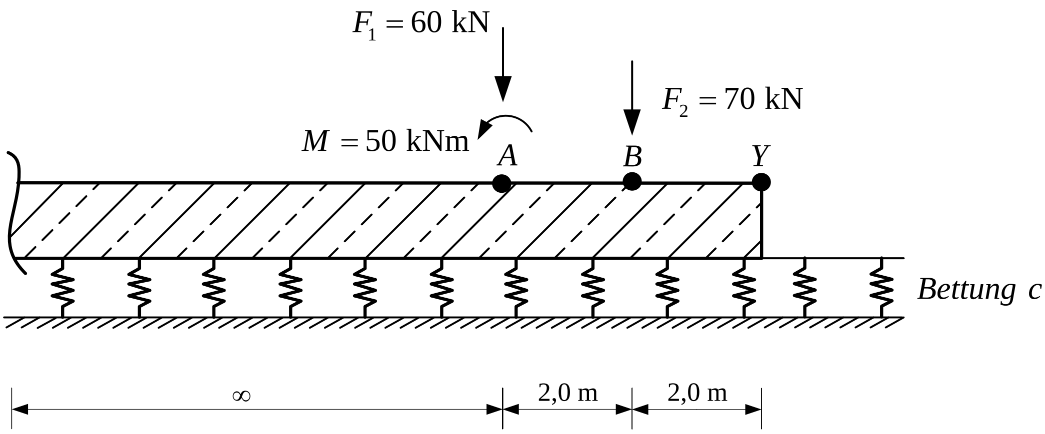
Aufgabe 1:

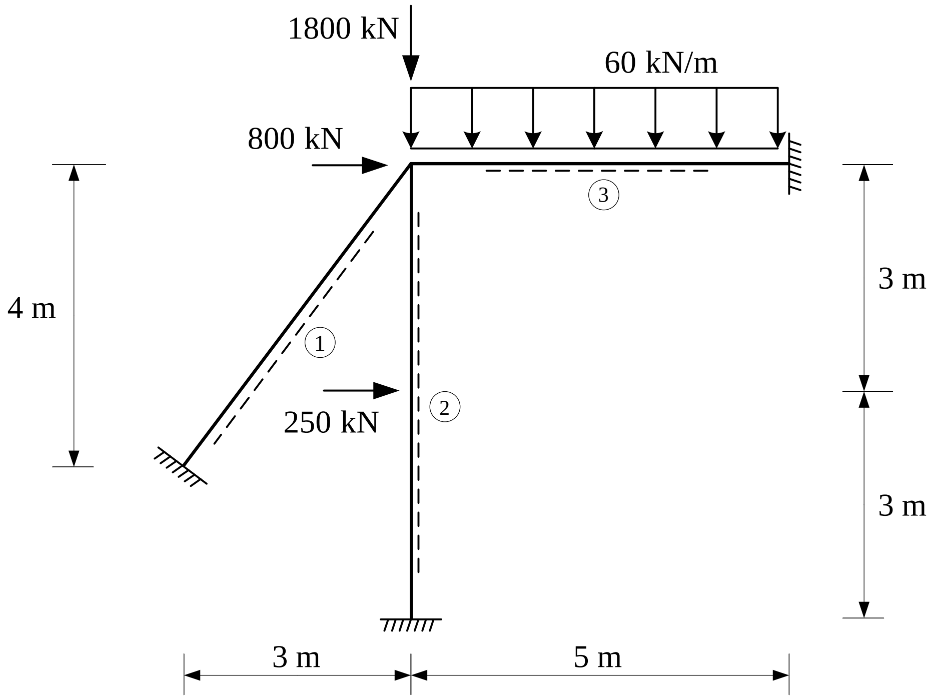


Gegeben: Bettungsmodul $c = 70\,\text{MN/m}^3$; Elastizitätsmodul $E = 35000\,\text{MN/m}^2$; Fundamentbreite $b = 1,0\,\text{m}$; Fundamenthöhe $h = 0,4\,\text{m}$

Gesucht: Biegemomente und Querkräfte im Punkt A nach dem Bettungsmodulverfahren.

Hinweis: Beachten Sie, dass an der Stelle Y ein freies Ende vorhanden ist!

Aufgabe 2:



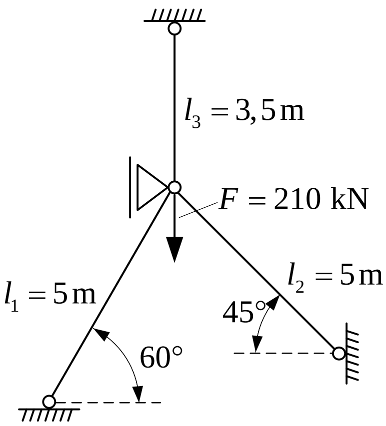
Material- und Querschnittsdaten des Systems:	Normalkräfte nach Th. I. Ordnung:
$EI = 40000\ \text{kNm}^2$ $EA = \infty$	$N_1 = -622{,}87\ \text{kN}$ $N_2 = -1454{,}35\ \text{kN}$ $N_3 = -1288{,}83\ \text{kN}$

a.) Bestimmen Sie mit Hilfe des Weggrößenverfahrens die Stabendmomente der Stäbe 2 und 3 nach Theorie II. Ordnung für den 1. Iterationsschritt und verwenden Sie die exakte Steifigkeitsmatrix für Ihre Berechnung.

b.) Bestimmen Sie die Querkräfte an den Stabenden des Stabes 3. Setzen Sie vereinfachend für die Normalkraft N_3 den Wert nach Theorie I. Ordnung an.

Hinweis: Berechnen Sie die Stabkennzahlen ε_i mit 2 Nachkommastellen und die Vorwerte (A'_i usw.) mit 3 Nachkommastellen.

Aufgabe 3:



Gegeben: Stäbe 1 und 2: nichtlinear-elastisch und ideal-plastisch.

$E_0 = 30000\ \text{N/mm}^2;\ A_1 = A_2 = 200\ \text{cm}^2$

$$\sigma = \begin{cases} E_0 \cdot \left(\varepsilon + 200 \cdot \varepsilon^2\right) & 0 \le |\varepsilon| \le |\varepsilon_F| \\ \sigma_F & |\varepsilon| \ge |\varepsilon_F| \end{cases}$$ (gültig nur für Druckspannungen)

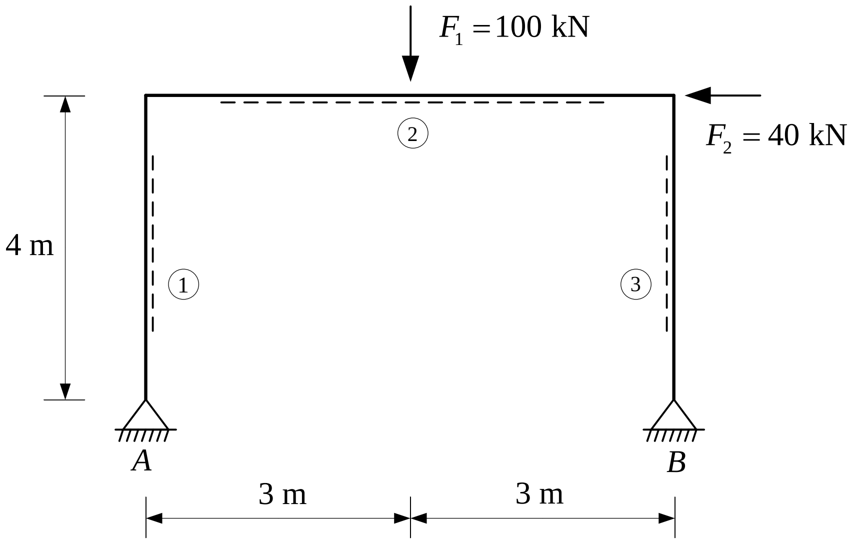
$\varepsilon_F = -2{,}5 \cdot 10^{-3}$

Stab 3: linear-elastisch

$E_3 = 70000\ \text{N/mm}^2;\ A_3 = 30\ \text{cm}^2$

Bestimmen Sie für das dargestellte Fachwerk die Stabkräfte mit Hilfe des Weggrößenverfahrens (direkte Steifigkeitsmethode) nach Theorie I. Ordnung und dem modifizierten Newton-Raphson-Verfahren. Führen Sie den Prädiktorschritt und eine Korrektoriteration durch. Geben Sie die Stabkräfte nach der ersten Korrektoriteration an.

Aufgabe 4:



Gegeben:

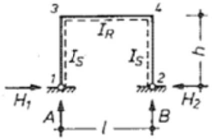
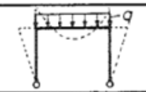
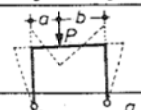
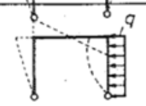
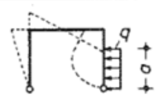
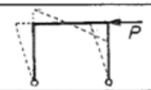
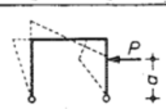
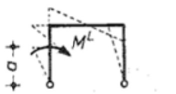
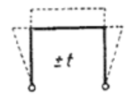
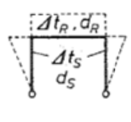
$EI = 50000 \text{ kNm}^2$
$EA = GA_S = \infty$
$M_{pl} = 200 \text{ kNm}$

a.) Bestimmen Sie die Anzahl und Orte der möglichen Fließgelenke und benutzen Sie die im Anhang aufgeführten Rahmenformeln.

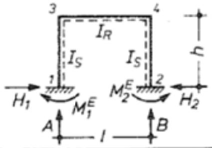
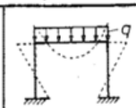
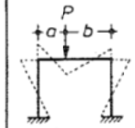
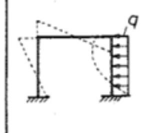
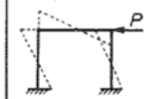
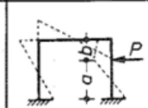
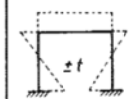
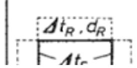
b.) Bestimmen Sie den Laststeigerungsfaktor λ_{ges}. Es sollen alle Lasten mit dem gleichen Faktor sukzessive gesteigert werden.

c.) Bestimmen Sie den Biegemomentenverlauf im Traglastzustand und stellen Sie diesen mit allen relevanten Werten grafisch dar.

Zweigelenkrahmen

		Abkürzung: $k = \frac{I_R}{I_s} \cdot \frac{h}{l}$ ---------- M-Linie Bei unbelastetem Stiel: $M_3 = -H_1 \cdot h$; $M_4 = -H_2 \cdot h$
1		$A = B = \frac{ql}{2}$; $H_1 = H_2 = \frac{ql^2}{4\,h\,(2\,k+3)}$
2		$A = Pb/l$; $B = Pa/l$; $H_1 = H_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{P\,a\,b}{hl\,(2\,k+3)}$
3		$A = -B = q\,h^2/2l$; $M_4 = -H_2 \cdot h - q\,h^2/2$ $H_1 = \frac{q\,h}{8} \cdot \frac{5k+6}{2k+3}$; $H_2 = H_1 - q\,h$
4		$A = -B = q \cdot a^2/2l$; $M_3 = -\frac{q\,a^2}{4}\left[\frac{(2-\alpha^2)\,k}{2\,(2k+3)} + 1\right]$ $H_1 = -M_3/h$; $H_2 = -(qa - H_1)$; $\alpha = a/h$
5		$A = -B = P\,h/l$; $H_1 = -H_2 = P/2$
6		$A = -B = P\,a/l$; $M_4 = -H_2 \cdot h - P\,(h-a)$ $H_1 = \frac{3\,P\,a\,k}{2\,h\,(2\,k+3)}\left(1 - \frac{a^2}{3\,h^2} + \frac{1}{k}\right)$; $H_2 = H_1 - P$
7		$A = -B = -M^L/l$; $M_3 = M^L + H_1 \cdot h$ $H_1 = H_2 = \frac{3\,M^L}{2\,h}\left(1 - \frac{a^2}{h^2} + \frac{1}{k}\right)\frac{k}{2\,k+3}$
8		gleichmäßige Erwärmung t $A = B = 0$; $H_1 = H_2 = \alpha_t \cdot t\,\frac{EI_R}{h^2} \cdot \frac{3}{2\,k+3}$
9		ungleichmäßige Erwärmung $\Delta t = t_i - t_a$ $A = B = 0$ $H_1 = H_2 = \alpha_t\left(\frac{\Delta t_s}{d_s}\,h + \frac{\Delta t_R}{d_R}\,l\right)\frac{EI_R}{h\,l} \cdot \frac{3}{2\,k+3}$

Eingespannter Rahmen

		Abkürzung: $k = \frac{I_R}{I_s} \cdot \frac{h}{l}$ ---------- M-Linie Bei unbelastetem Stiel: $M_3 = M_1^E - H_1 \cdot h$; $M_4 = M_2^E - H_2 \cdot h$
1		$A = \frac{q\,l}{2}$ $H_1 = H_2 = H = \frac{q\,l^2}{4\,h\,(k+2)}$; $M_1^E = M_2^E = \frac{H\,h}{3}$
2		$A = \frac{P\,b}{l}\left[1 + \frac{a\,(b-a)}{l^2\,(6\,k+1)}\right]$; $B = P - A$ $H_1 = H_2 = \frac{3\,P\,a\,b}{2\,hl\,(k+2)}$; $M_1^E = \frac{P\,a\,b}{2\,l^2} \cdot \frac{5\,kl - l + 2\,a\,(k+2)}{(k+2)\,(6\,k+1)}$ $M_2^E = \frac{P\,a\,b}{2\,l^2} \cdot \frac{7\,kl + 3\,l - 2\,a\,(k+2)}{(k+2)\,(6\,k+1)}$
3		$A = -B = \frac{q\,h^2}{l} \cdot \frac{k}{6\,k+1}$; $H_1 = \frac{q\,h}{8} \cdot \frac{2\,k+3}{k+2}$; $H_2 = H_1 - q\,h$ $M_1^E = \frac{q\,h^2}{24}\left(\frac{5\,k+9}{k+2} - \frac{12\,k}{6\,k+1}\right)$ $M_2^E = -\frac{q\,h^2}{24}\left(12 - \frac{5\,k+9}{k+2} - \frac{12\,k}{6\,k+1}\right)$; $M_4 = M_2^E - H_2 \cdot h - \frac{q\,h^2}{2}$
4		$A = -B = \frac{Ph}{l} \cdot \frac{3\,k}{6\,k+1}$; $H_1 = -H_2 = \frac{P}{2}$ $M_1^E = -M_2^E = \frac{Ph}{2} \cdot \frac{3\,k+1}{6\,k+1}$
5	 $\alpha = \frac{a}{h}$; $\beta = \frac{b}{h}$	$R_1 = \frac{Pab}{h} \cdot \frac{1+\beta+\beta k}{2\,(k+2)}$; $R_2 = \frac{Pab}{h} \cdot \frac{\alpha k}{2\,(k+2)}$; $R_3 = \frac{3\,Pa\alpha k}{2\,(6\,k+1)}$ $A = -B = -\frac{2\,R_3}{l}$; $H_1 = \frac{Pa}{2\,h} - \frac{R_1 - R_2}{h}$; $H_2 = -(P - H_1)$ $M_1^E = -R_1 + (Pa/2 - R_3)$; $M_2^E = -R_1 - (Pa/2 - R_3)$
6		gleichmäßige Erwärmung t $M_1^E = M_2^E = H \cdot \frac{h\,(k+1)}{2\,k+1}$ $A = B = 0$; $H_1 = H_2 = H = 3\,\alpha_t \cdot t\,\frac{EI_R}{h^2} \cdot \frac{2\,k+1}{k\,(k+2)}$
7		$A = B = 0$; $H_1 = H_2 = \alpha_t\,\frac{EI_R}{h\,l}\left(\frac{\Delta t_R}{d_R}\,kl - \frac{\Delta t_s}{d_s}\,h\right)\frac{3}{k\,(k+2)}$

Quelle: K.-J. Schneider (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure, 15. Auflage, 2002.