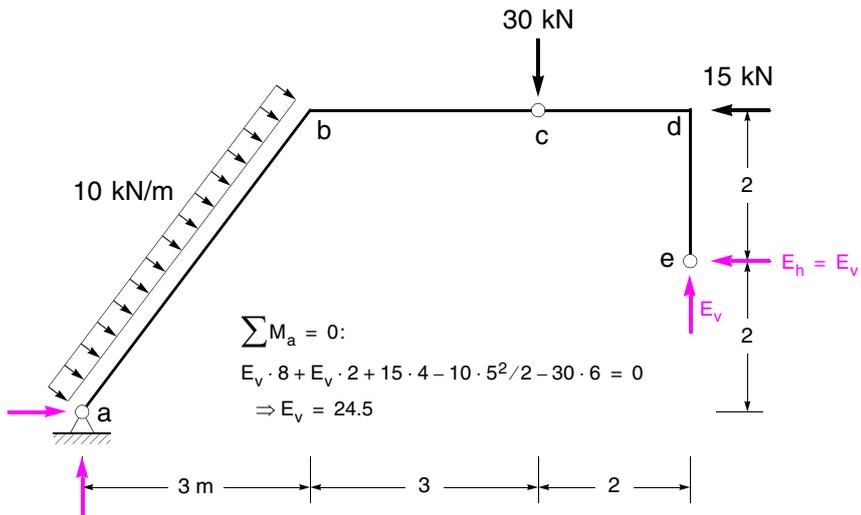


Aufgabe 4 (12 Punkte)

Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

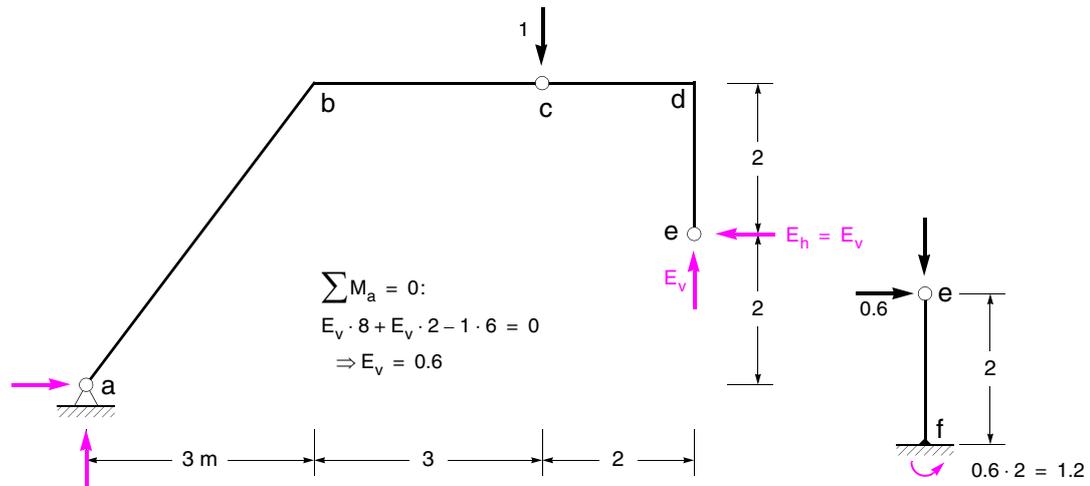
- 4.1 Ermitteln Sie die Drehung der Tangente rechts von Gelenkpunkt c nach Größe und Drehrichtung infolge der angegebenen Belastung.
- 4.2 Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung des Punktes c infolge einer eingepprägten Drehung des Auflagerpunktes f um $0,01$ rad im Uhrzeigersinn.





$$\varphi'_{c, re} = -1.0 \cdot (5 + 3) \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.6 \cdot 16.5 + 1.0 \cdot 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.6 \cdot 31.25 - 1.0 \cdot 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot 49 \cdot (2 \cdot 0.6 + 1) - 1.875 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.6 \cdot 49 = -104.58333$$

$$\varphi_{c, re} = \frac{104.58333}{15000} = 0.0069722222 \text{ rad (im Gegenuhrzeigersinn)}$$

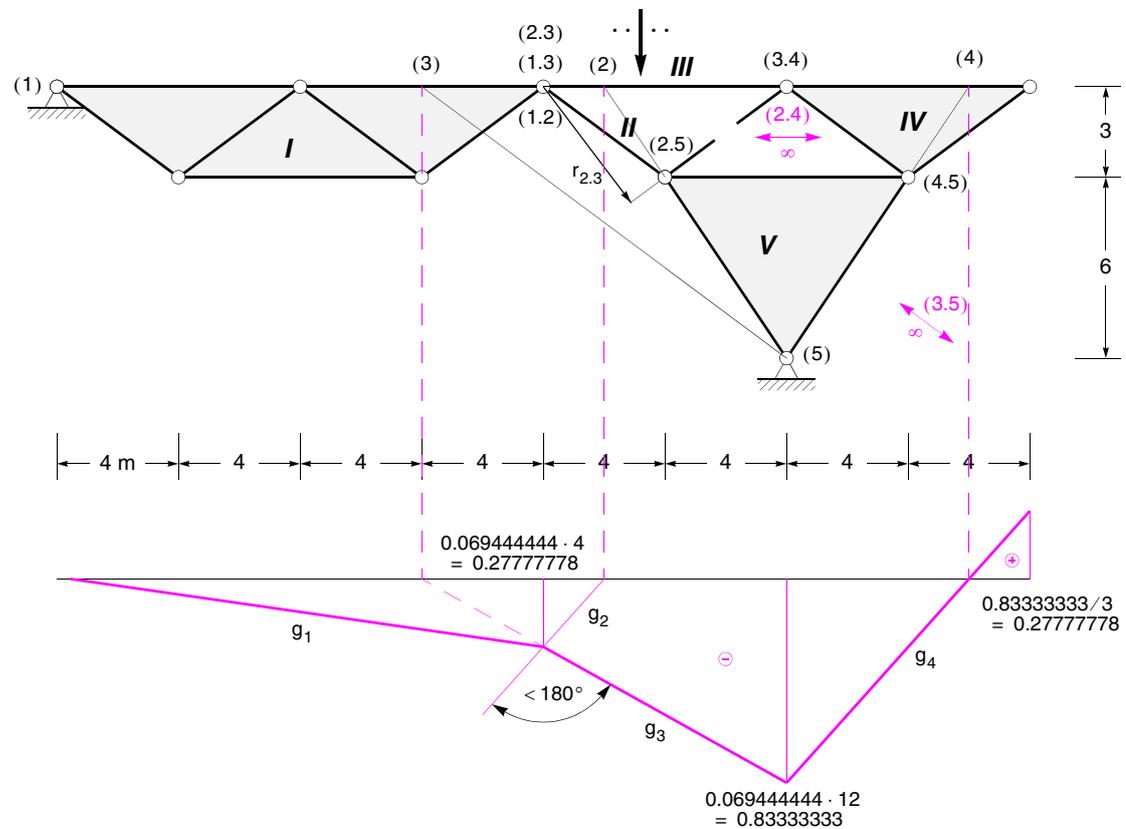


$$\delta_{c, v} = -[-1.2 \cdot 0.01] = 0.012 \text{ m (nach unten)}$$

Aufgabe 5 (9 Punkte)

Ermitteln Sie für das dargestellte Fachwerksystem die Einflusslinie für die Kraft im angekreuzten Stab nach der kinematischen Methode.

Die Bestimmung der Einflusslinienordinaten sowie des Vorzeichens muss zweifelsfrei nachvollziehbar sein



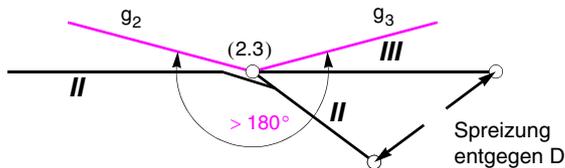
$$r_{2,3} = 8 \cdot \frac{3}{5} = 4.8$$

$$\varphi_{2,3} = 1/r_{2,3} = \frac{1}{4.8} = 0.20833333$$

$$\varphi_2 = \varphi_4 = 2\varphi_3$$

$$\varphi_{2,3} = \varphi_2 + \varphi_3 = 2\varphi_3 + \varphi_3 = 0.20833333$$

$$\varphi_3 = \frac{0.20833333}{3} = 0.069444444$$



in Skizze: Spreizung „-1“ bewirkt einen Winkel $> 180^\circ$ unterhalb von II und III

in EL: der Winkel unterhalb g_2 und g_3 ist $< 180^\circ$

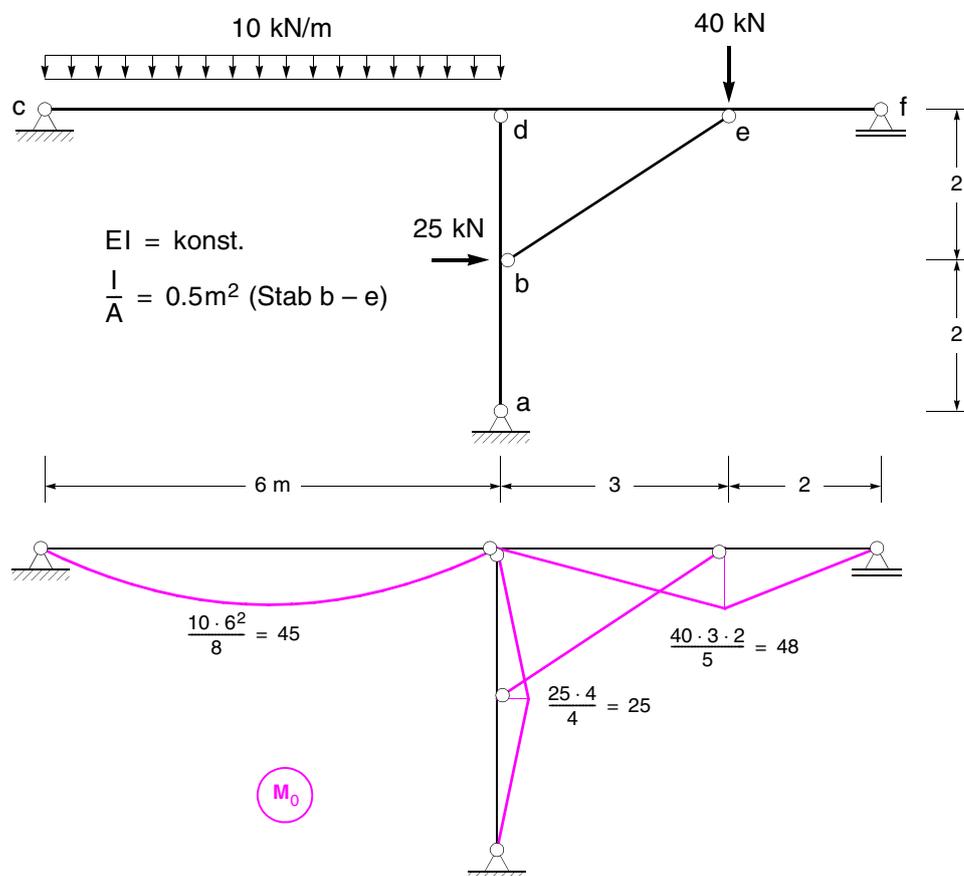
Widerspruch \Rightarrow in Lastrichtung (\downarrow) negativ!

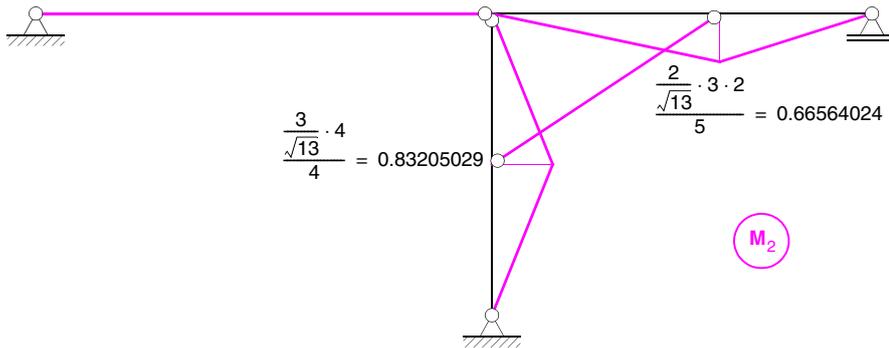
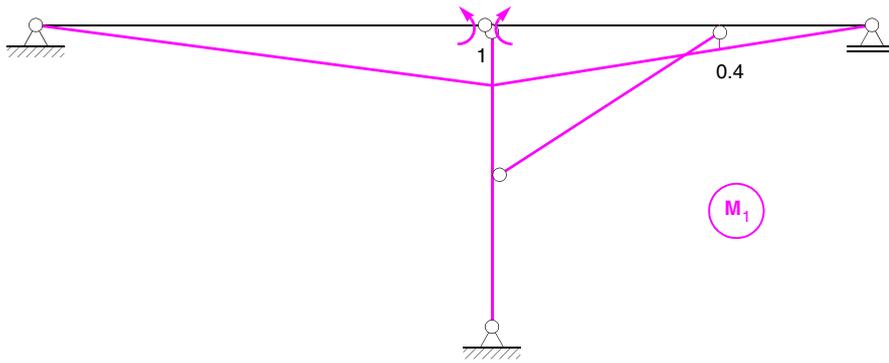
Aufgabe 6 (14 Punkte)

Das nachfolgend dargestellte System ist nach dem Kraftgrößenverfahren zu berechnen.

Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge der angegebenen Belastung.

Die Normalkraftverformung im Stab b – d ist zu berücksichtigen.





$$\delta'_{11} = 11 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 3.6666667$$

$$\delta'_{12} = 3 \cdot \frac{1}{6} \cdot 0.66564024 \cdot (2 \cdot 0.4 + 1) + 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.66564024 \cdot 0.4 = 0.77658027$$

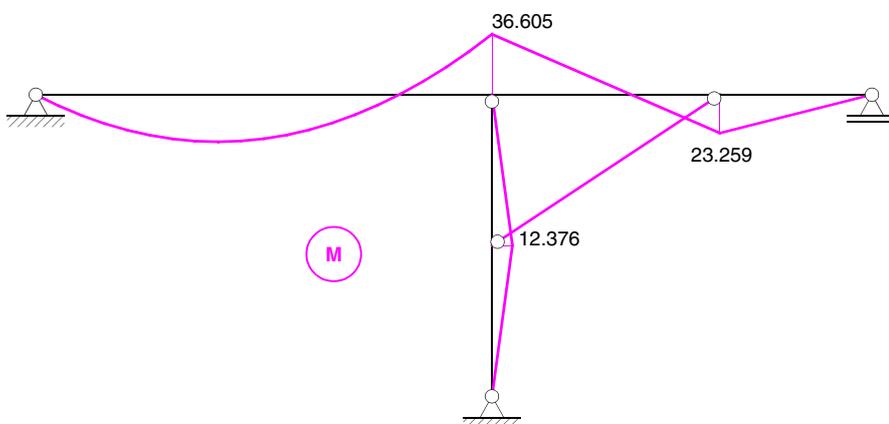
$$\delta'_{22} = 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.83205029^2 + 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.66564024^2 + 0.5 \cdot \sqrt{13} \cdot 1^2 = 3.4643141$$

$$\delta'_{10} = 6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 45 + 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 48 \cdot (1 + 0.4) = 146$$

$$\delta'_{20} = 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.66564024 \cdot 48 + 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.83205029 \cdot 25 = 80.986229$$

$$\begin{bmatrix} 3.6666667 & 0.77658027 \\ 0.77658027 & 3.4643141 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 146 \\ 80.986229 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -36.604894 \\ -15.171716 \end{bmatrix}$$

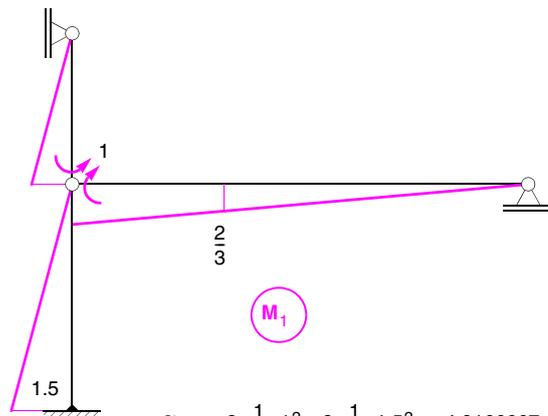
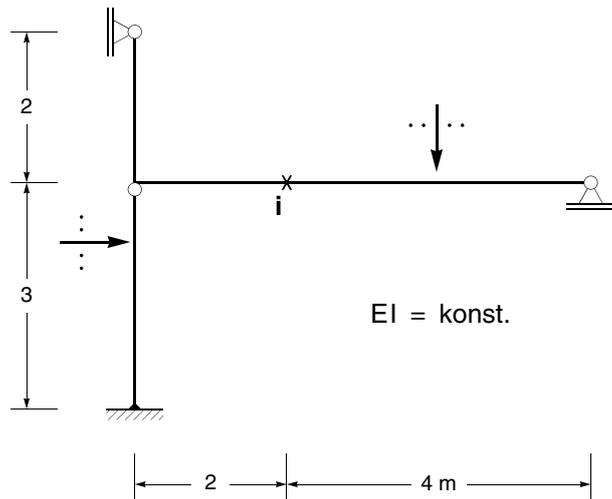
$$\begin{bmatrix} M_b \\ M_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 & 0 & 0.83205029 \\ 48 & 0.4 & 0.66564024 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -36.604894 \\ -15.171716 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12.376369 \\ 23.259138 \end{bmatrix}$$



Aufgabe 7 (15 Punkte)

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

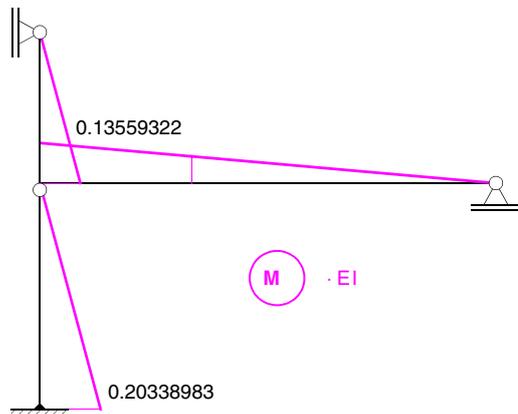
- 7.1 Ermitteln Sie die für die Berechnung der Einflusslinie erforderliche Momentenlinie.
- 7.2 Berechnen Sie die Ordinate der Einflusslinie im Punkt i für eine vertikale Wanderlast.
- 7.3 Berechnen Sie die Ordinate der Einflusslinie im Punkt i für eine horizontale Wanderlast.
- 7.4 Skizzieren Sie die Einflusslinie.

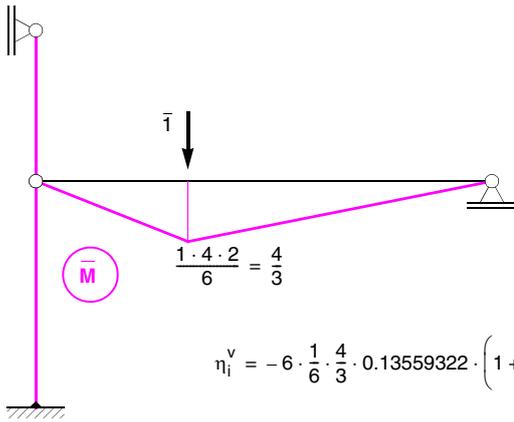


$$\delta'_{11} = 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 + 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1.5^2 = 4.9166667$$

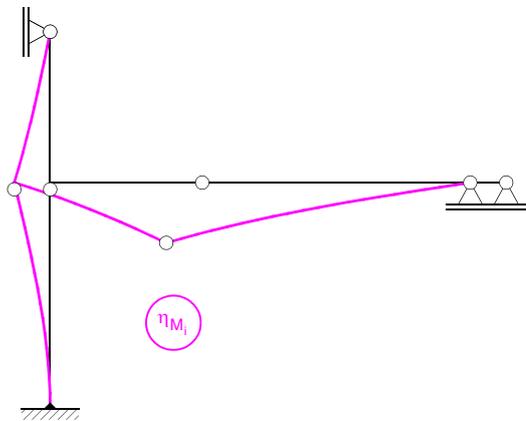
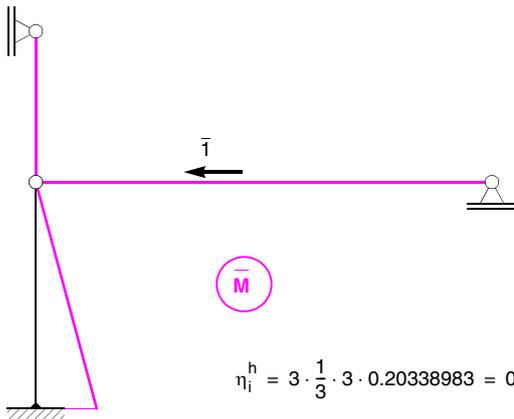
$$\delta'_{10} = -EI \cdot \frac{2}{3} \cdot (-1) = 0.66666667EI$$

$$X_1 = \frac{0.66666667EI}{4.9166667} = -0.13559322EI$$





$$\eta_i^v = -6 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{4}{3} \cdot 0.13559322 \cdot \left(1 + \frac{2}{3}\right) - \frac{4}{3} \cdot (-1) = 1.0320151$$



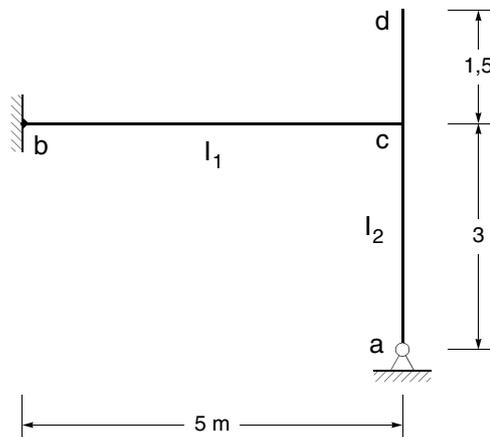
Aufgabe 8 (10 Punkte)

Das dargestellte System ist nach dem Drehwinkelverfahren zu berechnen.

8.1 Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge einer gleichmäßigen Erwärmung des Stabes b – c um 40° .

8.2 Ermitteln Sie die horizontale Verschiebung infolge der Einwirkung nach 8.1.

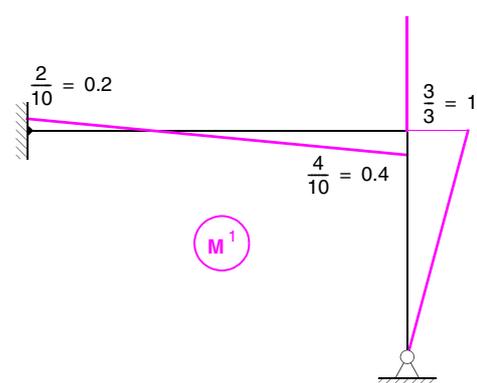
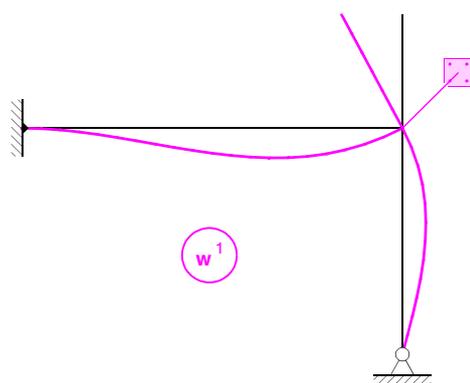
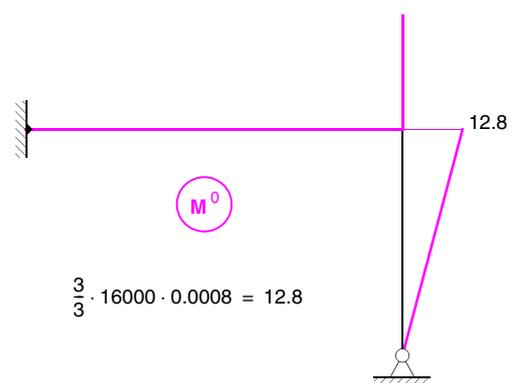
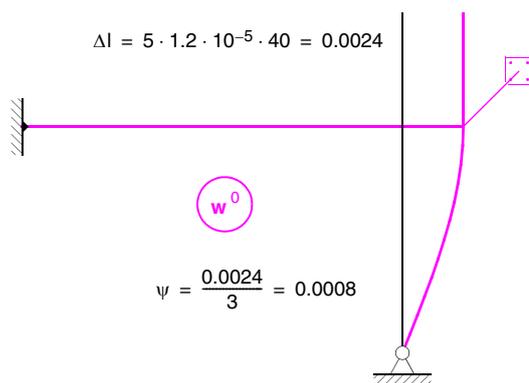
Für die Einheits- und Lastzustände sind w und M darzustellen.



$$I_2 = 2 \cdot I_1$$

$$EI_1 = 8000 \text{ kNm}^2$$

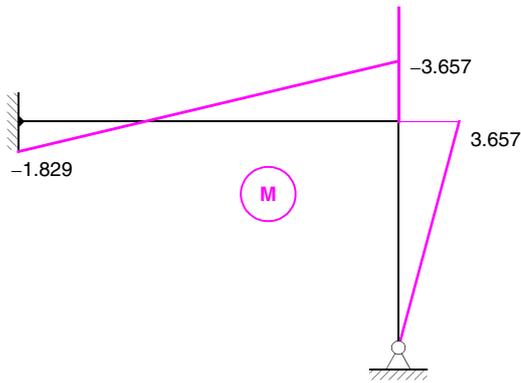
$$\alpha_T = 1.2 \cdot 10^{-5}$$



$$\sum M_c = (1 + 0.4) \cdot Y + 12.8 = 0$$

$$Y = \frac{-12.8}{1.4} = -9.1428571$$

$$\begin{bmatrix} M_b \\ M_{cb} \\ M_{ca} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.2 \\ 0 & 0.4 \\ 12.8 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -9.1428571 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1.8285714 \\ -3.6571429 \\ 3.6571429 \end{bmatrix}$$



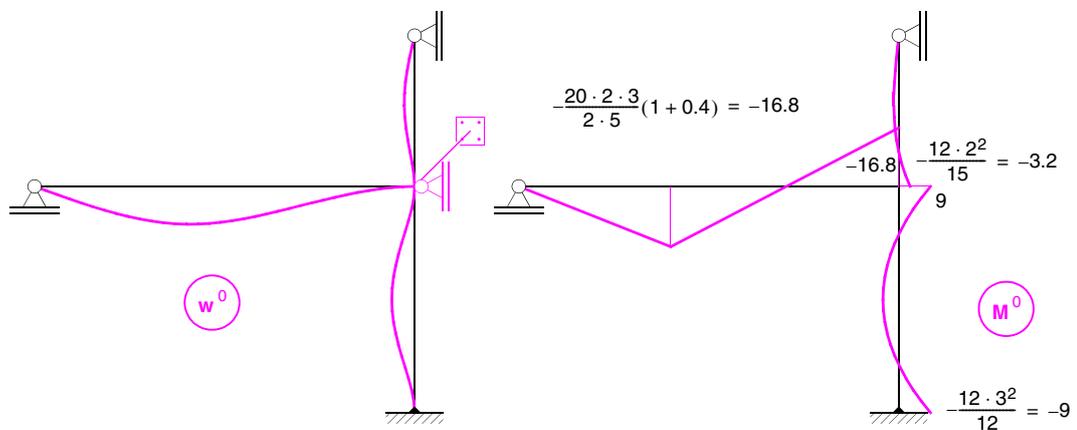
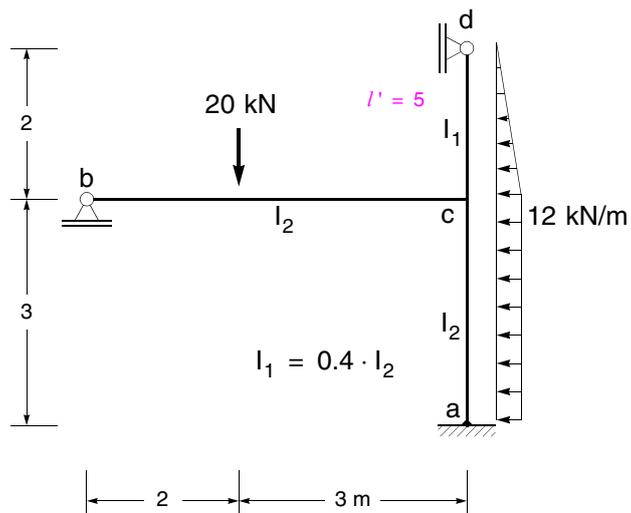
$$\delta = 0.0024 + \frac{9.1428571 \cdot 1.5}{16000} = 0.0032571429$$

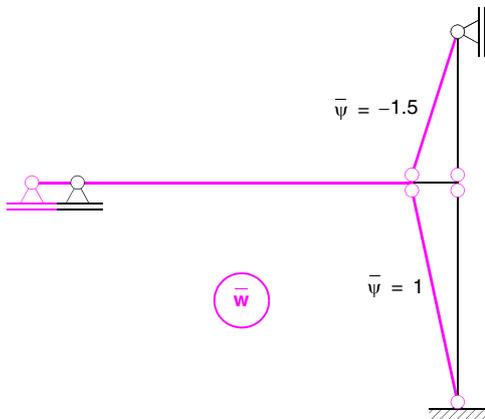
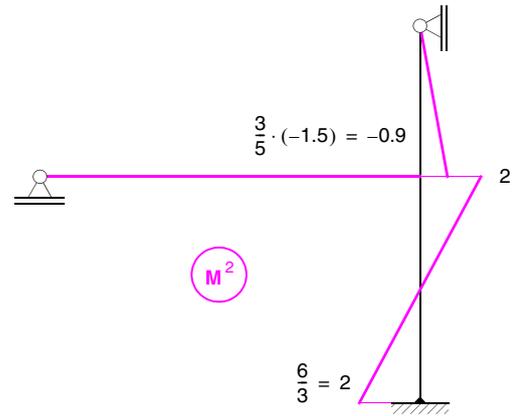
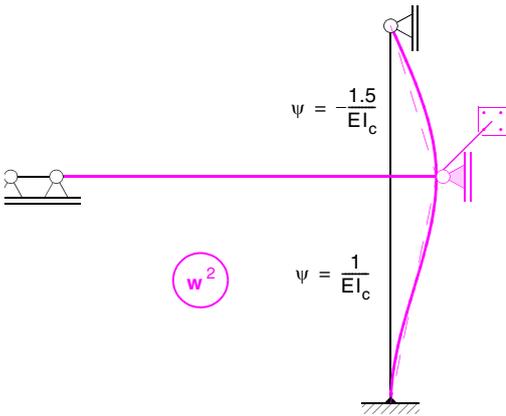
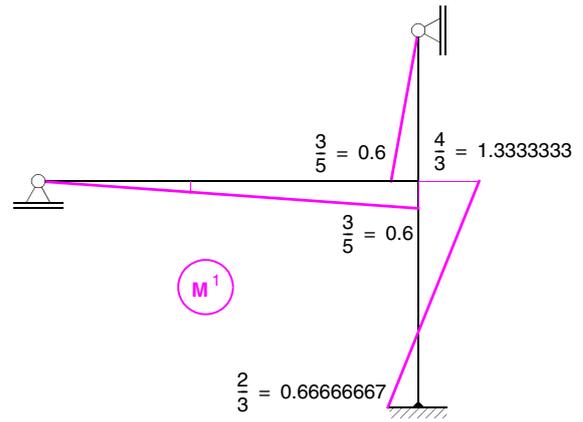
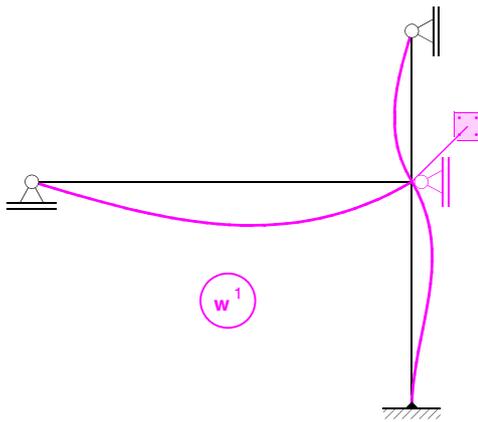
Aufgabe 9 (13 Punkte)

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.





$$\sum M_c = (0.6 + 0.6 + 1.3333333) \cdot Y_1 + (2 - 0.9) \cdot Y_2 - 16.8 - 3.2 + 9 = 0$$

$$\sum \bar{W} = [0.6 \cdot (-1.5) + (1.3333333 + 0.66666667) \cdot 1] \cdot Y_1 + [(2 + 2) \cdot 1 + (-0.9) \cdot (-1.5)] \cdot Y_2 + (-3.2) \cdot (-1.5) + 36 \cdot 1.5 + 12 \cdot 2 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2.5333333 & 1.1 \\ 1.1 & 5.35 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -11 \\ 82.8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12.146638 \\ -17.974075 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_{ac} \\ M_{ca} \\ M_{cb} \\ M_{cd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 & 0.66666667 & 2 \\ 9 & 1.33333333 & 2 \\ -16.8 & 0.6 & 0 \\ -3.2 & 0.6 & -0.9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 12.146638 \\ -17.974075 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -36.850392 \\ -10.752633 \\ -9.5120173 \\ 20.26465 \end{bmatrix}$$

