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

Modulprüfung Baustatik I am 12. Februar 2014

Name: . . . .

Matr.-Nr.: . . . .

In dieser Klausur werden 10 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.

Beachten Sie die anliegenden Systemskizzen!

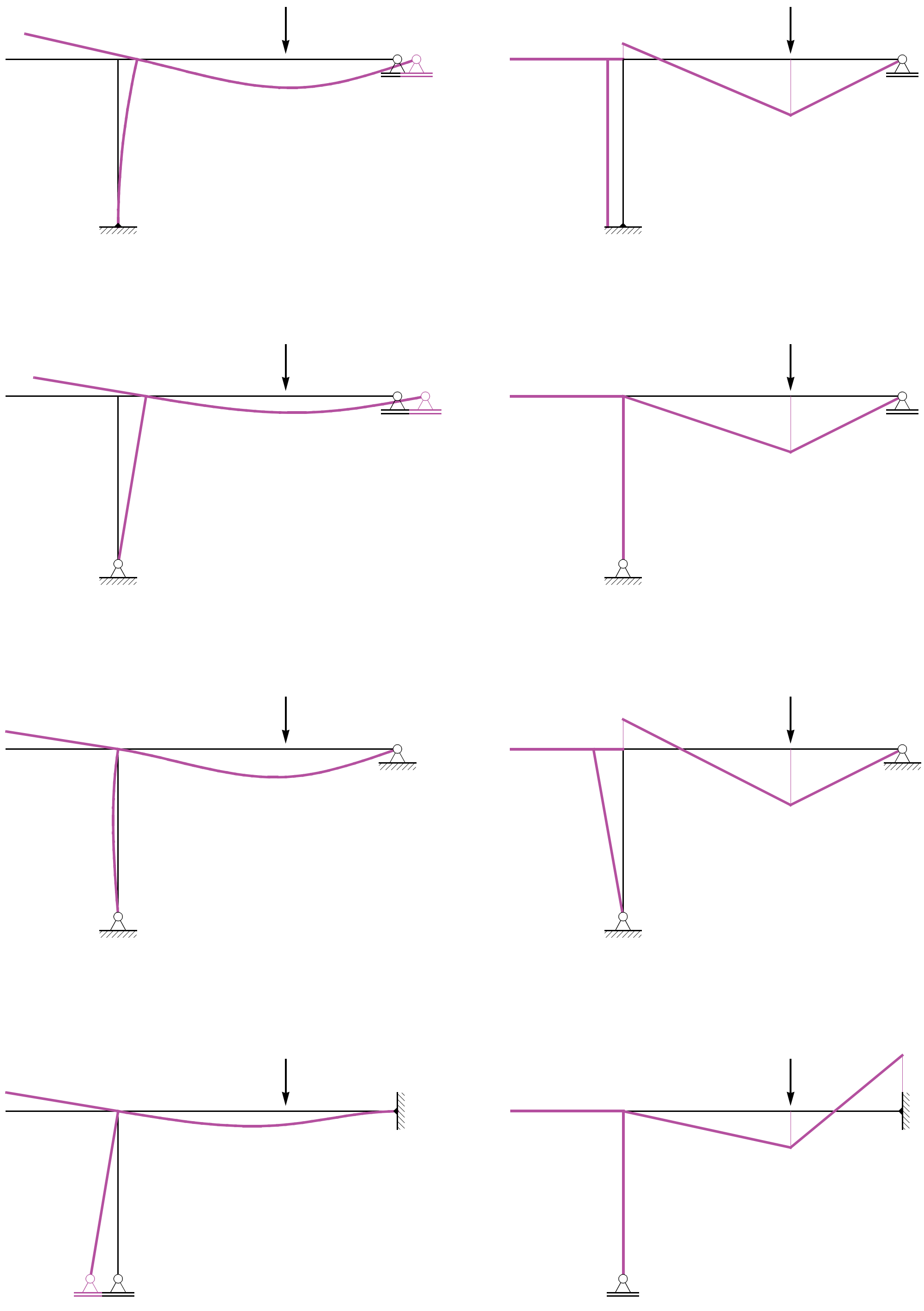
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe
Punkte											

Aufgabe 1 (4 Punkte)

Erläutern Sie die Begriffe Eigenarbeit und Verschiebungsarbeit.

Aufgabe 2 (8 Punkte)

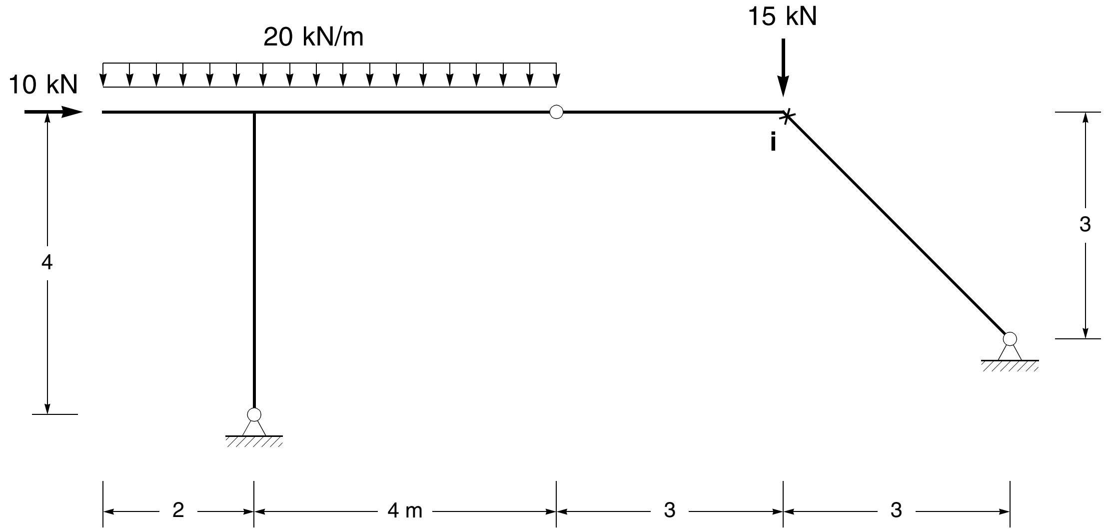
Skizzieren Sie für die nachfolgend dargestellten Systeme qualitativ die Verformung und die Momentenlinie infolge der angegebenen Einzelkraft. Krümmungen sind in den Skizzen deutlich zu kennzeichnen!

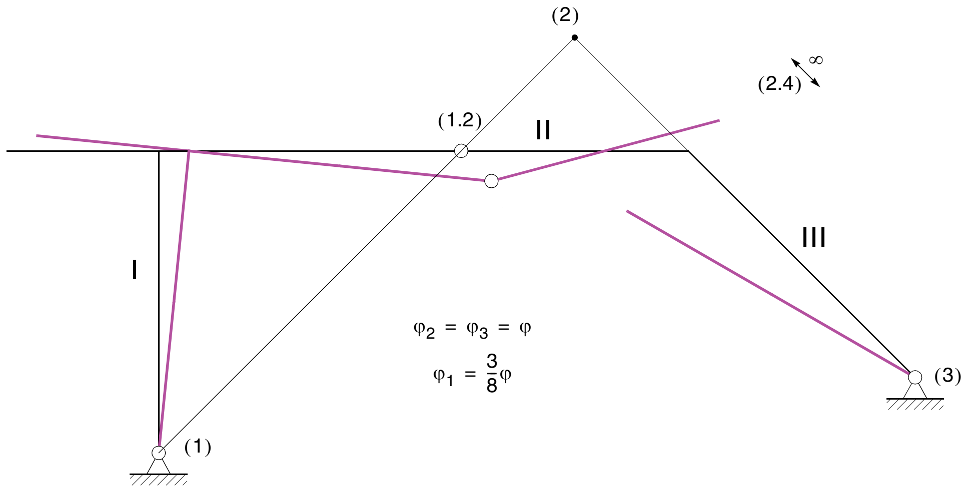


Aufgabe 3 (9 Punkte)

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

Polplan und virtuelle Verschiebungsfigur sind darzustellen.





$$\sum \overline{W} = 0: \quad -V_i \cdot \varphi \cdot 1.5\sqrt{2} - V_i \cdot \varphi \cdot 3\sqrt{2} - 15 \cdot \varphi \cdot 1.5 + 120 \cdot \frac{3}{8}\varphi \cdot 1 + 10 \cdot \frac{3}{8}\varphi \cdot 4 \quad = \ 0$$

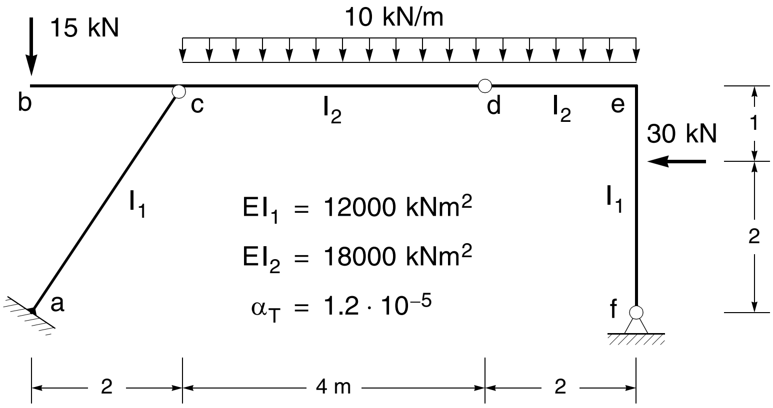
$$\Rightarrow V_i \ = \ -5.8925565$$

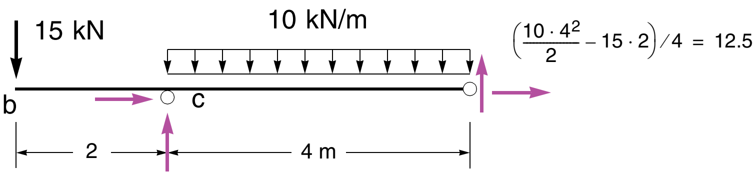
Aufgabe 4 (12 Punkte)

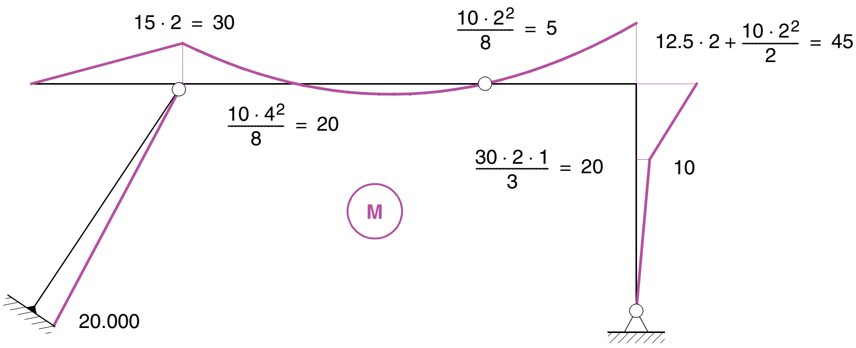
Gegeben ist das nachfolgend dargestellte System.

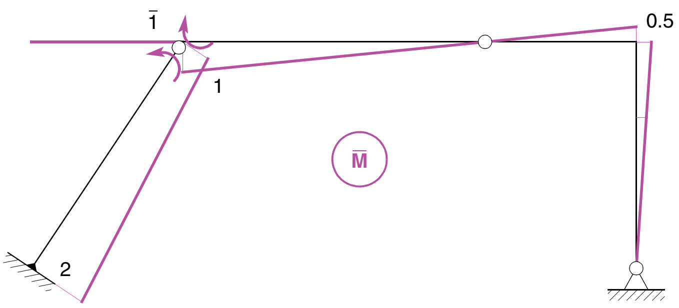
4.1 Ermitteln Sie die Relativdrehung der Tangenten (Knick) im Punkt c infolge der angegebenen Belastung.

4.2 Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung des Punktes b infolge einer gleichmäßigen Erwärmung des Stabes a – c um 30°.





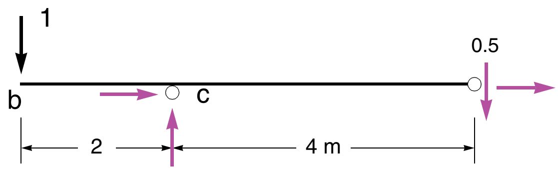




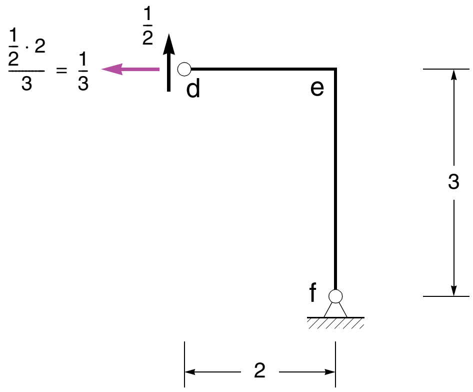
$$\Delta\varphi'_c = 1.5 \cdot \sqrt{13} \cdot \frac{1}{6} \cdot 20 \cdot (2 \cdot 2 + 1) - 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 30 + 1.0 \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 20 + 1.0 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5 \cdot 45 - 1.0 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5 \cdot 5$$

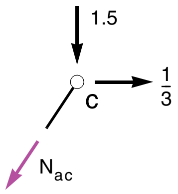
$$+ 1.5 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0.5 \cdot 45 - 1.5 \cdot 3 \cdot \frac{1}{6} \cdot 0.5 \cdot 20 \cdot \left(1 + \frac{2}{3}\right) = 111.38878$$

$$\Delta\varphi_c = \frac{111.38878}{18000} = 0.0061882657 \text{ rad}$$



$$1 + 0.5 = 1.5$$



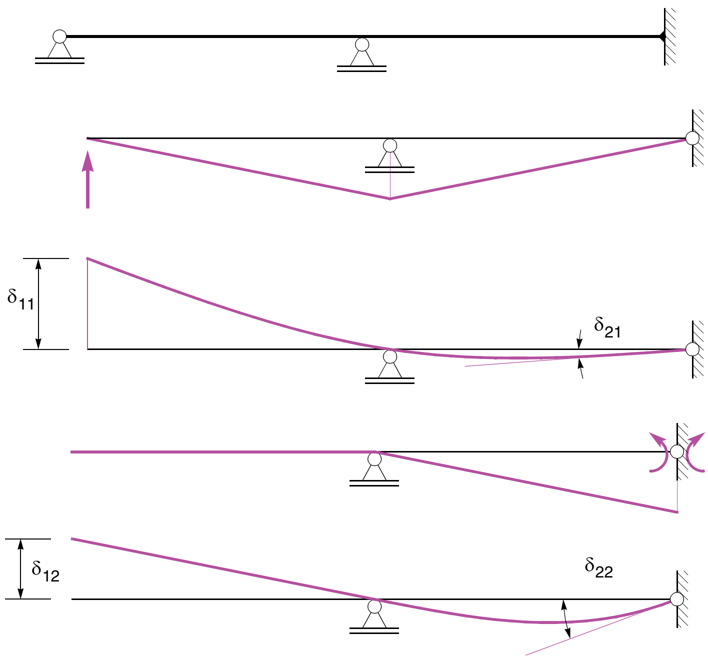


$$N_{ac} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} - 1.5 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = -1.0631754$$

$$\delta'_c = \sqrt{13} \cdot (-1.0631754) \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 = -0.00138$$

Aufgabe 5 (6 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.



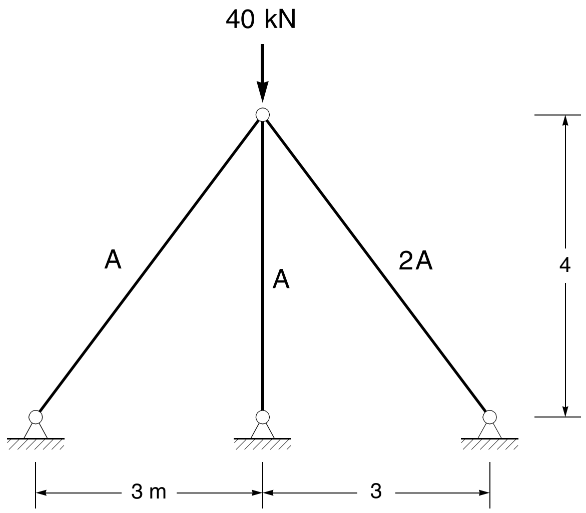
Aufgabe 6 (10 Punkte)

Gegeben ist das dargestellte System.

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

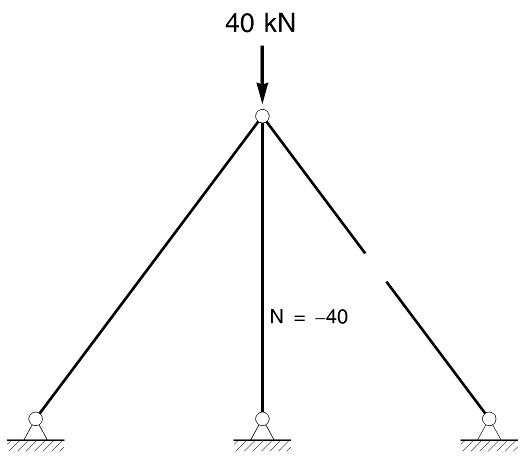
6.2 Ermitteln Sie die Normalkräfte in den Stäben infolge einer Abkühlung des senkrechten Stabes um 30°.

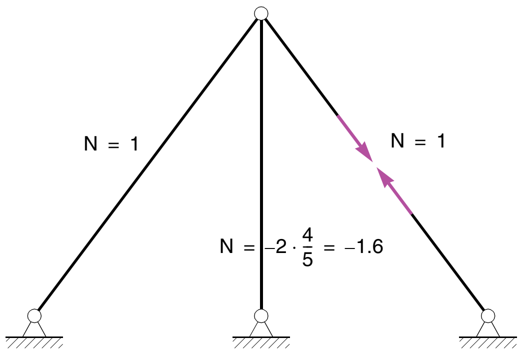
Die Verläufe der Normalkräfte brauchen nicht gezeichnet zu werden.



$EA = 25000$ kN

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

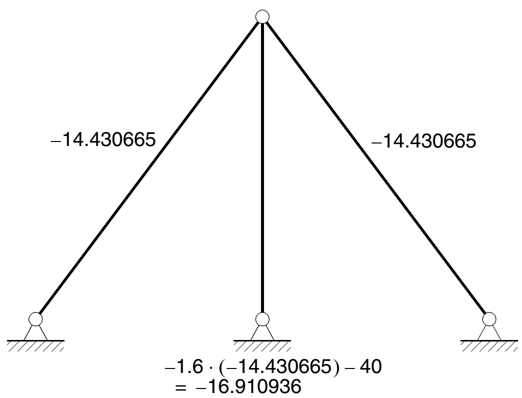




$\delta'_{11} = 1.0 \cdot 5 \cdot 1^2 + 2.0 \cdot 5 \cdot 1^2 + 2.0 \cdot 4 \cdot 1.6^2 = 35.48$

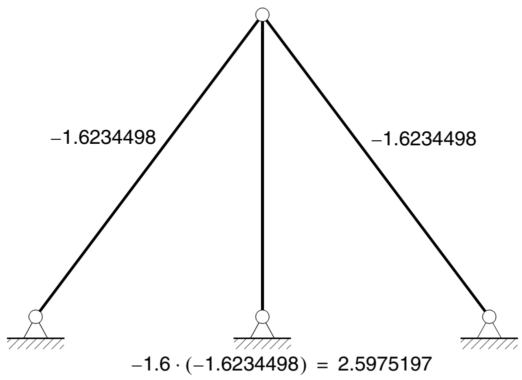
$\delta'_{10} = 2.0 \cdot 4 \cdot 1.6 \cdot 40 = 512$

$X = \frac{-512}{35.48} = -14.430665$



$\delta'_{10} = 25000 \cdot 4 \cdot 1.6 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 = 57.6$

$X = \frac{-57.6}{35.48} = -1.6234498$

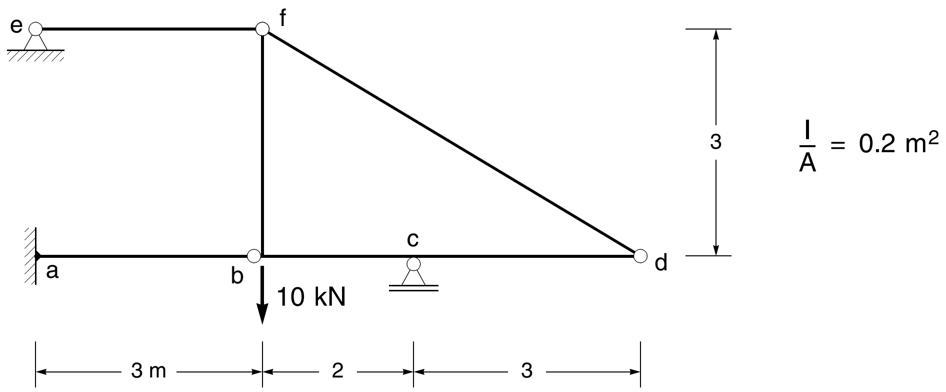


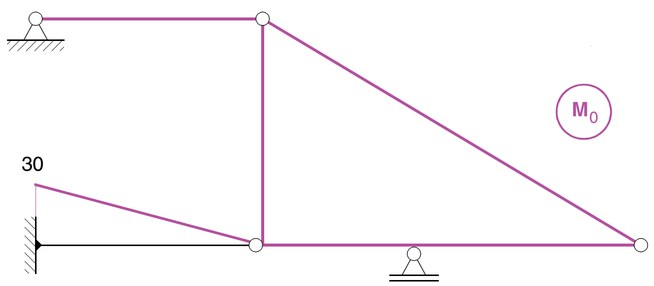
Aufgabe 7 (13 Punkte)

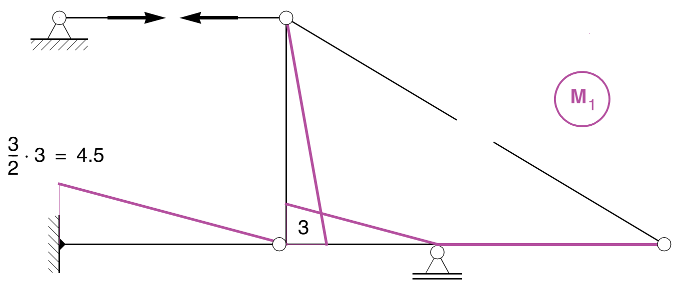
Das nachfolgend dargestellte System ist nach dem Kraftgrößenverfahren zu berechnen.

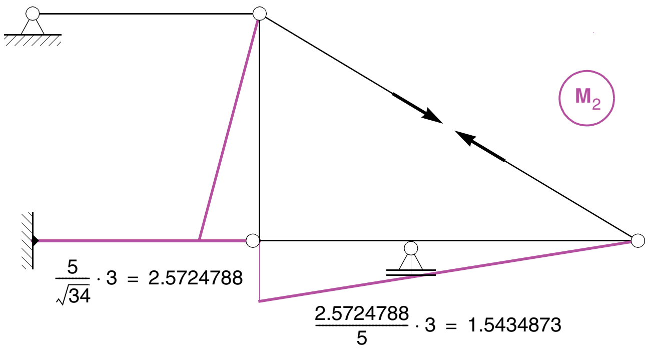
Ermitteln Sie die Momentenlinie sowie die Normalkräfte in den Pendelstäben infolge der angegebenen Belastung.

Die Normalkraftverformung in den Pendelstäben e – f und f – d ist zu berücksichtigen!









$$\delta'_{11} = 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4.5^2 + 5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3^2 + 0.2 \cdot 3 \cdot 1^2 = 35.85$$

$$\delta'_{12} = -3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot 2.5724788 - 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot 3 \cdot (2 \cdot 2.5724788 + 1.5434873) = -14.405881$$

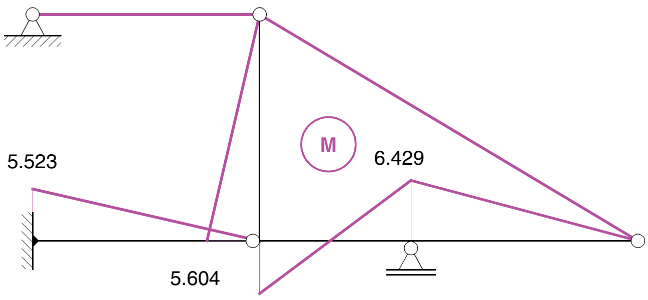
$$\delta'_{22} = 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2.5724788^2 + 0.2 \cdot \sqrt{34} \cdot 1^2 = 18.813249$$

$$\delta'_{10} = 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4.5 \cdot 30 = 135$$

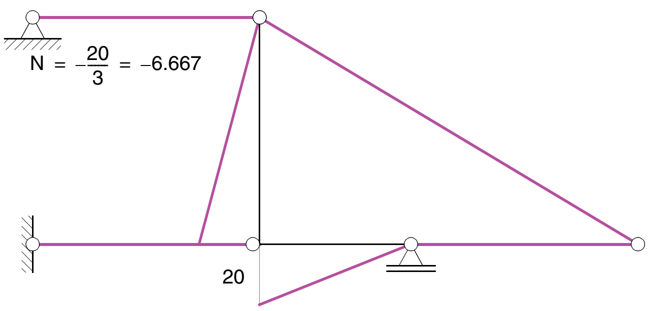
$$\delta'_{20} = 0$$

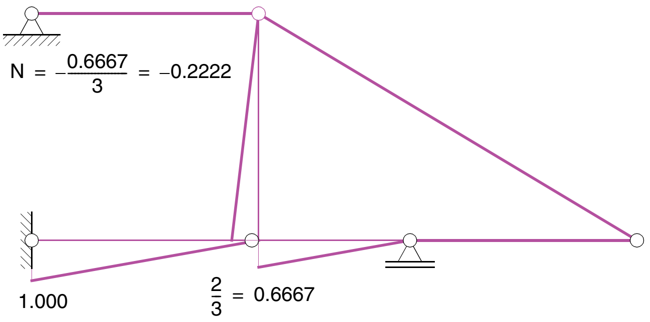
$$\begin{bmatrix} 35.85 & -14.405881 \\ -14.405881 & 18.813249 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 135 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5.4393865 \\ -4.1651048 \end{bmatrix}$$

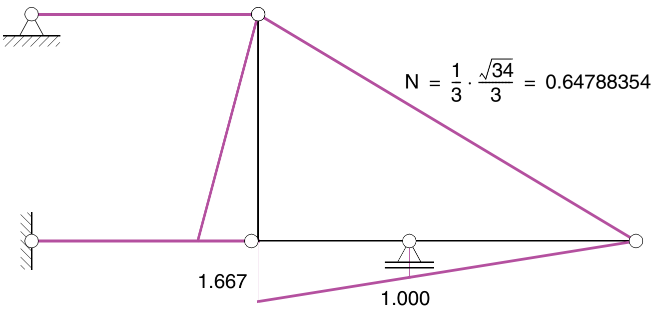
$$\begin{bmatrix} M_a \\ M_b \\ M_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30 & -4.5 & 0 \\ 0 & -3 & 2.5724788 \\ 0 & 0 & 1.5434873 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -5.4393865 \\ -4.1651048 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5.5227609 \\ 5.6035156 \\ -6.4287863 \end{bmatrix}$$

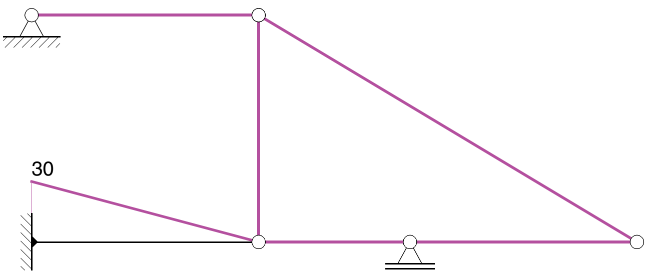


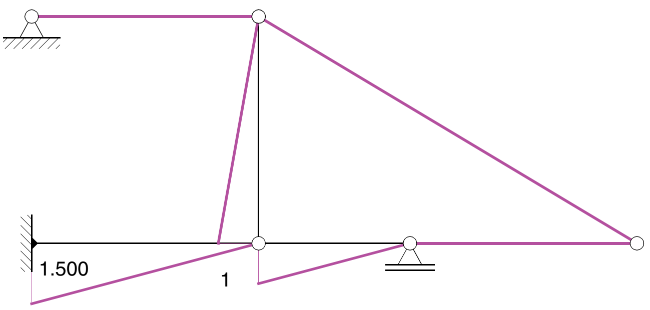
alternative Hauptsysteme

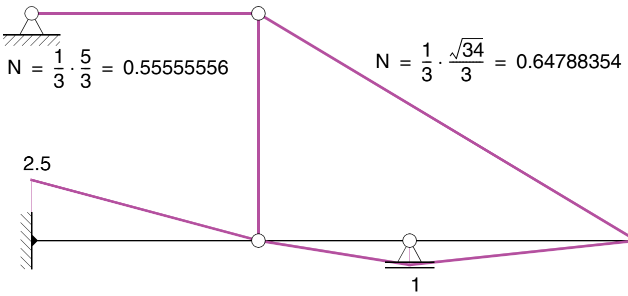


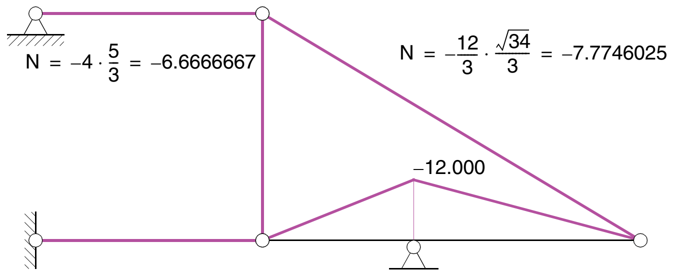

$N = -\frac{0.6667}{3} = -0.2222$
1.000
$\frac{2}{3} = 0.6667$

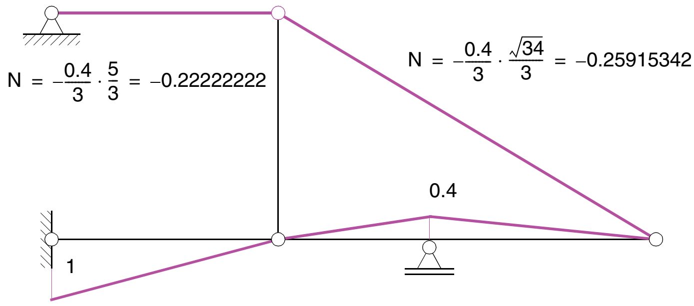

$N = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{34}}{3} = 0.64788354$
1.667
1.000

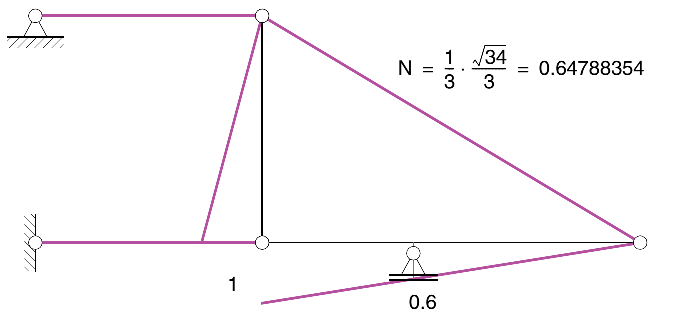

30


1.500
1


$N = \frac{1}{3} \cdot \frac{5}{3} = 0.55555556$
$N = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{34}}{3} = 0.64788354$
2.5
1







Aufgabe 8 (12 Punkte)

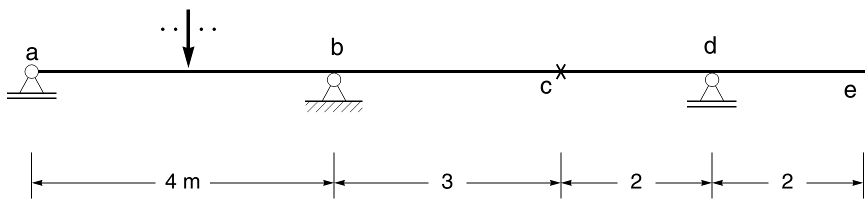
Für das dargestellte System soll die Einflusslinie für die Querkraft im Punkt c ermittelt werden.

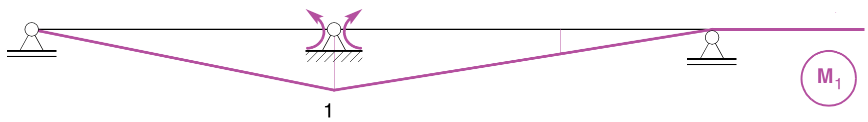
8.1 Ermitteln Sie die für die Berechnung der Einflusslinie erforderliche Momentenlinie.

8.2 Berechnen Sie die Ordinate der Einflusslinie links von Punkt c.

8.3 Berechnen Sie die Ordinate der Einflusslinie im Punkt e.

8.4 Skizzieren Sie die Einflusslinie.

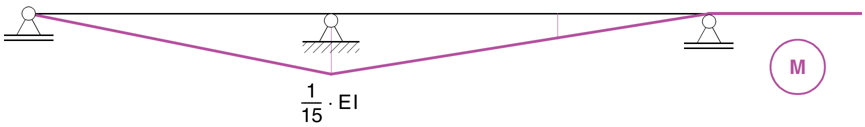


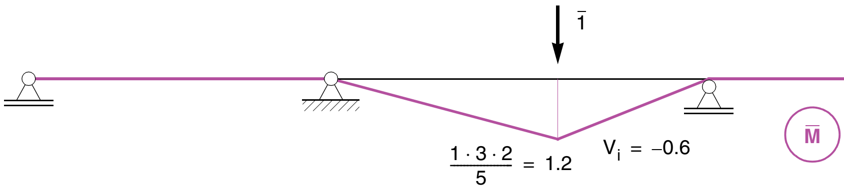


$$\delta'_{11} = 9 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1^2 = 3$$

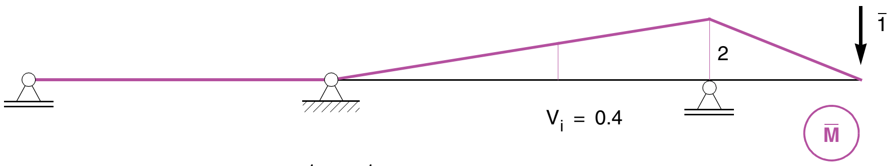
$$\delta'_{10} = -EI \cdot \left(-\frac{1}{5}\right) \cdot (-1) = -\frac{1}{5}EI$$

$$X_1 = -\frac{-\frac{1}{5}EI}{3} = \frac{1}{15} \cdot EI$$

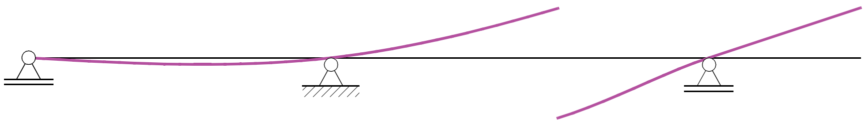




$$\eta_{c,\,li} = 5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1.2 \cdot \frac{1}{15} \cdot (1 + 0.4) - (-0.6) \cdot (-1) = -0.50666667$$

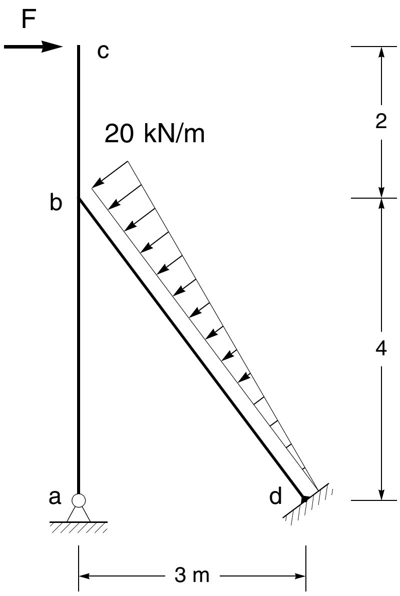


$$\eta_e = -5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 2 \cdot \frac{1}{15} - (-0.4) \cdot (-1) = -0.51111111$$



Aufgabe 9 (4 Punkte)

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



$$F \cdot 2 = \frac{20 \cdot 5^2}{20}$$

$$F = 12.5$$

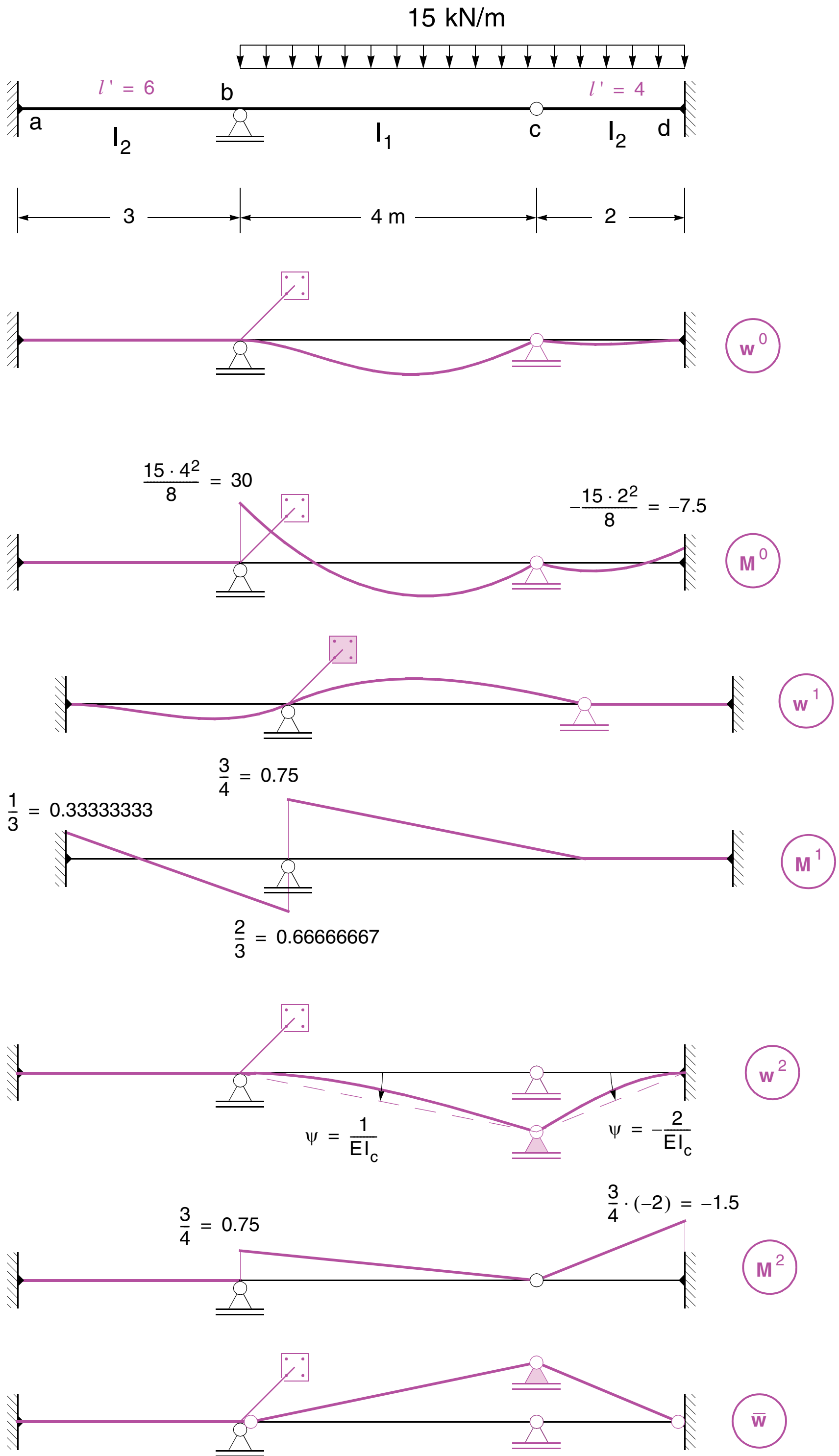
Aufgabe 10 (12 Punkte)

Das dargestellte System ist nach dem Drehwinkelverfahren zu berechnen.

10.1 Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge der angegebenen Belastung.

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

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



$$\sum M_b = (0.75 + 0.66666667)\cdot Y_1 + \frac{3}{4}\cdot Y_2 + 30 = 0$$

$$\sum \overline{W} = \frac{3}{4}\cdot 1\cdot Y_1 + (0.75\cdot 1 - 1.5\cdot(-2))\cdot Y_2 + 30\cdot 1 - 7.5\cdot(-2) - 60\cdot 2 - 30\cdot 2 = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1.4166667 & 0.75 \\ 0.75 & 3.75 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 30 \\ -135 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -45 \\ 45 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_{ab} \\ M_{ba} \\ M_{bc} \\ M_{dc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0.33333333 & 0 \\ 0 & 0.66666667 & 0 \\ 30 & 0.75 & 0.75 \\ -7.5 & 0 & -1.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -45 \\ 45 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -15 \\ -30 \\ 30 \\ -75 \end{bmatrix}$$