

Bachelorprüfung Herbst 2019

Modul 18 (BI)

Baustatik II und III (PO 2013)

Klausur am 23.08.2019

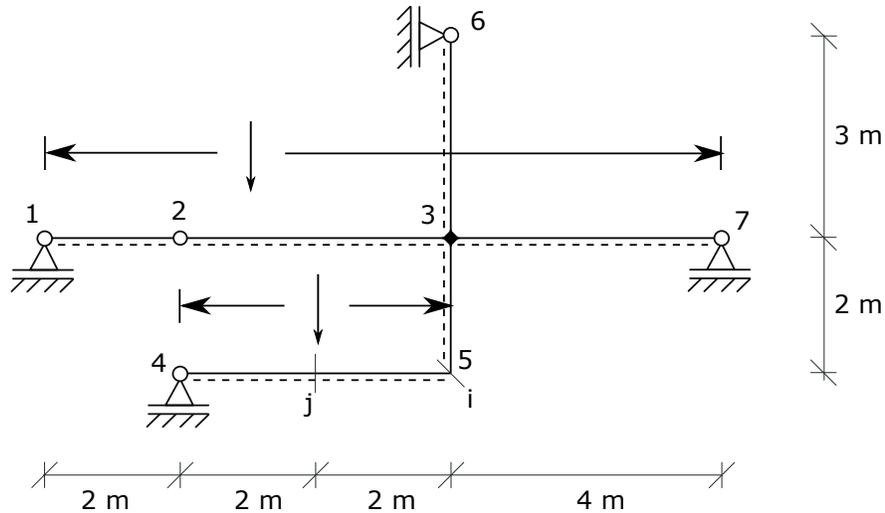
Name: _____ Vorname: _____ Matrikelnummer: _____
(bitte deutlich schreiben) (9stellig!)

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
mögliche Punkte	60	20	15	30	19	36	180
erreichte Punkte							

Wichtige Hinweise

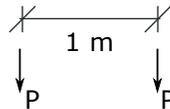
- Dauer der Klausur: 180 Minuten, davon 60 Minuten für Aufgaben ohne Hilfsmittel (Typ I), 120 Minuten für Aufgaben mit Hilfsmittel (Typ II).
- Prüfen Sie, ob alle Aufgabenblätter vorhanden sind.
- Schreiben Sie auf das Deckblatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Geben Sie bei den Aufgaben, die ohne 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 (20 Punkte)



Bestimmen Sie für das dargestellte System die Einflusslinien für

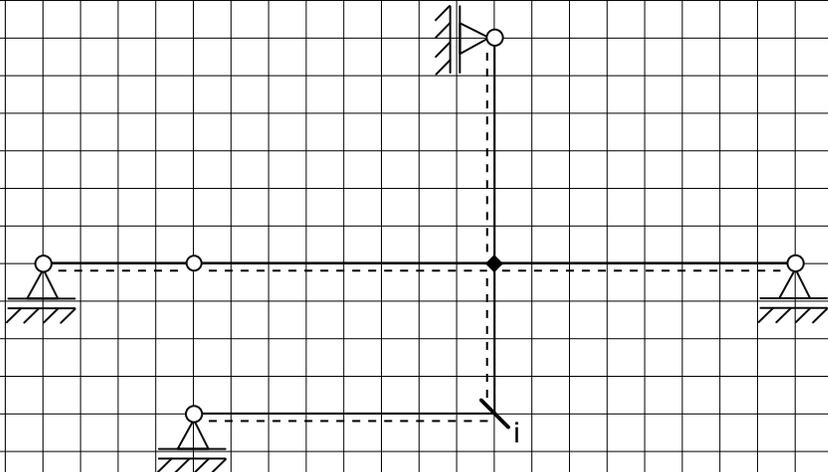
- (10 P.) das Moment M_i im Punkt i . Bringen Sie auf den Lastgurt beliebig kürzbare konstante Streckenlasten mit einem Wert von 10 kN/m so auf, dass sich das maximal positive Moment im Punkt i einstellt und ermitteln Sie dafür den Wert für das Moment M_i .
- (10 P.) die Querkraft Q_j im Punkt j . Zwei Einzellasten P mit einem Abstand von 1 m wandern über die Lastgurte des Systems, siehe untere Abbildung. An welcher Stelle müssen die Einzellasten stehen, damit die Querkraft an der Stelle j maximal positiv wird? Kennzeichnen Sie diese Laststellung an der Einflusslinie.



Die zu betrachtenden Lastgurte des Systems sind 1-2-3-7 und 4-5.

Verwenden Sie die beigegefügte Lösungszettel mit der entsprechenden Kennzeichnung (M_i und Q_j).

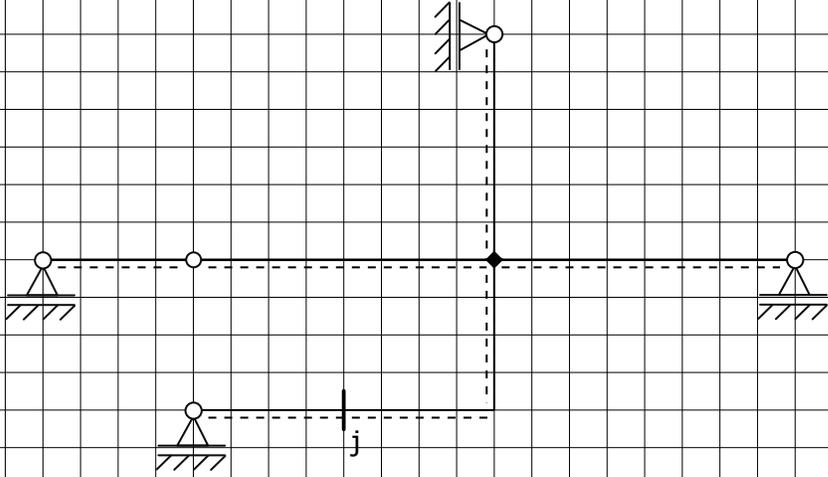
EL-M_i



Lastgurt:
1-2-3-7:

Lastgurt:
4-5:

EL-Q_j



Lastgurt:

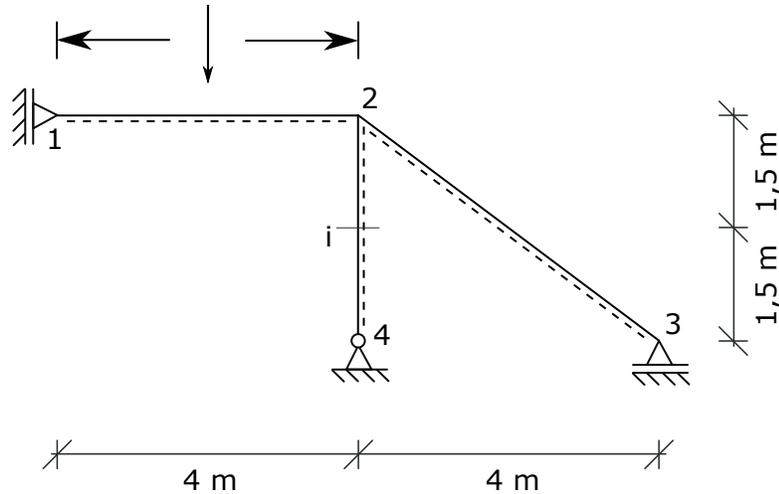
1-2-3-7: _____

Lastgurt:

4-5: _____

Aufgabe 3

(15 Punkte)



Material:

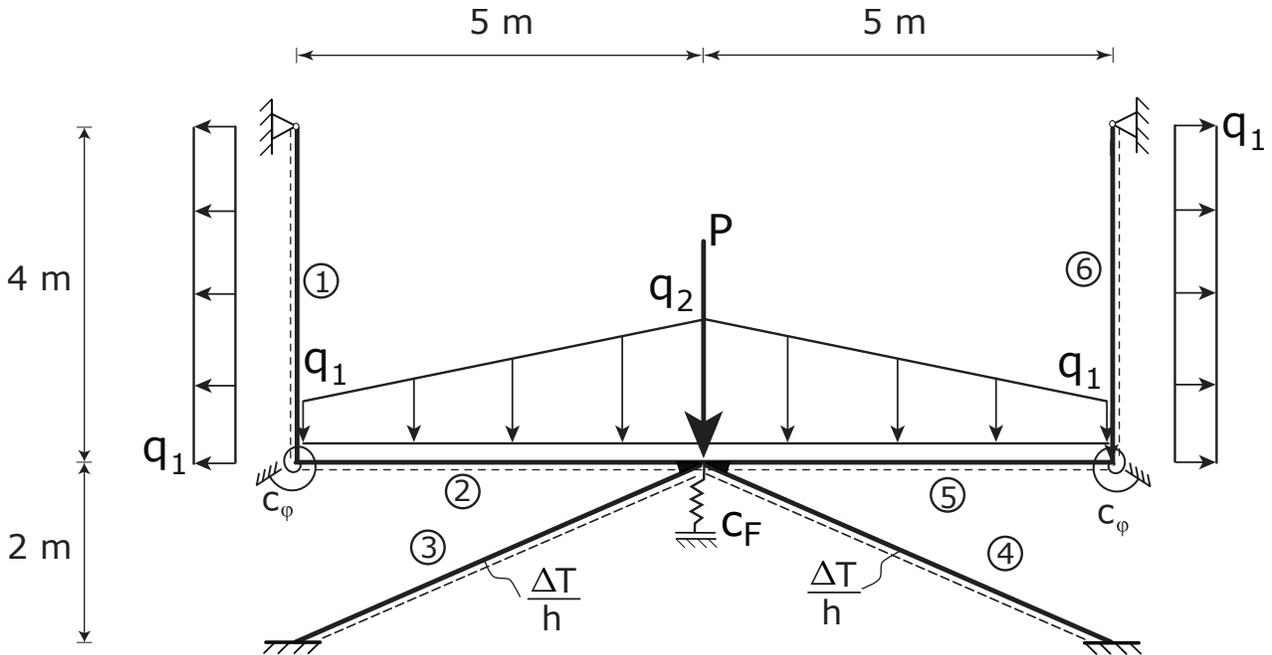
$$EI = 10^5 \text{ kNm}^2; EA, GA_Q \rightarrow \infty$$

- (1 P.) Bestimmen Sie den Grad der statischen Unbestimmtheit n des dargestellten Systems.
- (14 P.) Ermitteln Sie die Einflusslinie des Moments M_i an der Stelle i . Verwenden Sie hierfür das $(n - 1)$ -fach statisch unbestimmte System in Kombination mit dem ω -Verfahren.

Der zu betrachtende Lastgurt des Systems ist 1-2

Aufgabe 4

(30 Punkte)

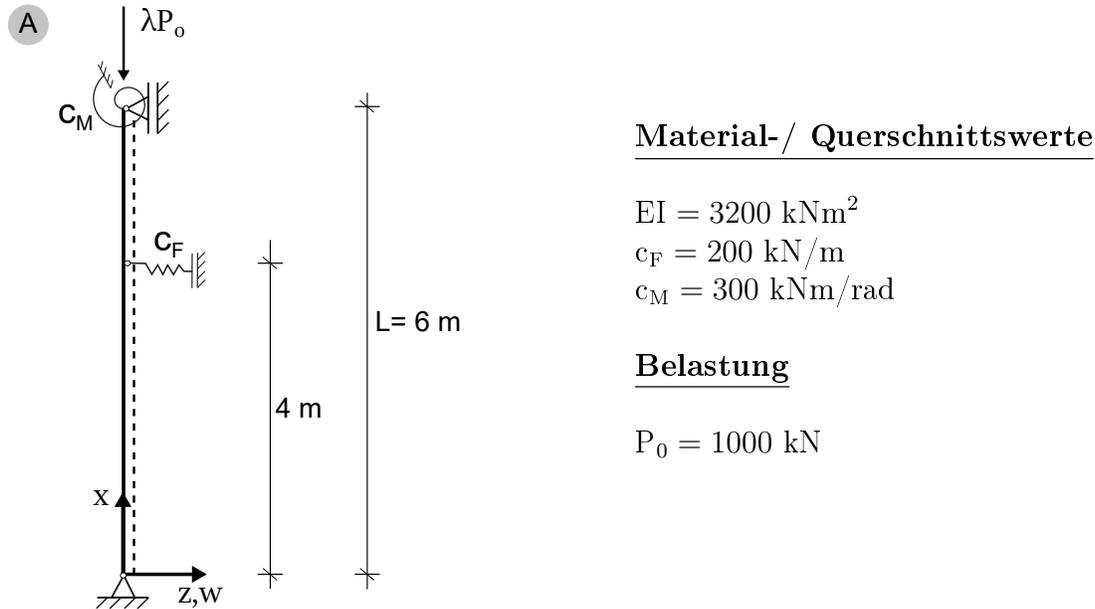


$q_1 = 10 \text{ kN/m}$	$EI = 4 \cdot 10^4 \text{ kNm}^2$
$q_2 = 40 \text{ kN/m}$	$GA_Q = \infty$
$P = 100 \text{ kN}$	$EA_{3,4} = 10^5 \text{ kN}$
$\frac{\Delta T}{h} = 50 \text{ K/m}$	$EA_{1,2,5,6} = \infty$
$\alpha_T = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	
	$c_\varphi = 5000 \text{ kNm/rad}$
	$c_F = 5 \cdot 10^4 \text{ kN/m}$

- (3 P.) Bestimmen Sie den Grad der geometrischen Unbestimmtheit n_g des gezeigten Systems unter Berücksichtigung aller Randbedingungen und Materialparameter.
- (27 P.) Ermitteln Sie den Momentenverlauf des statischen Systems mit Hilfe des Weggrößenverfahrens und stellen Sie diesen grafisch dar.

Aufgabe 5 (19 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 A zu entnehmen.

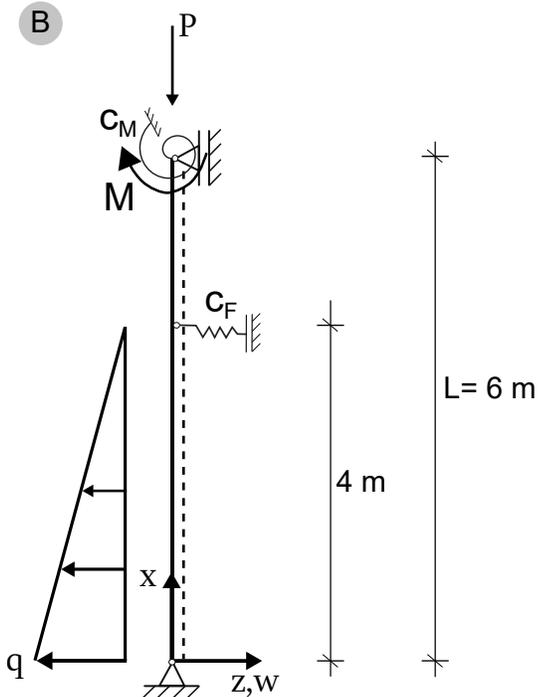


Hinweis: Bei der Bearbeitung der gesamten Aufgabe ist der Einfluss der Axialverzerrung $\varepsilon(x)$ bzw. der virtuellen Axialverzerrung $\delta\varepsilon(x)$ zu vernachlässigen.

- (4 P.) Geben Sie das Prinzip der virtuellen Verschiebungen für das dargestellte System an. Drücken Sie alle Schnittgrößen durch $w(x)$ bzw. Ableitungen von $w(x)$ und virtuellen Krümmungen durch die Ableitungen von $\delta w(x)$ aus.
- (1 P.) Folgender eingliedriger Basisfunktionsansatz ist gegeben:

$$h(x) = x(L - x)$$
 Prüfen Sie den Ansatz auf seine geometrische Zulässigkeit. Geben Sie dazu die geometrischen Randbedingungen an.
- (4 P.) Berechnen Sie mit Hilfe des gegebenen Verschiebungsansatzes aus Aufgabenteil b) alle Steifigkeitsmatrizen, die das gegebene System besitzt.
- (2 P.) Berechnen Sie die kritische Last für das gegebene System.

Das zuvor gegebene System wird nun mit einer Druckkraft P , einem Einzelmoment M an der Stelle $x = L$ und einer dreiecksförmigen Streckenlast mit dem maximal Wert q über eine Länge von 4 m belastet (Skizze B). Weiterhin soll der stabilitätsgefährdete Stab unter Berücksichtigung der dargestellten Lasteinleitung nach dem Verfahren von Ritz und unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen berechnet werden.



Material-/ Querschnittswerte

$EI = 3200 \text{ kNm}^2$
 $c_F = 200 \text{ kN/m}$
 $c_M = 300 \text{ kNm/rad}$

Belastung

$P = 1000 \text{ kN}$
 $M = 250 \text{ kNm}$
 $q = 160 \text{ kN/m}$

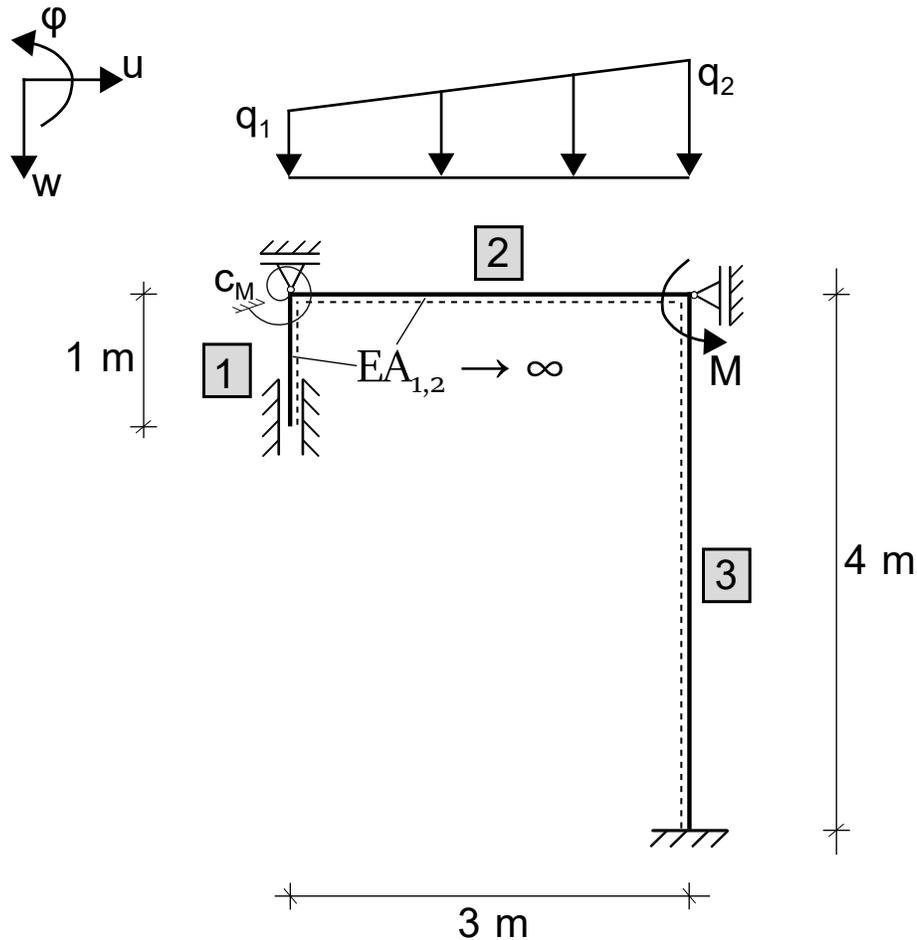
- e) (3 P.) Geben Sie das Prinzip der virtuellen Verschiebungen für das dargestellte System an. Drücken Sie alle Schnittgrößen durch $w(x)$ bzw. Ableitungen von $w(x)$ und virtuellen Krümmungen durch die Ableitungen von $\delta w(x)$ aus.
- f) (3 P.) Berechnen Sie mit Hilfe des gegebenen Verschiebungsansatzes aus Aufgabenteil b) den Lastvektor \mathbf{f} .
- g) (2 P.) Bei System A handelt es sich um ein homogenes Problem, wohingegen System B ein inhomogenes Problem darstellt. Erklären Sie stichpunktartig, wie sich die beiden Fälle unterscheiden. (**Hinweis:** keine Berechnung notwendig!)

Aufgabe 6

(36 Punkte)

Für die dargestellte Konstruktion sollen die unbekanntenen Verformungen nach **Theorie II. Ordnung** bestimmt werden. Alle Materialparameter und Geometriedaten des statischen Systems sowie die Belastungen sind bekannt und können der Systemskizze entnommen werden.

Die Normalkräfte nach Theorie I. Ordnung für das gegebene System wurden bereits, wie auf der folgenden Seite dargestellt, berechnet. Vereinfachend sollen zugbeanspruchte Stäbe und Nullstäbe nach Theorie I. Ordnung gerechnet werden!



Material- und Querschnittswerte:

$$EA_{1,2} \rightarrow \infty$$

$$EA_3 = 1.89 \cdot 10^7 \text{ kN}$$

$$EI_{1,2,3} = 5250 \text{ kNm}^2$$

$$c_M = 500 \text{ kNm/rad}$$

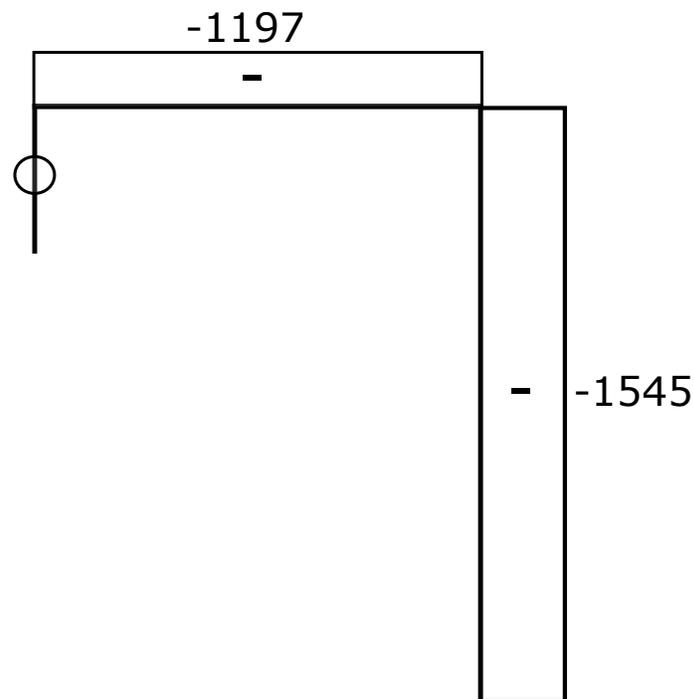
Belastung:

$$q_1 = 500 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = 1500 \text{ kN/m}$$

$$M = 400 \text{ kNm}$$

- a) (1,5 P.) Skizzieren Sie die Verformungsfigur für das System unter der gegebenen Belastung.
- b) (3 P.) Zeichnen Sie die unbekanntenen Knotenfreiheitsgrade ein.
- c) (20 P.) Berechnen Sie die zu den unbekanntenen Knotenfreiheitsgraden korrespondierende reduzierte Gesamtsteifigkeitsmatrix des Systems \mathbf{K}_{red} .
- d) (7,5 P.) Bestimmen Sie den reduzierten Systemlastvektor \mathbf{P} .
- e) (4 P.) Berechnen Sie die unbekanntenen Knotenfreiheitsgrade des Tragwerks und vergleichen Sie die berechneten Ergebnisse mit Ihrer erwarteten Verformungsfigur.



Normalkräfte nach Theorie I. Ordnung [kN]