Diplomprüfung Frühjahr 2006

Prüfungsfach

Statik

Klausur am 20.02.2006

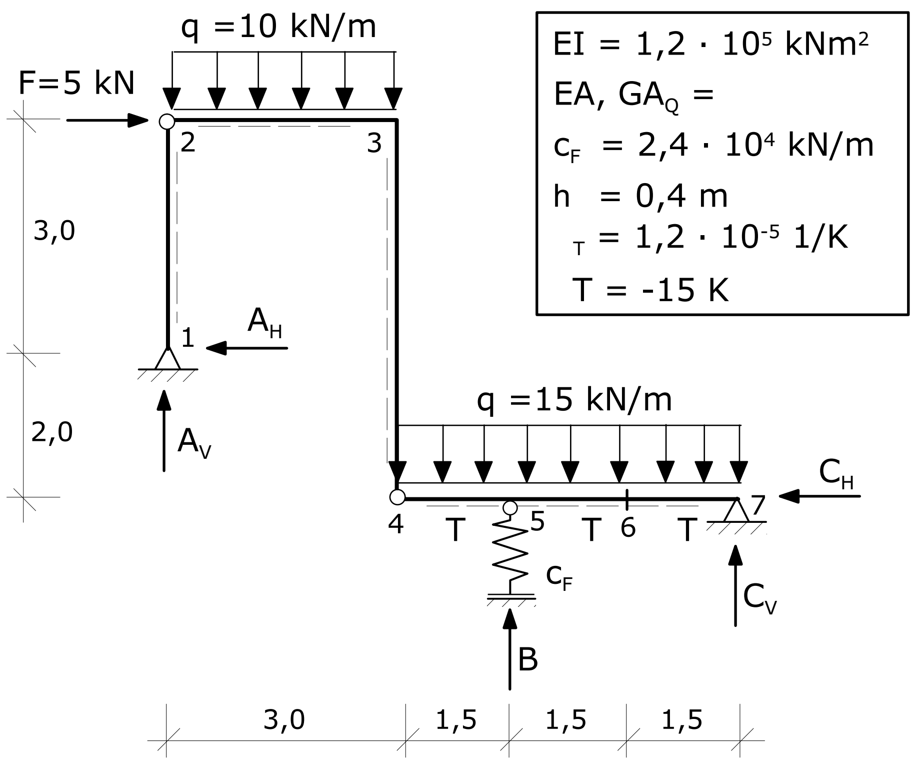
Name: ________________ Vorname: ________________ Matrikelnummer: ________________
(bitte deutlich schreiben) (9stellig!)

Aufgabe	~~1~~	~~2~~	~~3~~	4	5	6	7	8	9	Summe
mögliche Punkte	~~20~~	~~4~~	~~6~~	25	20	30	25	30	20	180
erreichte Punkte										

Wichtige Hinweise

- Dauer der Klausur: 3 Stunden, davon
  30 Minuten für Aufgaben ohne Hilfsmittel,
  2 Stunden 30 Minuten für Aufgaben mit Hilfsmitteln.
- 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.
- Programmierbare Rechner nur ohne Programmteil benutzen.
- Die Benutzung Programmgesteuerter Rechner (z.B Notebooks, Laptops, PDAs) ist nicht zulässig.
- Mobiltelefone sind während der Klausur abzuschalten und dürfen nicht benutzt werden.
- Toilettenbesuche sind nur einzeln unter Hinterlegung des Studentenausweises bei den Aufsichtspersonen gestattet.
- Keine Gleichungssysteme mit mehr als zwei Unbekannten lösen.

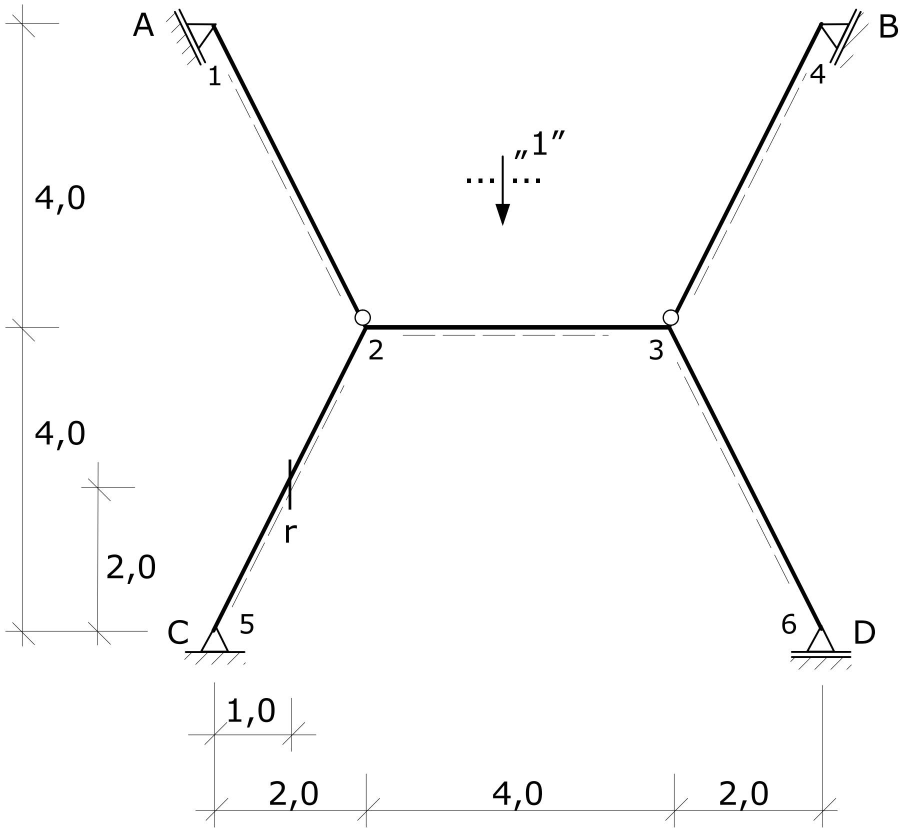
Aufgabe 4 (25 Punkte)



a) Für das dargestellte Tragwerk sind die Schnittkräfte N, Q und M zu ermitteln und graphisch darzustellen.

b) Berechnen Sie die vertikalen Verschiebungen der Knoten 4, 5, 6. Skizzieren Sie die Biegelinie des Stabes 4-5-6-7.

Aufgabe 5 (20 Punkte)

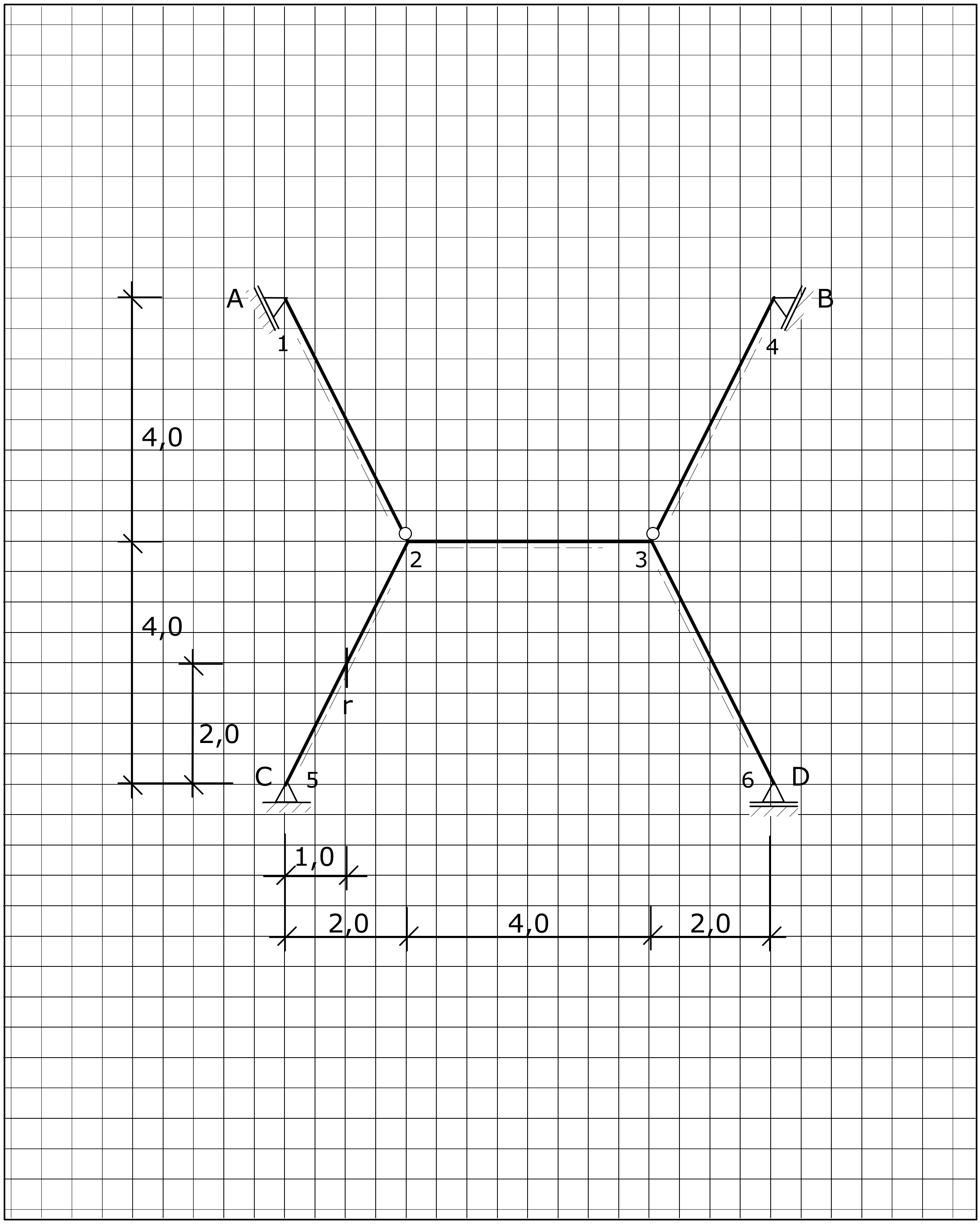


Gegeben sind vier vertikale Einzellasten $P_a = 10\text{kN}$, $P_b = 15\text{kN}$, $P_c = 20\text{kN}$ und $P_d = 25\text{kN}$. Die Knoten 1,2,3,4 sind die möglichen Angriffspunkte dieser Lasten, wobei an jedem dieser Knoten nur *eine* Einzellast wirken darf.

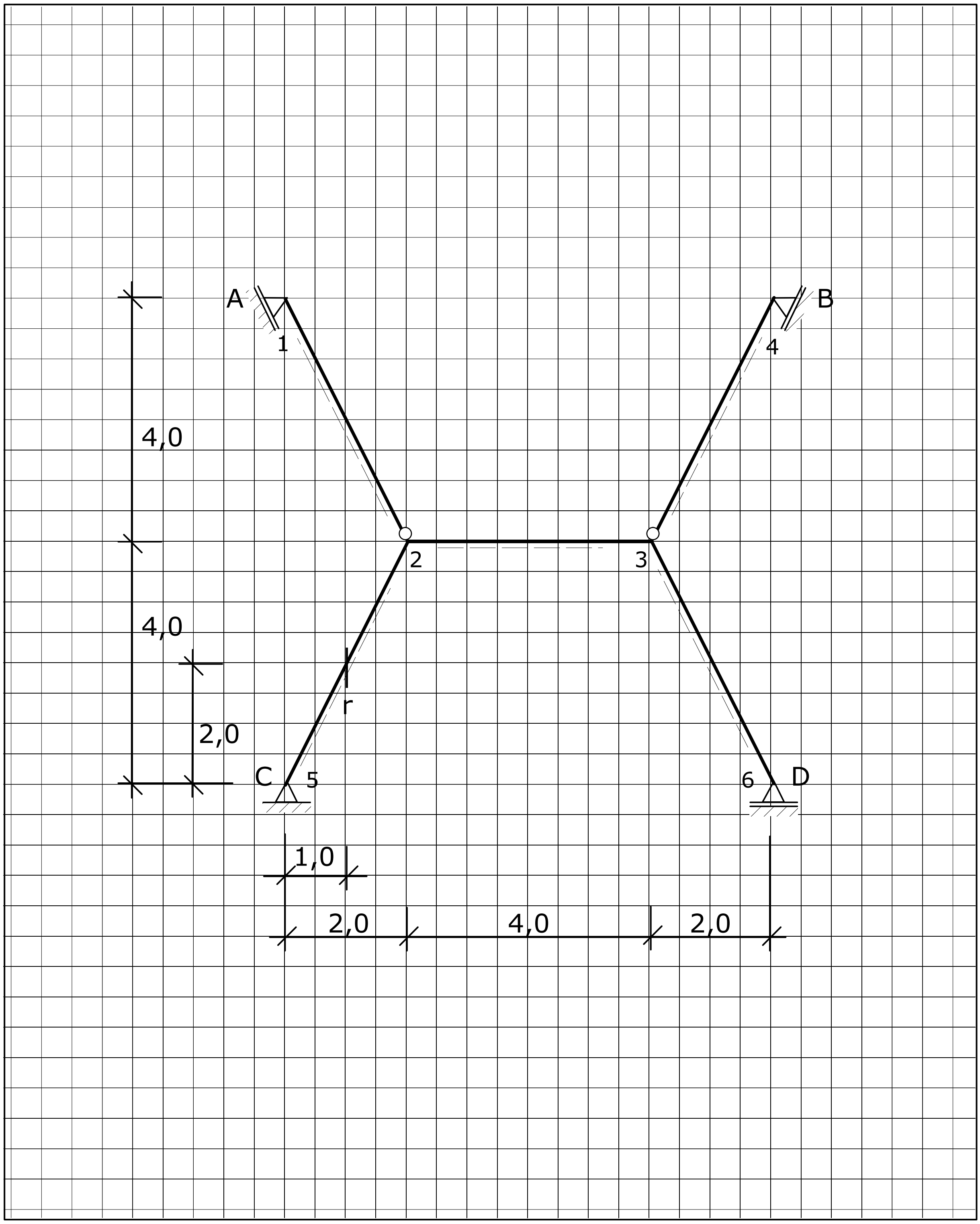
a) Konstruieren Sie mit Hilfe der kinematischen Methode für den Lastgurt 1-2-3-4 die Einflusslinie der Normalkraft N_r an der Stelle r. Verteilen Sie die vier Einzellasten (P_a, P_b, P_c, P_d) so auf die Knoten (1,2,3,4), dass N_r maximal Druck aufweist. Geben Sie den Wert der Normalkraft an.

b) Konstruieren Sie mit Hilfe der kinematischen Methode für den Lastgurt 1-2-3-4 die Einflusslinie der Auflagerkraft D. Verteilen Sie die vier Einzellasten (P_a, P_b, P_c, P_d) so auf die Knoten (1,2,3,4), dass die Auflagerkraft D maximal Druck aufweist. Geben Sie den Wert der Auflagerkraft an.

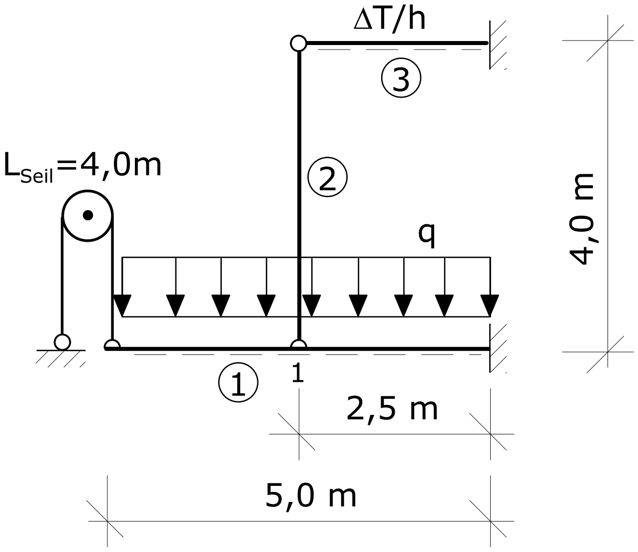
Einflusslinie N_r



Einflusslinie D



Aufgabe 6 (30 Punkte)



$\alpha_T = 1{,}0 \cdot 10^{-5}\ K^{-1}$
$\Delta T/h = -20\ K/m$
$q = 10\ kN/m$

$EI = 1300\ kNm^2$
$GA_Q = \infty$

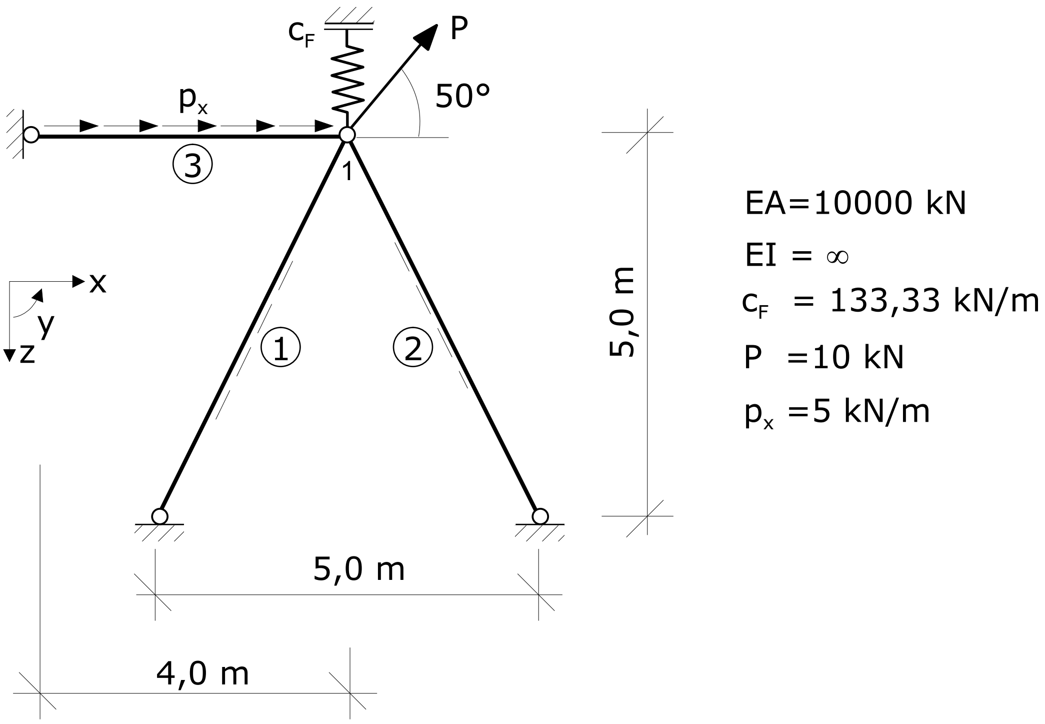
Stab	EA
1	∞
2	$6 \cdot 10^5$ kN
3	∞
Seil	$6 \cdot 10^5$ kN

Gegeben ist das oben dargestellte Tragwerk inklusive aller gleichzeitig wirkender Lasten. Die Seilumlenkung ist reibungsfrei.

a) Berechnen Sie mittels des Kraftgrößenverfahrens den resultierenden Schnittgrößenverlauf M sowie die Seilkraft und die Normalkraft in der Pendelstütze. Stellen Sie den Verlauf von M graphisch dar. Nehmen Sie die Seilkraft als eine der statisch überzähligen Kraftgrößen an.

b) Berechnen Sie die vertikale Verschiebung am Knoten 1.

Aufgabe 7 (25 Punkte)



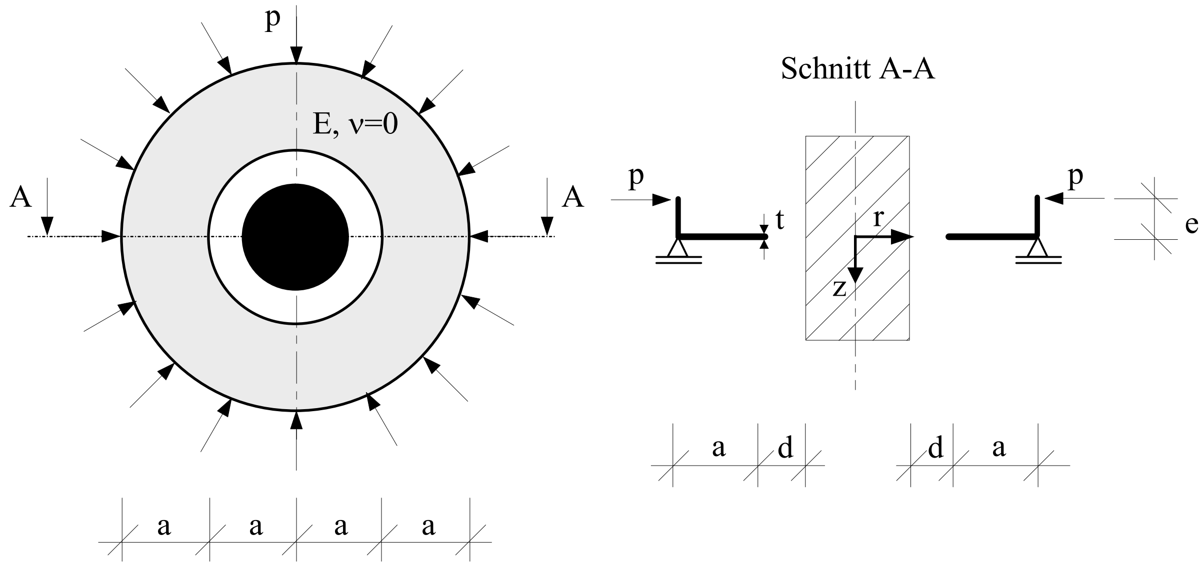
Gegeben ist das oben dargestellte Tragwerk inklusive aller wirkenden Lasten.

a) Berechnen Sie mittels des Weggrößenverfahrens die unbekannten Verformungen des Systems und geben Sie die Stabnormalkräfte an.

b) Wie ändern sich die unbekannten Verformungen, wenn die Dehnsteifigkeit des Stabes 3 verdoppelt wird?

Aufgabe 8 (30 Punkte)

Gegeben ist ein rotationssymmetrischer Kreisring der Breite a mit konstanter Dicke t und der Querdehnzahl $\nu = 0$, welcher von der Randlast p belastet wird. Die Lasteinleitung erfolgt mit der Exzentrität e. Es handelt sich also um ein kombiniertes Scheiben- und Plattenproblem. Durch das Loch des Kreisrings wird ein Stab zentrisch geführt, so dass zwischen Kreisring und Stab ein Spalt der Größe d verbleibt (d≪a).



Für das Scheibenproblem gilt die Airysche Spannungsfunktion: $F(r) = C_1 \ln\left(\frac{r}{a}\right) + C_2\, r^2$

a) Bestimmen Sie die 2 Konstanten C_1 und C_2 unter Verwendung der statischen Randbedingungen.

b) Ermitteln Sie die Verläufe der Spannungsschnittgrößen σ_r und σ_φ. Berechnen Sie die Funktionswerte an der Stelle $r = a$, $r = 1.5a$ sowie $r = 2a$ und skizzieren Sie den Verlauf der beiden Schnittgrößen.

c) Welche Aussage können Sie über die Spannungsschnittgrößen $\sigma_{r\varphi} = \sigma_{\varphi r}$ treffen?

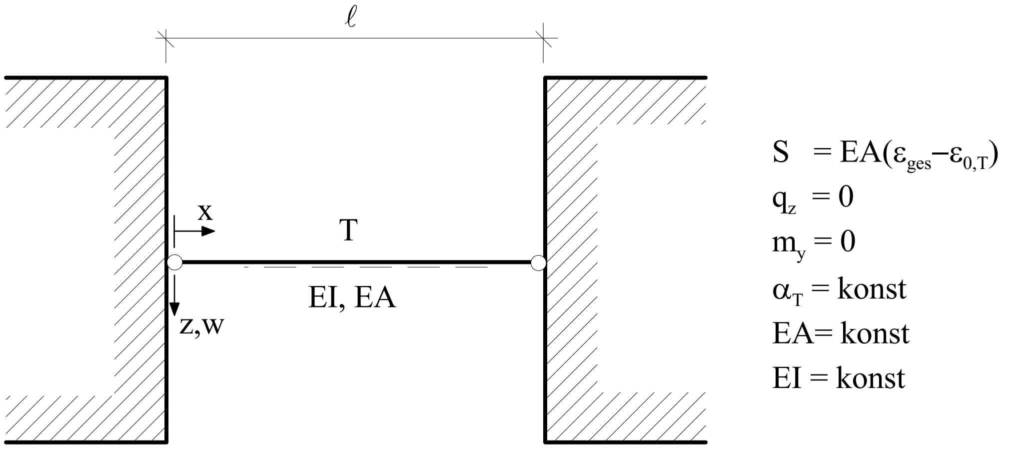
d) Wie groß muss die Last p sein, damit die Innenseite des Kreisrings den Stab berührt?
Für die Radialverschiebung gilt: $u_r = \int \epsilon_r \,\mathrm{dr}$ mit $\epsilon_r = \frac{1}{\mathrm{E}}(\sigma_r - \nu\, \sigma_\varphi)$

Für das Plattenproblem gilt der Durchbiegungsansatz: $w(r) = K_1 + K_2 \ln\left(\frac{r}{a}\right) + K_3\, r^2$

e) Geben Sie die geometrischen und statischen Randbedingungen für das Plattenproblem an und ermitteln Sie die Koeffizienten K_1, K_2 und K_3.

f) Berechnen Sie die Durchbiegung an der Stelle $r = a$ sowie $r = 2a$ für die unter d) ermittelte Last p und skizzieren Sie den Verlauf der Durchbiegungsfunktion $w(r)$. Falls d) nicht gelöst wurde, nehmen Sie p als Variable an.

Aufgabe 9 (20 Punkte)



Der dargestellte Stab soll unter Berücksichtigung der gleichförmigen Temperaturbeanspruchung $T = \lambda T_0$ nach dem Verfahren von Ritz unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen berechnet werden. Die Ansätze für die wirklichen bzw. die virtuellen Verschiebungen haben folgende Form:

$$w(x) \;=\; \sum_{i=1}^{2} a_i \cdot (x-l)\left(\frac{x}{l}\right)^i \;, \qquad \bar{w}(x) \;=\; \sum_{i=1}^{2} \bar{a}_i \cdot (x-l)\left(\frac{x}{l}\right)^i \;.$$

a) Geben Sie das Prinzip der virtuellen Verschiebung für das dargestellte Problem an. Drücken Sie alle Schnittgrößen und Verzerrungen durch $w(x)$ bzw. Ableitungen von $w(x)$ aus.

b) Berechnen Sie die Koeffizienten G_{ij} der geometrischen Steifigkeitsmatrix $\mathbf{G}$ für den Fall eines zweigliedrigen Verschiebungsansatzes.

c) Zusätzlich zu der gleichförmigen Temperaturbeanspruchung T wirkt eine ungleichförmige Temperaturbeanspruchung ΔT auf den dargestellten Stab. Zeichnen Sie qualitativ ein λ-$w(l/2)$-Diagramm für den Bereich $\lambda \in [0; \lambda_1]$ mit

I) $T = \lambda T_0 \;, \quad \Delta T = 0,$

II) $T = \lambda T_0 \;, \quad \Delta T = konst.$