

Bachelorprüfung Herbst 2017

Modul 18 (BI)

Baustatik II und III (PO 2013)

Klausur am 18.8.2017

Name: _____ Vorname: _____ Matrikelnummer: _____
(bitte deutlich schreiben) (9stellig!)

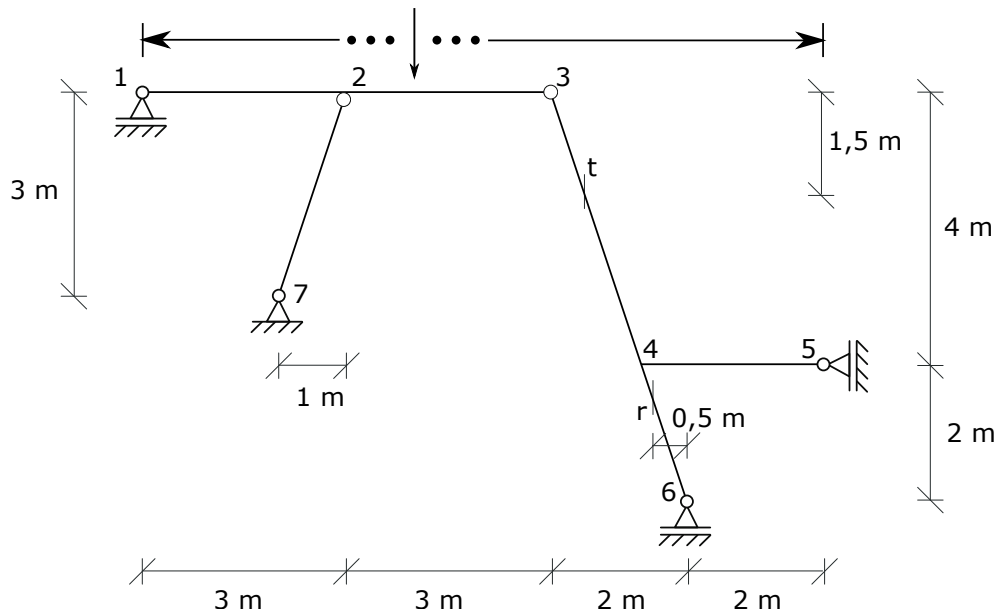
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	Summe
mögliche Punkte	30	27	18	30	6	37,5	31,5	180
erreichte Punkte								

Wichtige Hinweise

- Dauer der Klausur: 180 Minuten, davon 30 Minuten für Aufgaben ohne Hilfsmittel (Typ I), 150 Minuten für Aufgaben mit Hilfsmittel (Typ II).
- Prüfen Sie, ob alle Aufgabenblätter vorhanden sind.
- Schreiben Sie auf das Deckblatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Geben Sie bei den Aufgaben, die ohne Hilfsmittel zu bearbeiten sind, Ihre Lösungen auf den Aufgabenblättern an. Bei Bedarf können Sie weiteres farbiges Schreibpapier anfordern. Verwenden Sie hierfür kein eigenes Papier.
- Die Aufgabenblätter zu den Aufgaben, die mit Hilfsmitteln zu bearbeiten sind, sind zusammen mit den zugehörigen Lösungen abzugeben.
- Keine grünen Stifte verwenden.
- Die Lösungen sollen alle Nebenrechnungen und Zwischenergebnisse enthalten.
- Taschenrechner sind nur bei der Lösung der Aufgaben mit Hilfsmittel (Typ II) erlaubt. Programmierbare Rechner nur ohne Programmteil benutzen.
- Die Benutzung von anderen elektronischen Geräten (z.B. Laptops, Mobiltelefone, Tablets, etc.) ist nicht zulässig. Diese Geräte sind während der Klausur abzuschalten und so wegzulegen, dass ein unmittelbarer Zugriff, (z.B. aus Taschen in der Kleidung) nicht möglich ist und sind in Taschen zu verwahren (z.B. Aktentasche, Rucksack, o.ä.). Falls diese Regel nicht eingehalten wird, gilt dies als Täuschungsversuch.
- Das Verlassen des Klausorraumes zwischen Aufgaben Typ I und Typ II der Klausur ist nicht gestattet. Gleiches gilt für das Verlassen des Raumes vor Ablauf der Bearbeitungszeit.
- Toilettenbesuche sind nur einzeln unter Hinterlegung des Studentenausweises bei den Aufsichtspersonen gestattet.

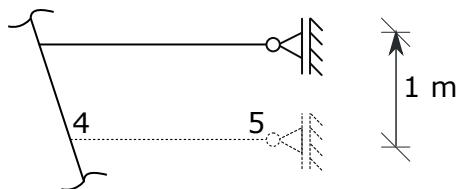
Aufgabe 2

(27 Punkte)



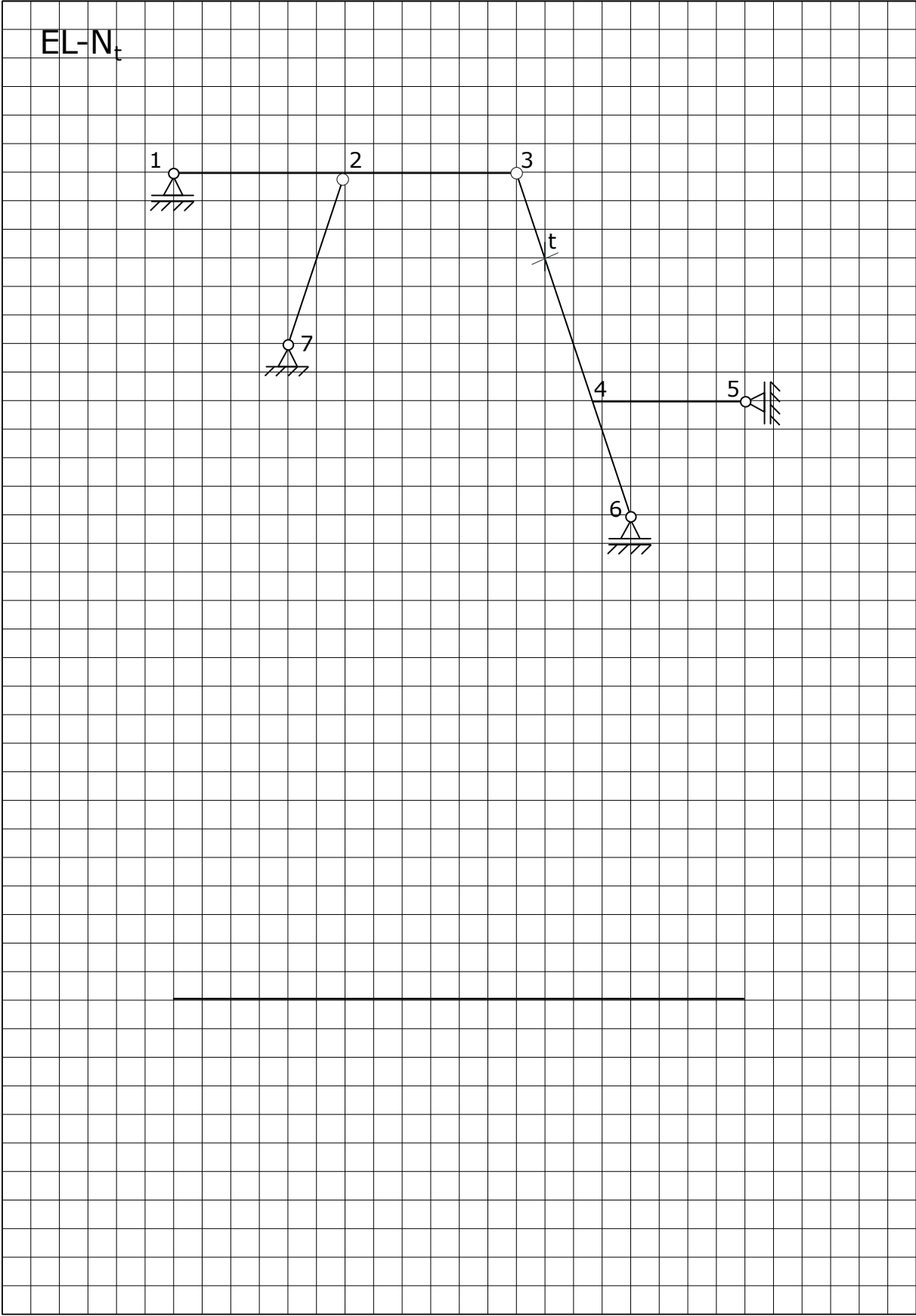
Bestimmen Sie für das dargestellte System die Einflusslinien für

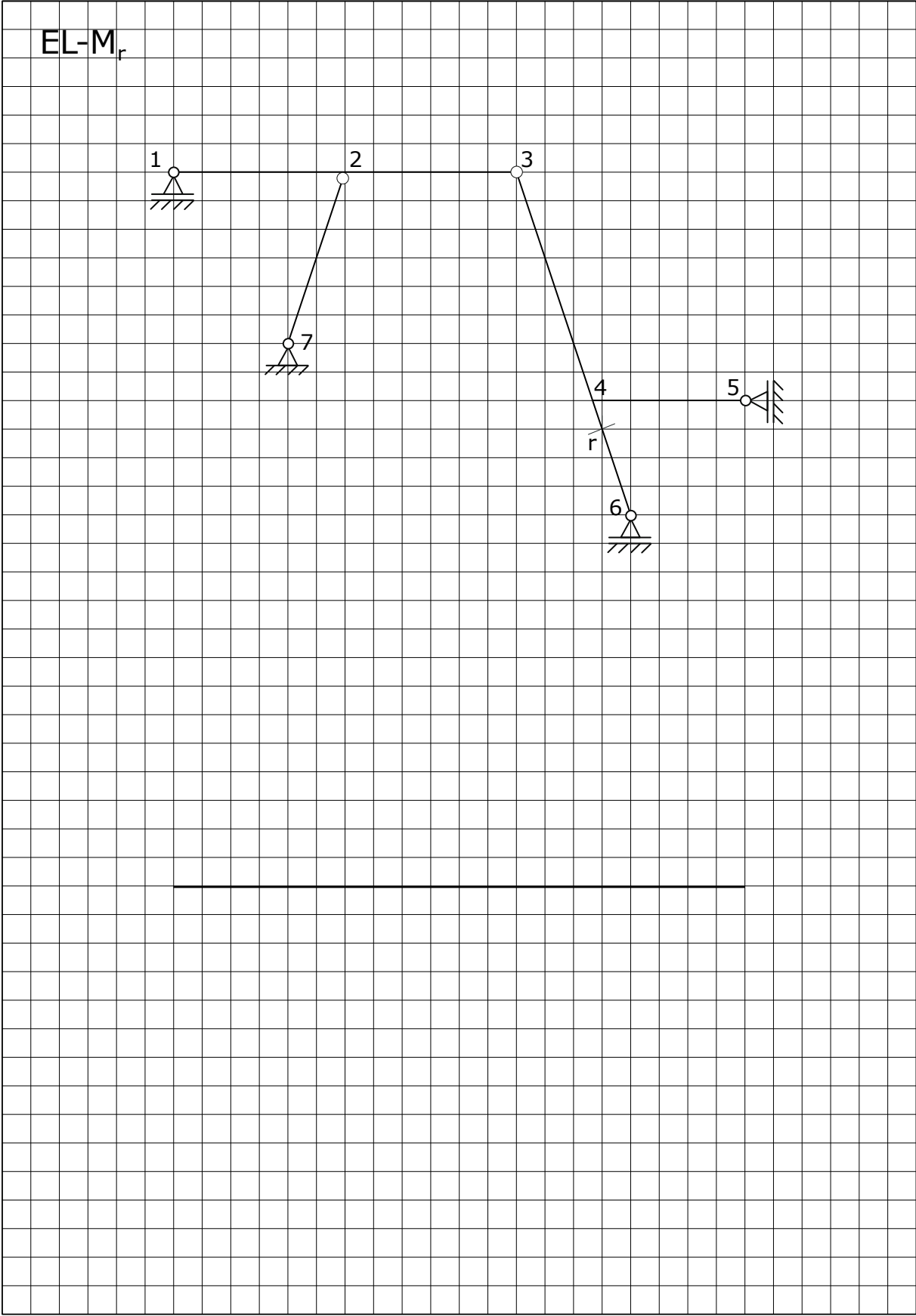
- (12 P.) die Normalkraft N_t im Punkt t . Bringen Sie auf den Lastgurt beliebig kürzbare konstante Streckenlasten mit einem Wert von 20 kN/m so auf, dass sich die maximale Drucknormalkraft im Punkt t einstellt und ermitteln Sie dafür den Wert für die Normalkraft N_t .
- (7 P.) das Moment M_r im Punkt r .
- (5 P.) die vertikale Auflagerkraft A_V am Knoten 6.
- (3 P.) Aufgrund einer Umbaumaßnahme wird der horizontale Stab 4-5 samt Auflager im Knoten 5 um 1 m nach oben versetzt (s. Skizze). Modifizieren Sie die in Aufgabenteil c) aufgestellte Einflusslinie unter Berücksichtigung der Umbaumaßnahme. Geben Sie an, wie sich die Auflagerlast $A_{V_{neu}}$ ändert, wenn im Knoten 3 eine vertikale Einzellast angreift ($A_{V_{neu}} < A_V$, $A_{V_{neu}} > A_V$ oder $A_{V_{neu}} = A_V$).



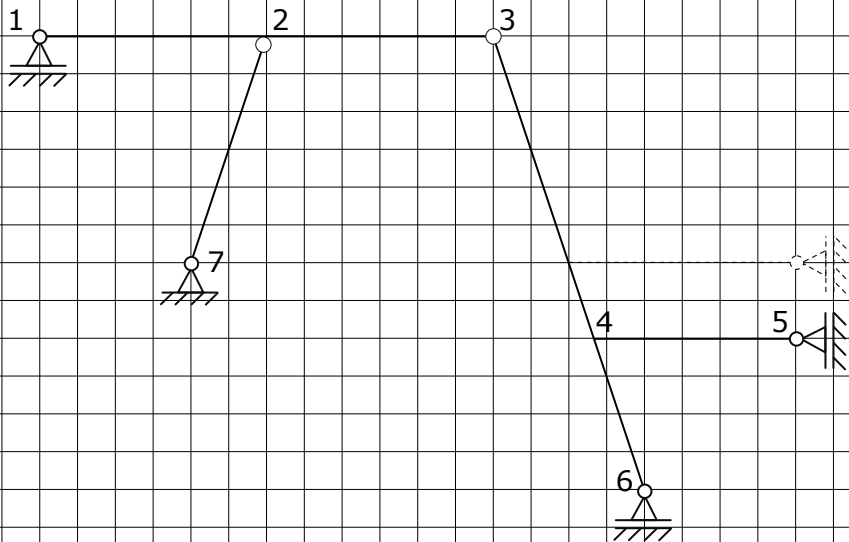
Der zu betrachtende Lastgurt des Systems ist 1-2-3-4-5.

Verwenden Sie die beigegefügt Lösungszettel mit der entsprechenden Kennzeichnung (N_t , M_r und A_V).





EL- A_y an Knoten 6



c)

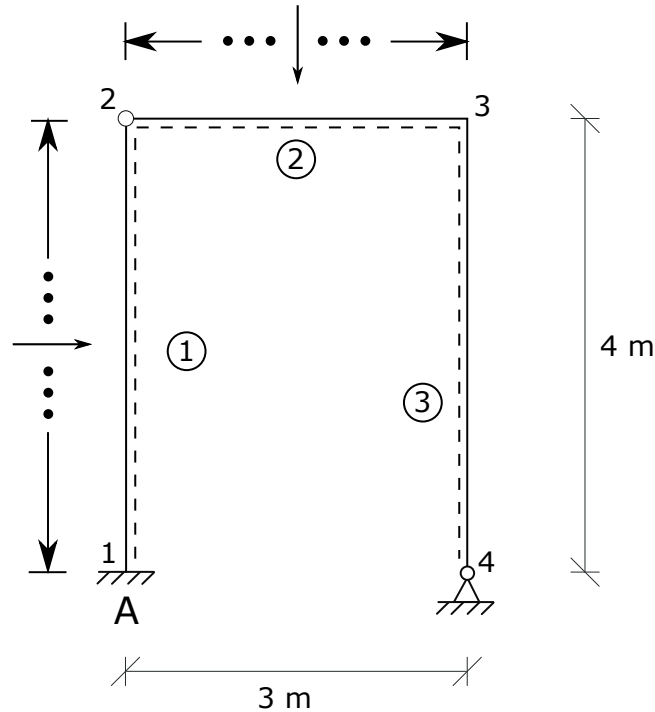


d)



Aufgabe 3

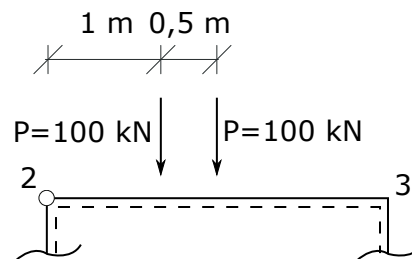
(18 Punkte)



Material:

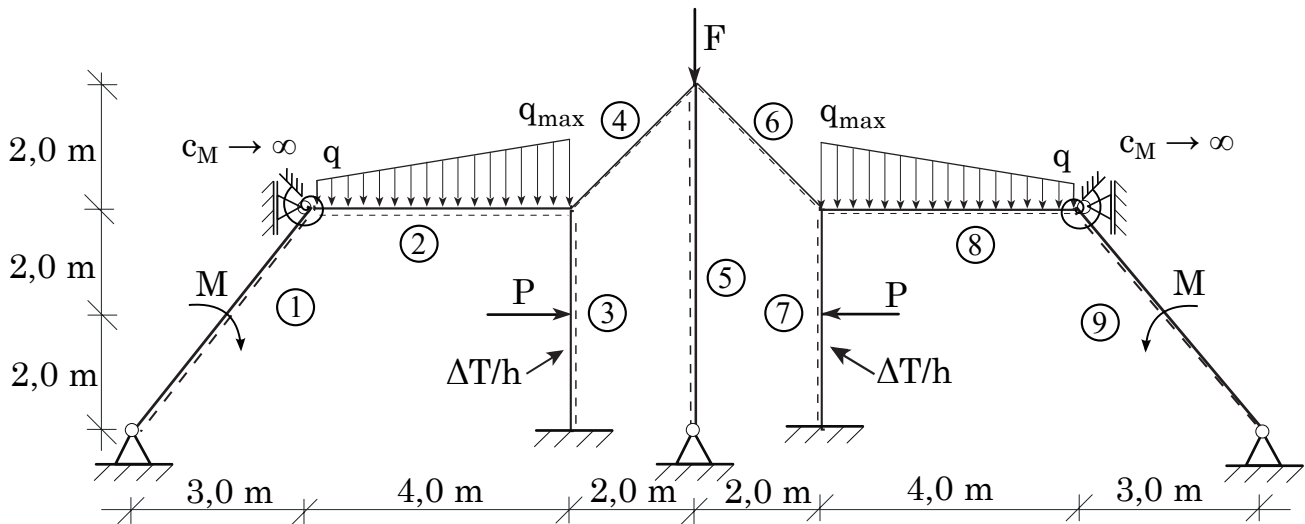
$$EI = 5000 \text{ kNm}^2; EA, GA_Q \rightarrow \infty$$

- (1 P.) Bestimmen Sie den Grad der statischen Unbestimmtheit n des dargestellten Systems.
- (14 P.) Ermitteln Sie die Einflusslinie des Einspannmoments M_A im Auflager A. Verwenden Sie hierfür das $(n - 1)$ -fach statisch unbestimmte System in Kombination mit dem ω -Verfahren. Die Wanderlast bewegt sich nur auf den **Stäben 1 und 2**, d.h. die Einflusslinie soll nur für diese Stäbe aufgestellt werden.
- (3 P.) Werten Sie das Einspannmoment für die unten aufgeführte Laststellung aus.



Aufgabe 4

(30 Punkte)



$$EI = 2 \cdot 10^4 \text{ kNm}^2$$

$$GA_Q \rightarrow \infty$$

$$\text{Stäbe 1,2,3,7,8,9: } EA \rightarrow \infty$$

$$\text{Stäbe 4,5,6: } EA = 2 \cdot 10^5 \text{ kN}$$

$$P = 50 \text{ kN}$$

$$F = 200 \text{ kN}$$

$$q = 100 \text{ kN/m}$$

$$q_{\max} = 200 \text{ kN/m}$$

$$M = 20 \text{ kNm}$$

$$\Delta T/h = -50 \text{ K/m}$$

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

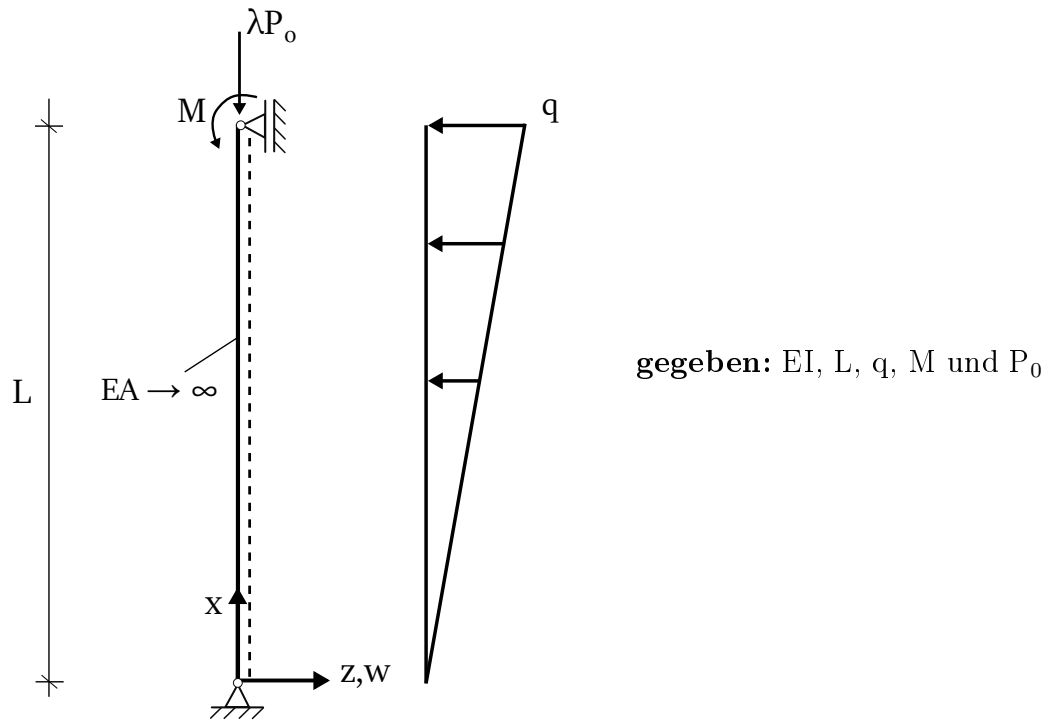
$$c_M \rightarrow \infty$$

- (2 P.) Bestimmen Sie den Grad der geometrischen Unbestimmtheit n_g des gezeigten Systems unter Berücksichtigung aller Randbedingungen und Materialparameter.
- (25 P.) Ermitteln Sie den Momentenverlauf des statischen Systems mit Hilfe des Weggrößenverfahrens und stellen Sie diesen grafisch dar.
- (3 P.) Wie muss die äußere Einzellast F verändert werden, sodass die vertikale Verschiebung am Angriffspunkt der Kraft F (oberes Ende von Stab 5) zu 0 wird?

Aufgabe 5

(6 Punkte)

Das dargestellte stabilitätsgefährdete statische System ist unter Berücksichtigung der dargestellten Lasteinleitung nach dem **Verfahren von Ritz** und unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen zu bearbeiten. Alle Geometrieparameter und Materialdaten sind der Systemskizze zu entnehmen.



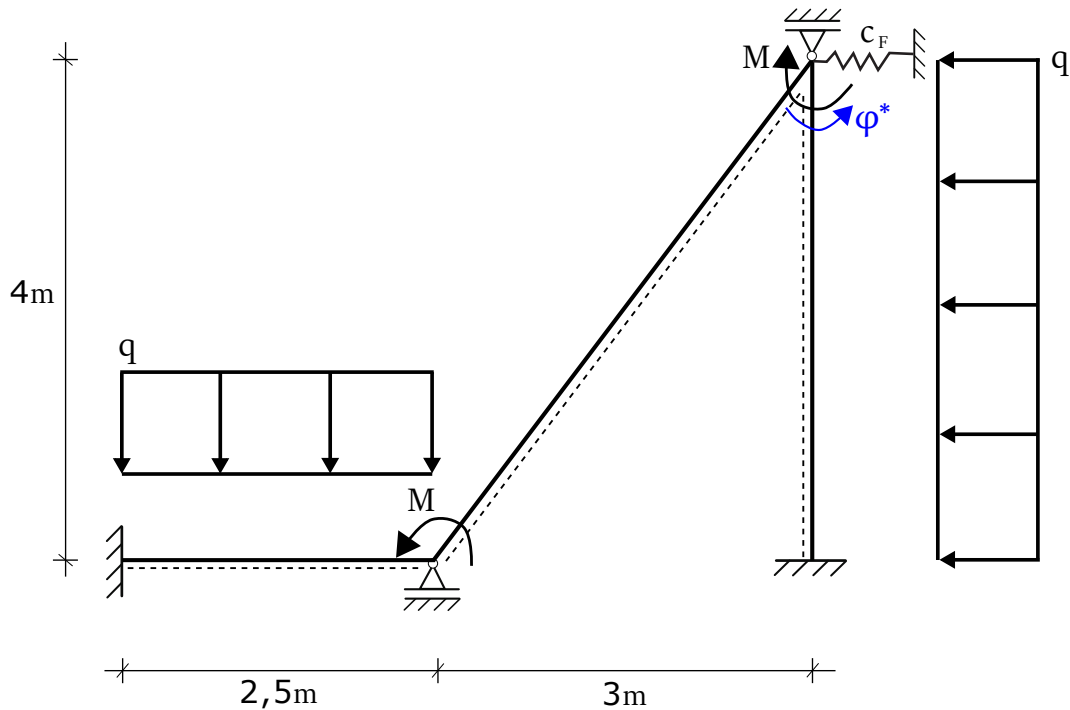
Hinweis: Bei der Bearbeitung der gesamten Aufgabe ist der Einfluss der Axialverzerrung $\varepsilon(x)$ bzw. der virtuellen Axialverzerrung $\delta\varepsilon(x)$ zu vernachlässigen!

- (4 P.) Geben Sie das Prinzip der virtuellen Verschiebungen für das dargestellte System an. Drücken Sie alle Schnittgrößen und virtuellen Krümmungen durch $w(x)$ bzw. Ableitungen von $w(x)$ aus.
- (1 P.) Zeichnen Sie die 1. Eigenform für den dargestellten Stab ein!
- (1 P.) An der Stelle $x=0$ wird eine Drehfeder mit der Drehfedersteifigkeit $c_M \rightarrow \infty$ eingefügt. Wie wird diese Modifikation beim Ritz Verfahren berücksichtigt? Und wie sieht dann die 1. Eigenform aus?

Aufgabe 6

(37,5 Punkte)

Für die dargestellte Konstruktion sollen die unbekanntenen Verformungen nach **Theorie 2. Ordnung** für einen Iterationsschritt bestimmt werden. Alle Materialparameter und Geometriedaten des statischen Systems sowie die Knotenverdrehung φ^* sind gegeben. Die Normalkräfte nach Theorie I. Ordnung wurden bereits, wie auf der folgenden Seite dargestellt, berechnet. Zug- und Nullstäbe können vereinfachend nach Theorie I. Ordnung gerechnet werden!



Material- und Querschnittswerte:

$$E = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

$$A = 70 \text{ cm}^2$$

$$I = 3500 \text{ cm}^4$$

$$c_F = 300 \text{ kN/m}$$

Belastung:

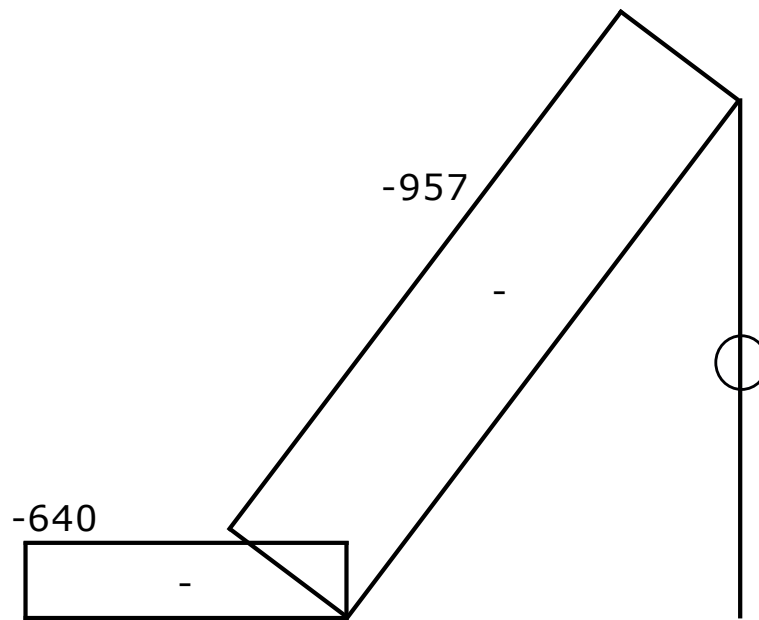
$$M = 800 \text{ kNm}$$

$$q = 500 \text{ kN/m}$$

vorgegebene Verformungen:

$$\varphi^* = -0,13754 \text{ rad}$$

- a) (1 P.) Skizzieren Sie die Verformungsfigur für die gegebene Belastung!
- b) (3 P.) Zeichnen Sie die unbekanntenen Knotenfreiheitsgrade ein!
- c) (22 P.) Berechnen Sie die zu den unbekanntenen Knotenfreiheitsgraden korrespondierende reduzierte Gesamtsteifigkeitsmatrix des Systems \mathbf{K}_{red} .
- d) (4,5 P.) Bestimmen Sie den reduzierten Systemlastvektor \mathbf{r}_{red} .
- e) (7 P.) Berechnen Sie die unbekanntenen Knotenfreiheitsgrade des Tragwerks und vergleichen Sie die berechneten Ergebnisse mit Ihrer erwarteten Verformungsfigur.

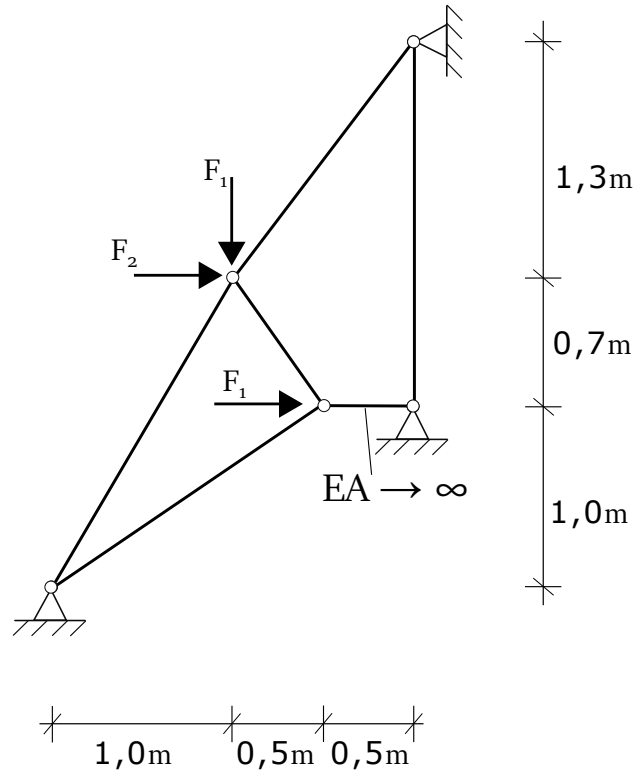


Normalkräfte nach Theorie I. Ordnung [kN]

Aufgabe 7

(31,5 Punkte)

Das dargestellte Fachwerkssystem ist mit den Einzelkräften F_1 und F_2 belastet. Alle Materialparameter und Geometriedaten sind der Systemskizze zu entnehmen. Alle Berechnungen sind mit Hilfe der **Finite Elemente Methode** auf Basis linearer Ansatzfunktionen durchzuführen. Verwenden Sie bei der Berechnung die mit diesen Ansätzen erhaltenen Steifigkeitsmatrizen.



Material- und Querschnittswerte:

$$EA = 105000 \text{ kN}$$

Belastung:

$$F_1 = 500 \text{ kN}$$

$$F_2 = 900 \text{ kN}$$

- (1 P.) Skizzieren Sie die Verformungsfigur für das gegebene System.
- (4 P.) Wieviele unabhängige Freiheitsgrade hat das System?
- (21,5 P.) Bestimmen Sie die zu den unbekanntenen Knotenfreiheitsgraden korrespondierende reduzierte Gesamtsteifigkeitsmatrix \mathbf{K}_{red} des Systems.
- (1 P.) Bestimmen Sie den reduzierten Systemknotenlastvektor \mathbf{r}_{red} .
- (4 P.) Berechnen Sie die Verformungen \mathbf{u} des Systems und vergleichen Sie die berechneten Ergebnisse mit Ihrer erwarteten Verformungsfigur.