

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausuren Statik 2

| Klausur | Punkte | |
|---------|--------|----------|
| | max. | erreicht |
| 1 | 119 | |
| 2 | 115 | |
| 3 | 119 | |
| 4 | 115 | |
| 5 | 100 | |
| 6 | 105 | |
| 7 | 110 | |
| 8 | 100 | |
| 9 | 100 | |
| 10 | 107 | |
| | | |

Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Probeklausuren Statik 2 – Hinweise

Die 10 Probeklausuren für Statik 2 sind aus Kombinationen alter Prüfungsaufgaben erstellt worden. Die Klausuren 1-5 wurden von erfahrenen Tutoren beispielhaft gelöst. Auch für die 3D Aufgaben der Klausuren 6-10 wurden entsprechende Lösungsvorschläge erstellt.

Wir möchten Ihnen dringend raten, die Aufgaben selbstständig und zunächst ohne Musterlösung zu bearbeiten. Alle Aufgaben können auch mit Hilfe von Stiff oder einem anderem Programm gegengerechnet werden.

Die Punktangaben dienen dazu, den eigenen Lernfortschritt zu überprüfen, wobei die Regel gilt, dass 1 Punkt in etwa 1 Minute erarbeitet werden kann.

Allgemeine Fragen und FEM werden nicht veröffentlicht.

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 1

Bearbeitungszeit: 119 Minuten

| Aufgabe | Punkte | |
|----------|------------|----------|
| | max. | erreicht |
| 1 | 30 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 24 | |
| 5 | 25 | |
| | | |
| Σ | 119 | |

Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

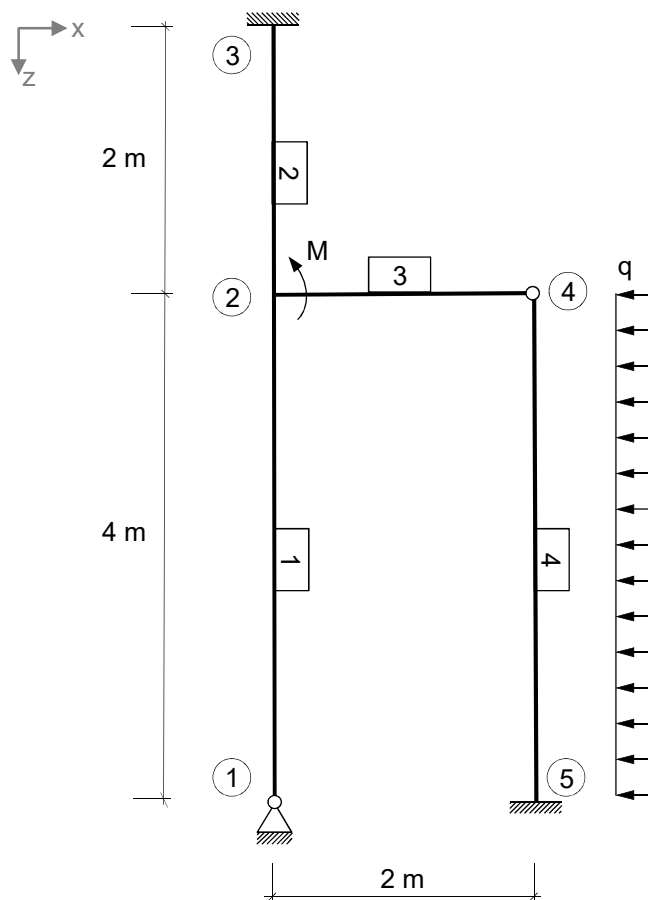
Aufgabe 1

(..... / 30 Punkte)

- Berechnen Sie für das gegebene Tragwerk die Knotenverformungen für Knoten 2 und 4.
- Skizzieren Sie die Verformung des Systems und den Momentenverlauf qualitativ (ohne charakteristische Werte).
- Berechnen Sie für das gegebene Tragwerk die Knotenverformungen für Knoten 2 und 4 erneut im Falle $EA_3 \rightarrow \infty$.
- Vergleichen Sie die Knotenverformungen für Knoten 2 und 4 und die Normalkraft (mit Werten) in Stab 3 für die Fälle $EA_3 = 5000 \text{ kNm}$ und $EA_3 \rightarrow \infty$. Begründen Sie die Unterschiede.

Führen Sie die Berechnung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** durch.

System und Belastung:



Gegeben:

$q = 2.5 \text{ kN/m}$ (Windlast auf Stab 4)

$M = 10 \text{ kNm}$ (Drehmoment auf Knoten 2)

$EI = 5000 \text{ kNm}^2$

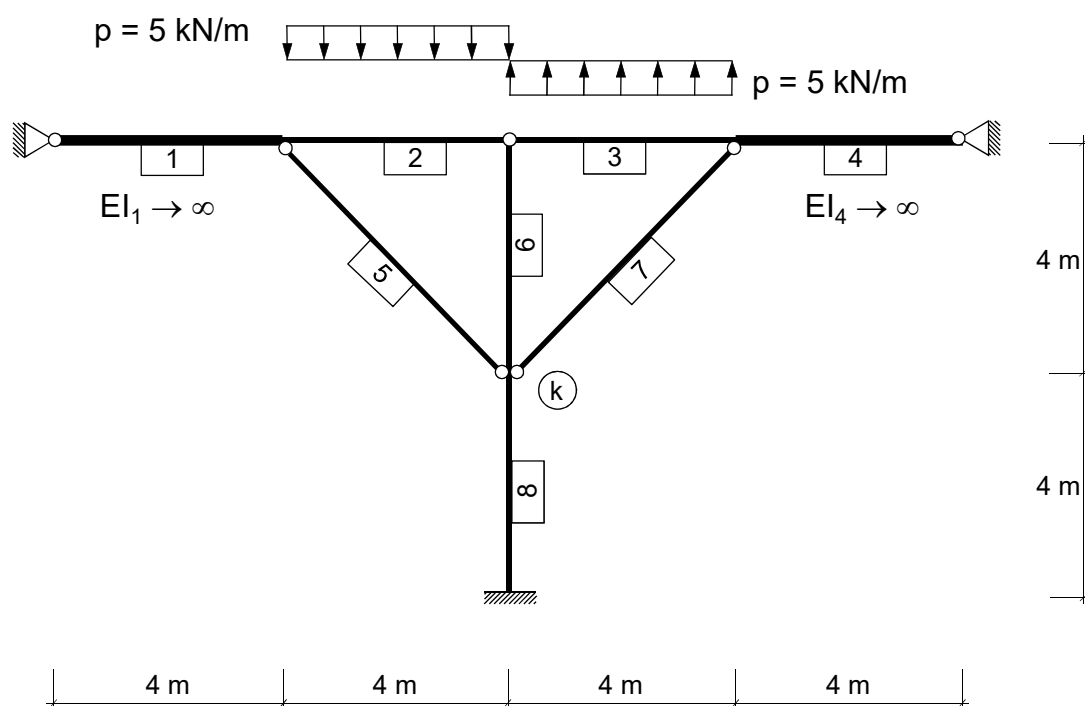
$EA_3 = 5000 \text{ kN}$

$EA_{1,2,4} \rightarrow \infty$

Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

- Berechnen Sie für folgendes System mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** das Biegemoment an Knoten k unter der gegebenen Belastung.
- Zeichnen Sie die zugehörige qualitative Biegelinie des Systems.
(Angabe charakteristischer Werte ist nicht erforderlich!)



System:

Stäbe 1, 4: $EI \rightarrow \infty$

Stäbe 2, 3, 5, 6, 7, 8: $EI = 1\,000\text{ kNm}^2$

$EA \rightarrow \infty$ (alle Stäbe)

Belastung:

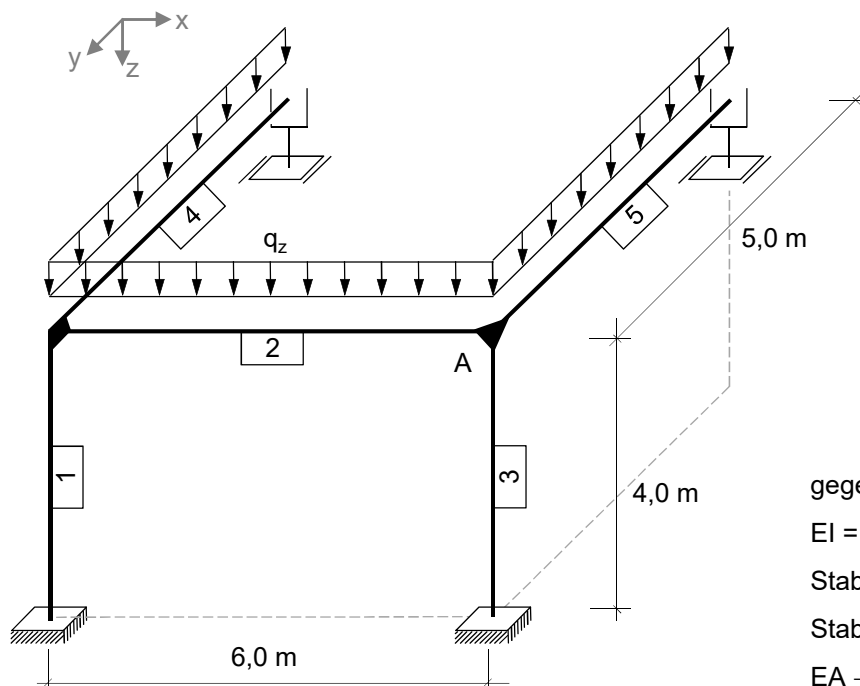
$p = 5\text{ kN/m}$

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Bestimmen Sie die Verschiebungskomponenten am Knoten A des dargestellten räumlichen Systems unter der gegebenen Belastung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens (VV)**. Nutzen Sie gegebenenfalls die Symmetrie des Systems.

System und Belastung:



gegeben:

$$EI = 1.500 \text{ kNm}^2$$

$$\text{Stab 1,3: } GI_T \rightarrow \infty$$

$$\text{Stab 2,4,5: } GI_T = 20.000 \text{ kNm}^2$$

$$EA \rightarrow \infty$$

$$q_z = 5 \text{ kN/m}$$

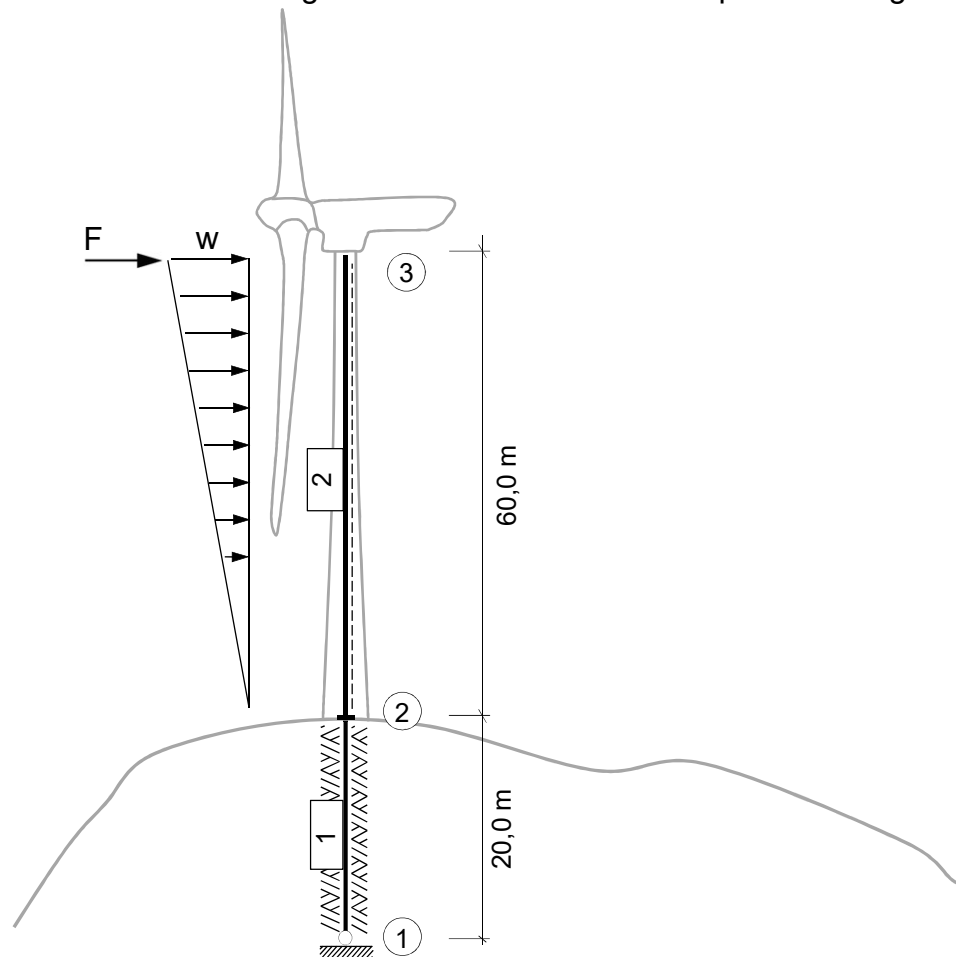
Aufgabe 4

(..... / 24 Punkte)

Die dargestellte Windturbine ist auf einem Hügel aufgestellt und besitzt eine Pfahlgründung. Die Windlast wird vereinfacht als statische Dreieckslast angenommen.

- Berechnen Sie den Momentenverlauf, die Verschiebungen des Fußpunkts (Punkt 2) und des Kopfpunkts (Punkt 3) des unten dargestellten Systems mit dem Verschiebungsgrößenverfahren.
- Interpretieren Sie die Werte der Unbekannten D_i , die Sie aus der Lösung Ihres Gleichungssystems erhalten. Die zulässige Fußpunktverschiebung beträgt $1/1000$ der Höhe des Windrads. Kann das Bauwerk mit der geplanten Gründung gebaut werden oder sind Verbesserungen notwendig? Begründen Sie Ihre Antwort und machen Sie ggf. aus statischer Sichtweise einen Verbesserungsvorschlag.

Hinweis: Der Momentenverlauf im gebetteten Balken muss nur qualitativ dargestellt werden.



$$EI_{\text{Kragarm}} = 10\,000 \text{ kNm}^2$$

$$EI_{\text{Bettung}} = 80\,000 \text{ kNm}^2$$

$$EA \rightarrow \infty$$

$$k = 8000 \text{ kN/m}^2$$

$$w = 10 \text{ kN/m}$$

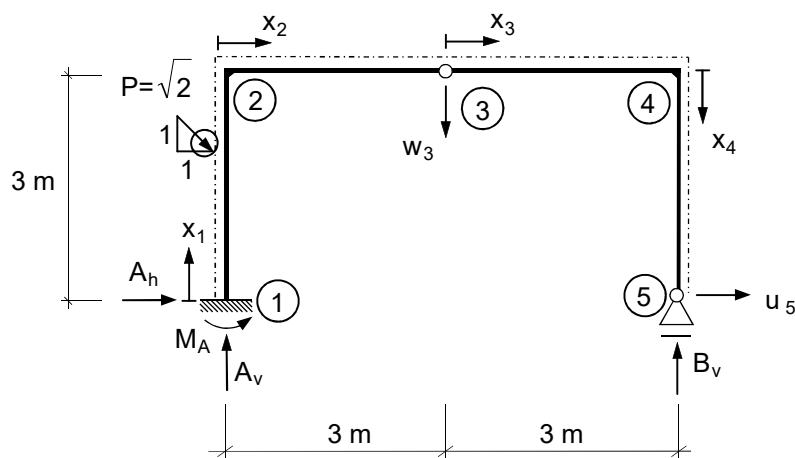
$$F = 100 \text{ kN}$$

Aufgabe 5

(..... / 25 Punkte)

Gegeben ist folgendes System

Für alle Stäbe:
 $EI = 800 \text{ kNm}^2$
 $EA = \text{siehe Teilaufgabe}$



Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die schräge Wanderlast $P = \sqrt{2}$ auf den Lastgurten (x_1 , x_2 , x_3 und x_4) für die untenstehenden Größen. Die Wanderlast wirkt dabei **immer in die gleiche Richtung (d.h. nach rechts unten)**. Zerlegen Sie hierfür die Wanderlast in ihre vertikale und horizontale Komponente.

Skizzieren Sie die Einflusslinien für die vertikalen und horizontalen Komponenten, sowie für die gesamt schräge Wanderlast unter Angabe **charakteristischer Werte** am Gesamtsystem (siehe Vordruck folgende Seiten).

- Die horizontale Auflagerkraft A_h mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$, $\eta(x_3)$ und $\eta(x_4)$ an. (4 Punkte)
- Das Moment M_A am Auflager A mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$, $\eta(x_3)$ und $\eta(x_4)$ an. (5 Punkte)
- Die Verschiebung w_3 des Knotens 3 mit $EA \rightarrow \infty$ (8 Punkte)
- Die Verschiebung u_4 des Knotens 4 mit $EA = 1000 \text{ kN}$ (8 Punkte)

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 2

Bearbeitungszeit: 115 Minuten

| Aufgabe | Punkte | |
|----------------------------|------------|----------|
| | max. | erreicht |
| 1 | 30 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 20 | |
| 5 | 25 | |
| | | |
| Σ | 115 | |

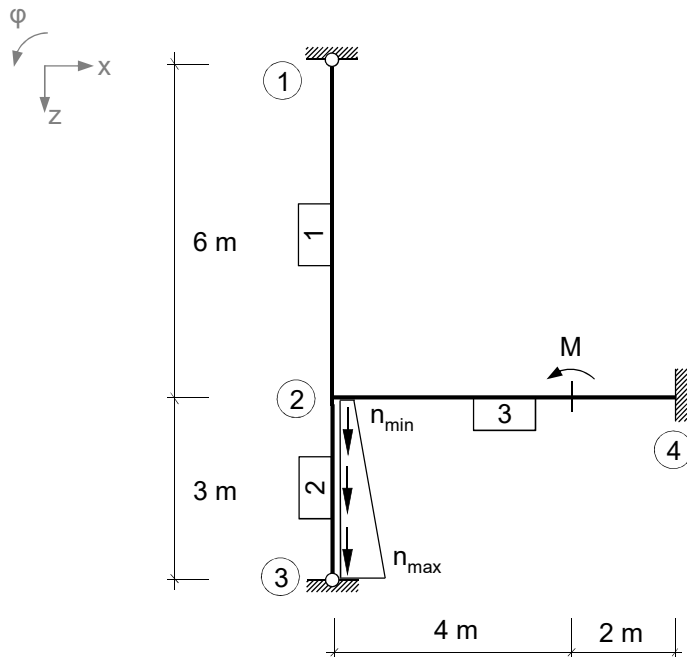
Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1

(..... / 30 Punkte)

- a) Berechnen Sie den Momentenverlauf für das gegebene Tragwerk mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**. Skizzieren Sie den Momentenverlauf und die Verformung des Systems (mit Angabe der hierfür bestimmten Werte).



System und Belastung:

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

$$n = n_{\min} - n_{\max} = 10 - 20 \text{ kN/m}$$

(lineare Linienlast auf Stab 2)

$$EI = 2.000 \text{ kNm}^2$$

$$EA = 1.000 \text{ kN}$$

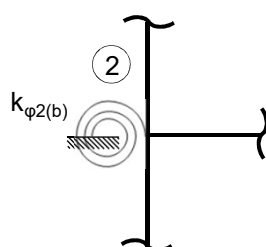
- b) Am Knoten 2 wird eine zusätzliche Drehfeder eingefügt.
Geben Sie das Intervall für eine Federhärte $k_{\varphi 2(b)}$ am Knoten 2 so an, dass die Knotenverdrehung $\varphi_{2(b)}$ kleiner als 50% des ursprünglichen Wertes $\varphi_{2(a)}$ (aus Teilaufgabe a)) bleibt.

Hinweis: Die Drehfeder wird nur für Teilaufgabe b) eingefügt!

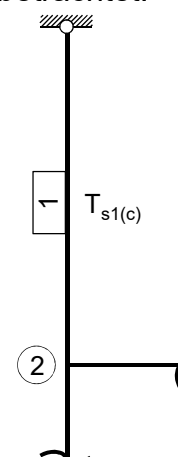
- c) Berechnen Sie nun die Temperaturveränderung $T_{s1(c)}$ am Stab 1 so, dass die Knotenverformung in z-Richtung am Knoten 2 $z_{2(c)}$ null wird. $\alpha_T = 0,001 \text{ 1/K}$.

Hinweis: Die zusätzliche Temperaturlast wird nur für Aufgabe c) betrachtet!

Zu b)



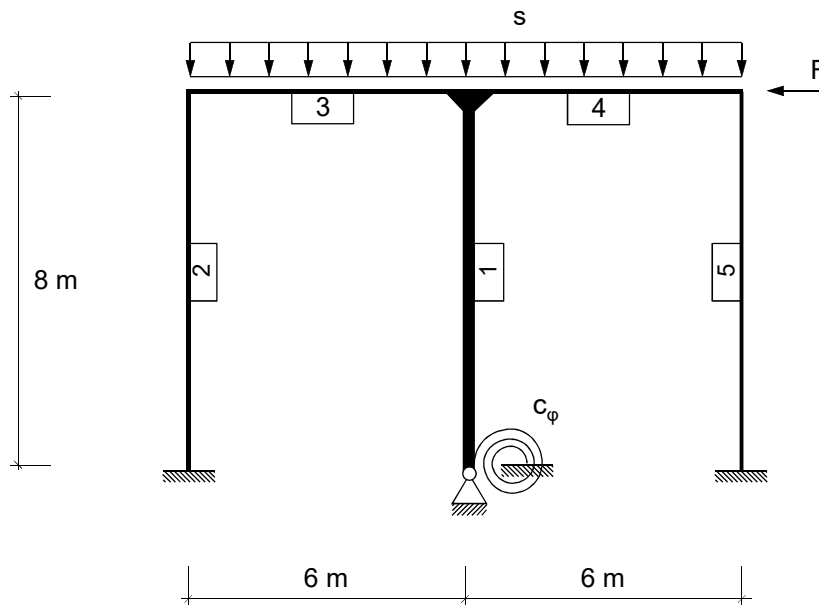
Zu c)



Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist das untenstehende System mit einer Belastung aus Einzelkraft F und einer Streckenlast s .



gegeben:

$EI_1 \rightarrow \infty$
 $EI_{2-5} = 10.000 \text{ kNm}^2$
 $EA \rightarrow \infty$
 $s = 8 \text{ kN/m}$
 $F = 50 \text{ kN}$
 $c_\varphi = 5.000 \text{ kNm}$

Bestimmen Sie für das gegebene System die Knotenverformungen des Systems mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**.

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Bestimmen Sie die Verschiebungskomponenten am Knoten A des dargestellten räumlichen Systems unter der gegebenen Belastung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens (VV)**.

gegeben:

$$q_z = 4 \text{ kN/m}$$

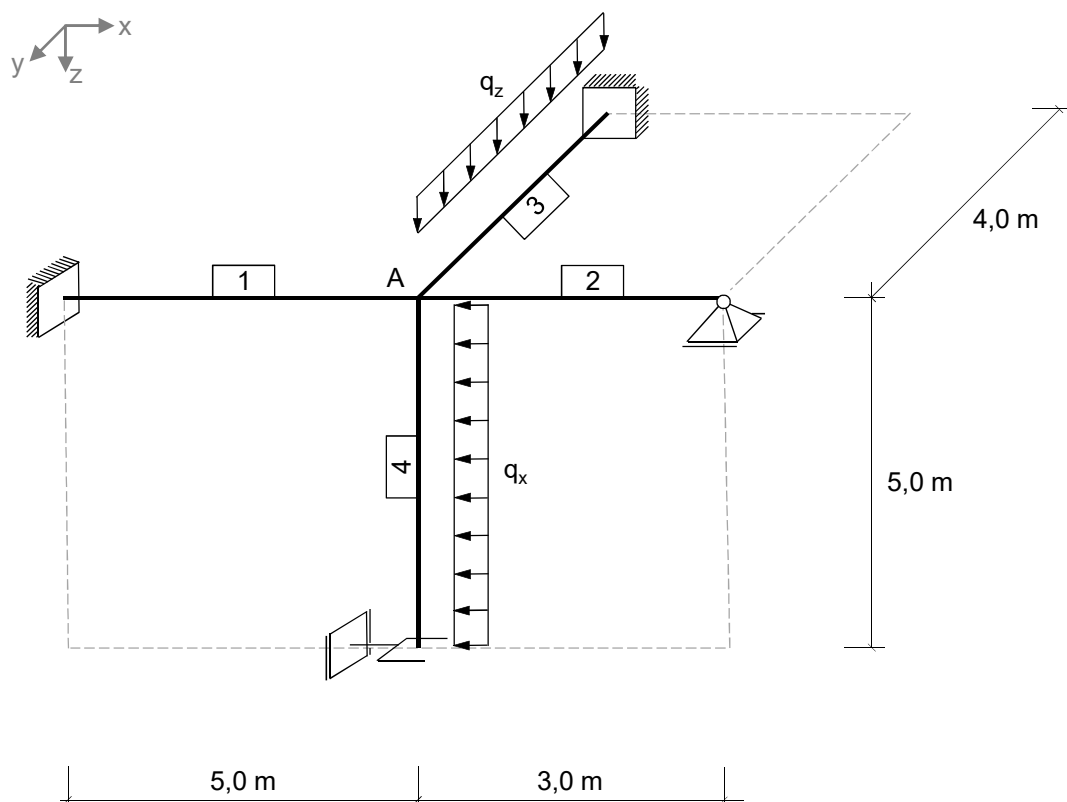
$$q_x = 5 \text{ kN/m}$$

$$EI = 10.000 \text{ kNm}^2$$

$$\text{Stab 1,2,3: } GI_T = 5.000 \text{ kNm}^2$$

$$\text{Stab 4: } GI_T \rightarrow \infty$$

$$EA \rightarrow \infty$$

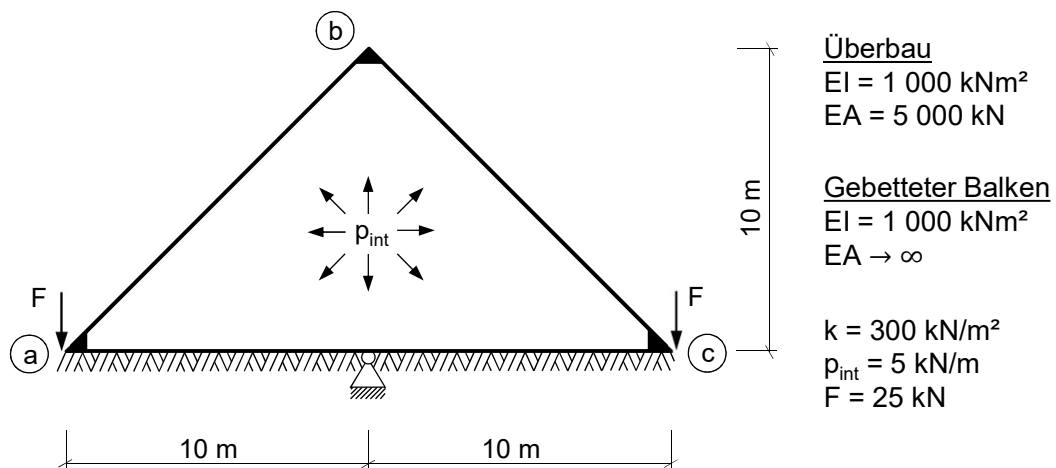


Aufgabe 4

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist ein Faulgasbehälter mit Innendruck. Die unteren Ecken werden durch eine Einzellast am Abheben gehindert.

Berechnen Sie die Verschiebungen der Eckpunkte a, b und c mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren**. Zeichnen Sie den qualitativen Momentenverlauf des gebetteten Balkens unter Angabe charakteristischer Werte.



Aufgabe 5

(..... / 25 Punkte)

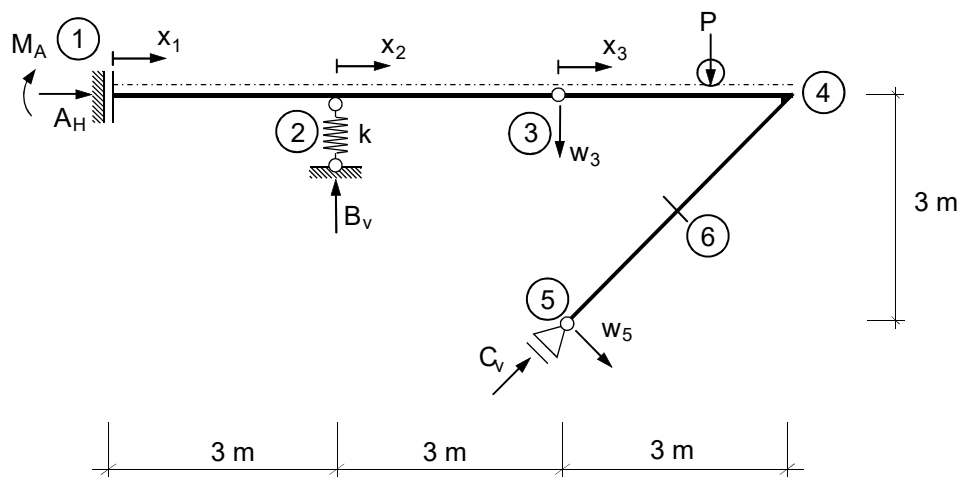
Gegeben ist folgendes System:

Für alle Stäbe:

$$EI = 800 \text{ kNm}^2$$

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

$EA = \text{siehe Teilaufgabe}$



Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die Wanderlast P auf den Lastgurten (x_1 , x_2 und x_3) für die untenstehenden Größen. Die Wanderlast wirkt dabei senkrecht zu den Lastgurten.

Skizzieren Sie die Einflusslinie unter Angabe **charakteristischer Werte** am Gesamtsystem.

- Das Moment M_A am Auflager A mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an. (3 Punkte)
- Die vertikale Auflagerkraft B_v mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an. (3 Punkte)
- Die Verschiebung w_3 des Knotens 3 mit $EA \rightarrow \infty$ (8 Punkte)
- Die Verschiebung w_5 des Knotens 5 mit $EA = 1000 \text{ kN}$ (8 Punkte)
- Die Normalkraft an der Stelle 6 mit $EA \rightarrow \infty$. Werten Sie diese Einflusslinie an den Knoten 2,3,4 bzw. 5 aus und vergleichen die Werte mit den entsprechenden Werten aus den Schnittgrößenverläufen, welche Sie für das Lösen der Teilaufgabe d) bereits bestimmt haben. (4 Punkte)

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

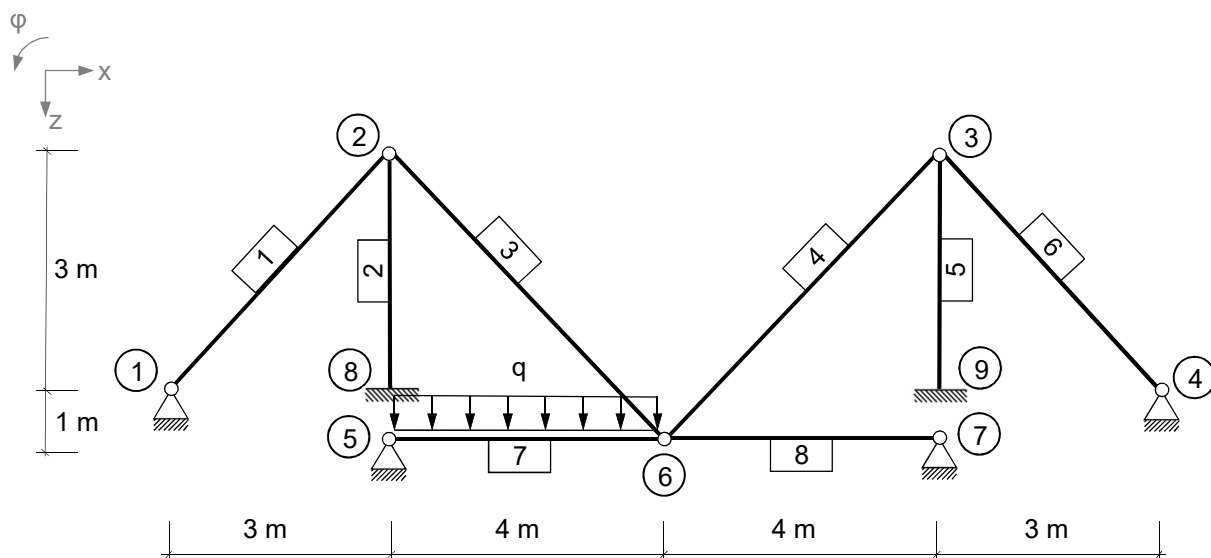
Probeklausur 3

Bearbeitungszeit: 119 Minuten

| Aufgabe | Punkte | |
|----------|--------|----------|
| | max. | erreicht |
| 1 | 30 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 24 | |
| 5 | 25 | |
| | | |
| Σ | 119 | |

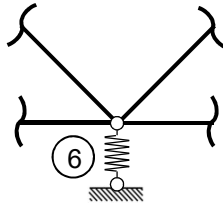
Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

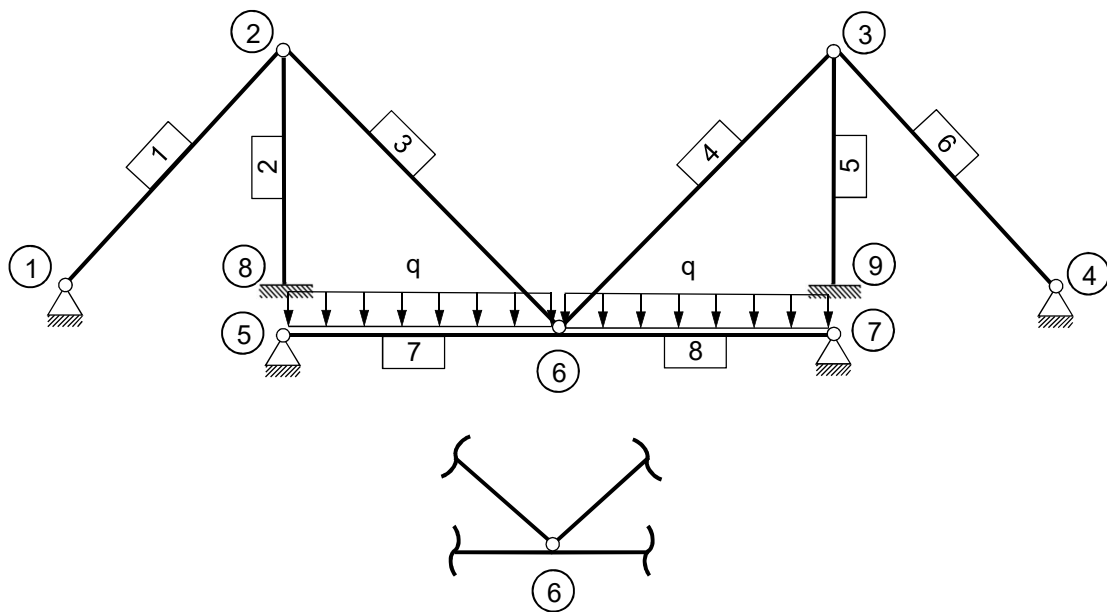


Fortsetzung Aufgabe 1

zu c)



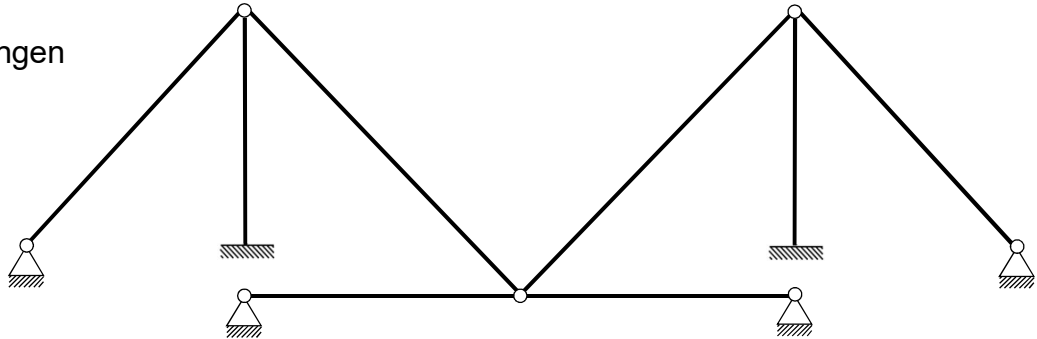
zu d)



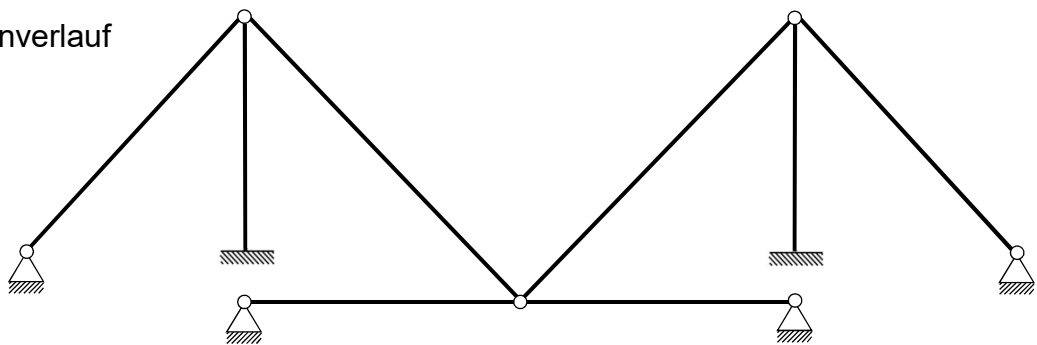
Fortsetzung Aufgabe 1

zu b)

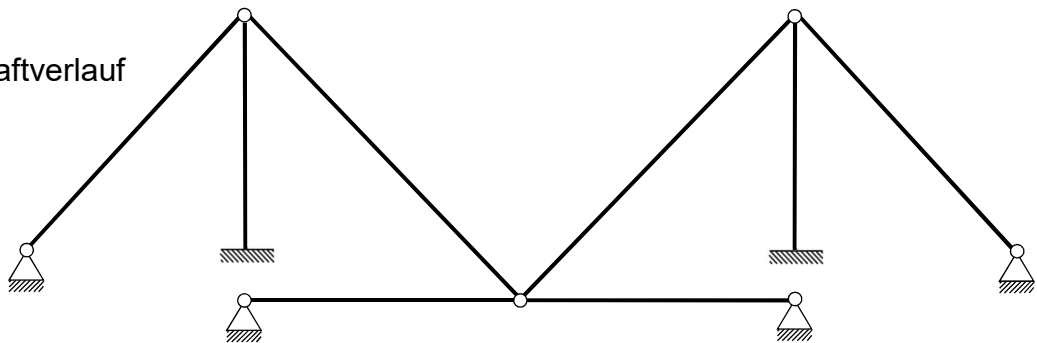
Verformungen



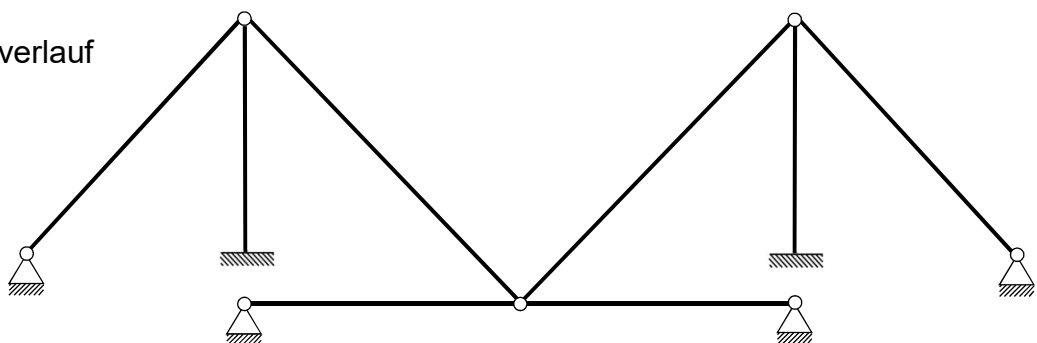
Momentenverlauf



Normalkraftverlauf



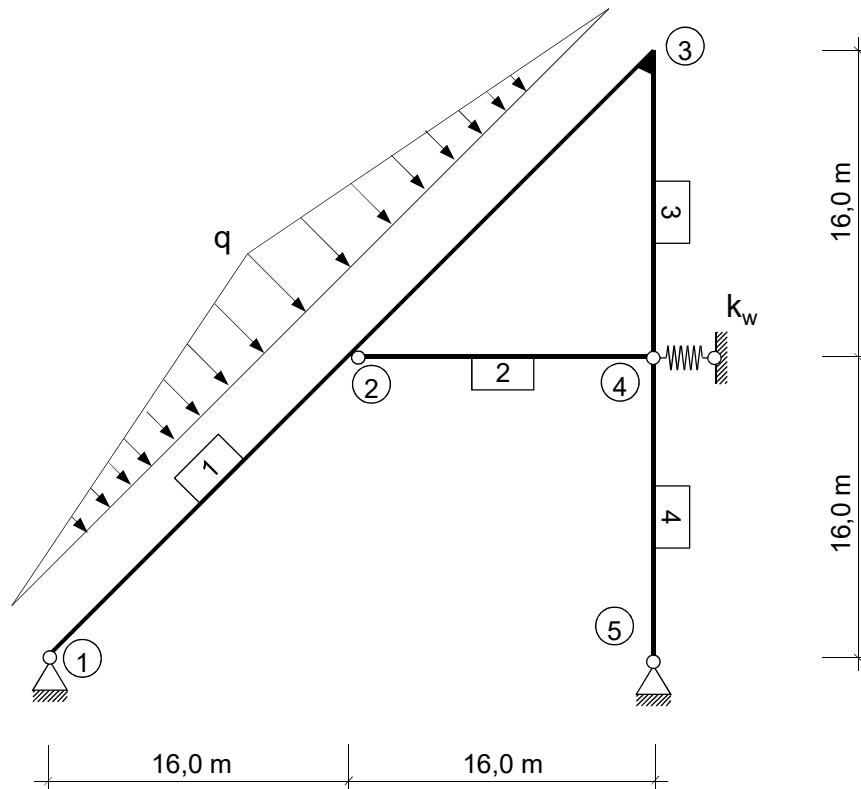
Querkraftverlauf



Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes statisches System einer Gewerbehalle:



$$EA \rightarrow \infty$$

$$EI = 10\,000 \text{ kNm}^2$$

$$k_w = 7500 \text{ kN/m}$$

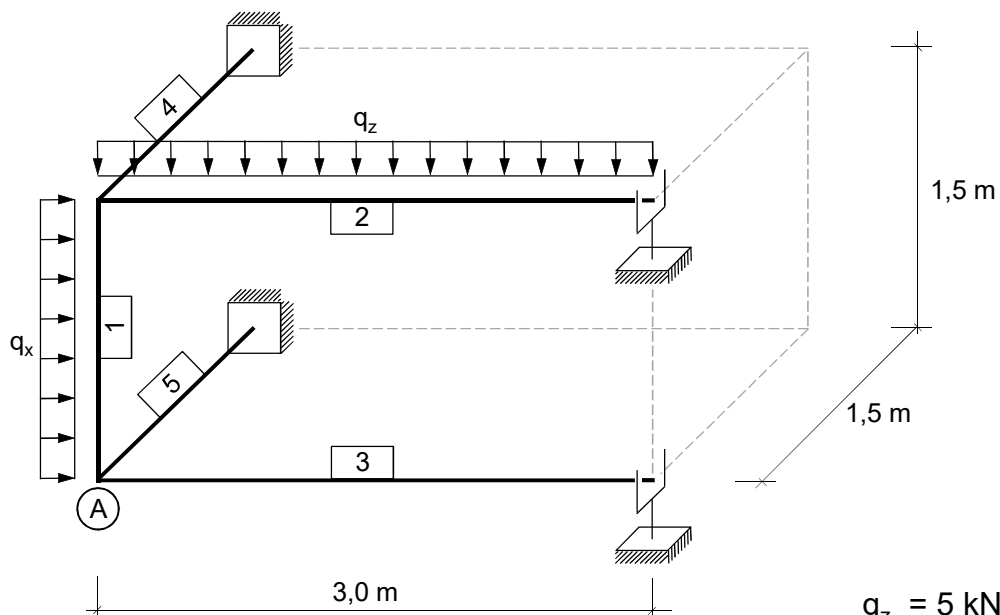
$$q = 20 \text{ kN/m}$$

- Bestimmen Sie die geometrische Unbestimmtheit des Systems
- Bestimmen Sie die Biegelinie mit Angabe von Knotenwerten mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**. Stellen Sie den Verlauf grafisch dar.

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Bestimmen Sie die Verschiebungskomponenten am Knoten A des dargestellten räumlichen Systems unter der gegebenen Belastung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens (VV)**.



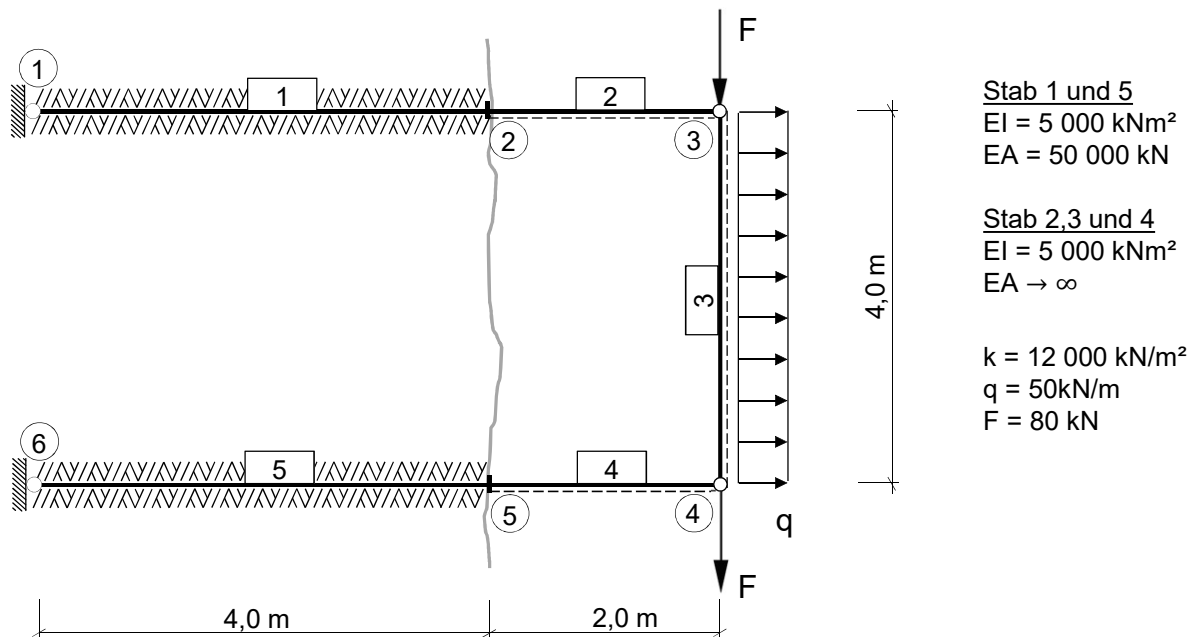
$$\begin{aligned} q_z &= 5 \text{ kN/m} \\ q_x &= 7,5 \text{ kN/m} \\ EI &= 10.000 \text{ kNm}^2 \\ \text{Stab 1,4,5: } GI_T &= 5.000 \text{ kNm}^2 \\ \text{Stab 2,3: } GI_T &\rightarrow \infty \\ EA &\rightarrow \infty \end{aligned}$$

Aufgabe 4

(..... / 24 Punkte)

- a) Berechnen Sie den Momentenverlauf in den Stäben 1 und 2 und die Verschiebungen der Knoten 2 und 3 des unten dargestellten Systems mit dem Verschiebungsgrößenverfahren.

Hinweis: Der Momentenverlauf im gebetteten Balken muss nur qualitativ dargestellt werden.



- b) Die Auflager werden im Folgenden jeweils durch eine Kopfplatte ersetzt. Begründen Sie, warum die Kopfplatte durch eine Feder abgebildet werden kann. Bestimmen Sie die Federsteifigkeit k_f und die neue horizontale Verschiebung u am Knoten 3.



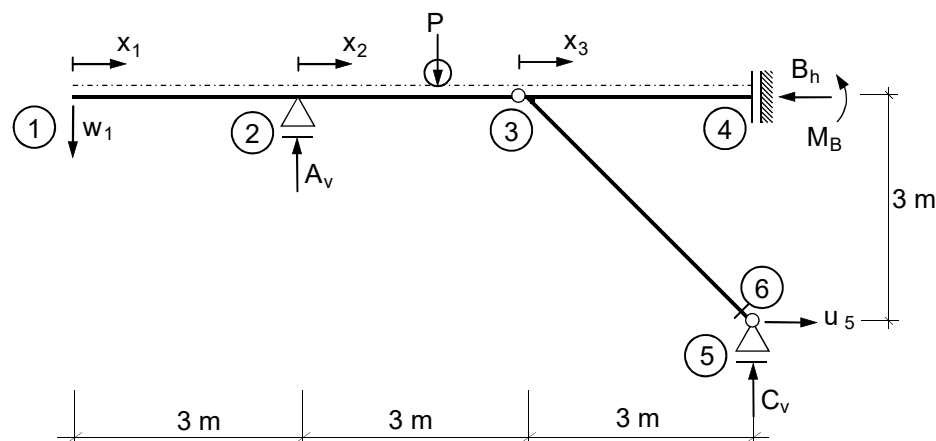
Kopfplatte
 $EI = 100\,000 \text{ kNm}^2$
 $EA = 50\,000 \text{ kN}$

Aufgabe 5

(..... / 25 Punkte)

Gegeben ist folgendes System

Für alle Stäbe:
 $EI = 800 \text{ kNm}^2$
 $EA = \text{siehe Teilaufgabe}$



Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die Wanderlast P auf den Lastgurten (x_1 , x_2 und x_3) für die untenstehenden Größen. Die Wanderlast wirkt dabei senkrecht zu den Lastgurten.

Skizzieren Sie die Einflusslinie unter Angabe **charakteristischer Werte** am Gesamtsystem.

- Das Moment M_B am Auflager B mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an.
- Die vertikale Auflagerkraft C_v mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an.
- Die Verschiebung w_1 des Knotens 1 mit $EA \rightarrow \infty$.
- Die Verschiebung u_5 des Knotens 1 mit $EA = 1000 \text{ kN}$.
- Die Normalkraft an der Stelle 6 mit $EA \rightarrow \infty$. Werten Sie diese Einflusslinie an den Knoten 1,2,3 bzw. 4 aus und vergleichen die Werte mit den korrespondierenden Werten aus den Schnittgrößenverläufen, welche Sie für das Lösen der Teilaufgabe d) bereits bestimmt haben.

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 4

Bearbeitungszeit: 115 Minuten

| | Punkte | |
|----------------------------|---------------|----------|
| Aufgabe | max. | erreicht |
| 1 | 27 | |
| 2 | 23 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 20 | |
| 5 | 25 | |
| | | |
| Σ | 115 | |

Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

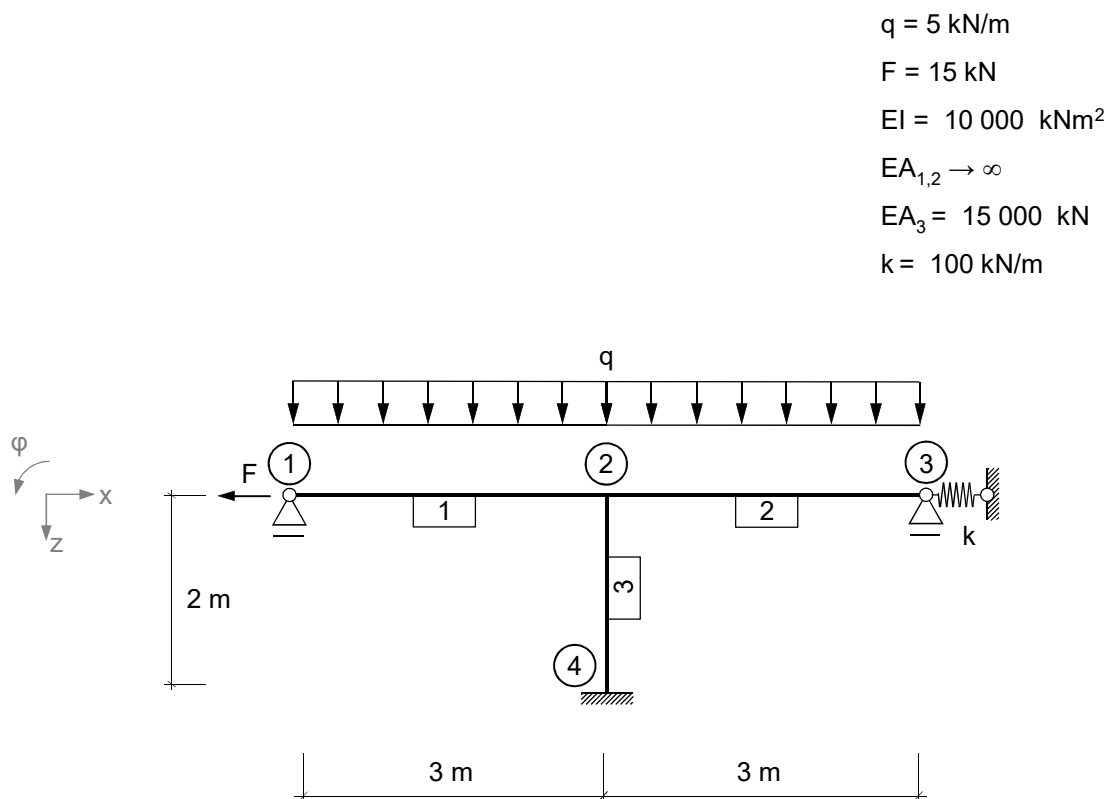
Aufgabe 1

(..... / 27 Punkte)

- Berechnen Sie für das gegebene Tragwerk die Knotenverformungen.
- Skizzieren Sie die Verformung des Systems und den Momentenverlauf (mit charakteristischen Werten).
- Am dargestellten System senkt sich das Lager am Knoten 4 um den Betrag $w_4 = 0,002 \text{ m}$ (siehe Skizze folgende Seite).
 - Hat dies eine Auswirkung auf die Schnittgrößen des Systems (ja oder nein, bitte kurz erklären)?
 - Berechnen und skizzieren Sie die Verformungen des gesamten Systems unter der gegebenen Belastung und Stützensenkung.
 - Worauf hat die Stützensenkung einen Einfluss. Auf die Steifigkeitsmatrix oder den Lastvektor? Erläutern Sie Ihre Antwort kurz.

Führen Sie die Berechnung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** durch.

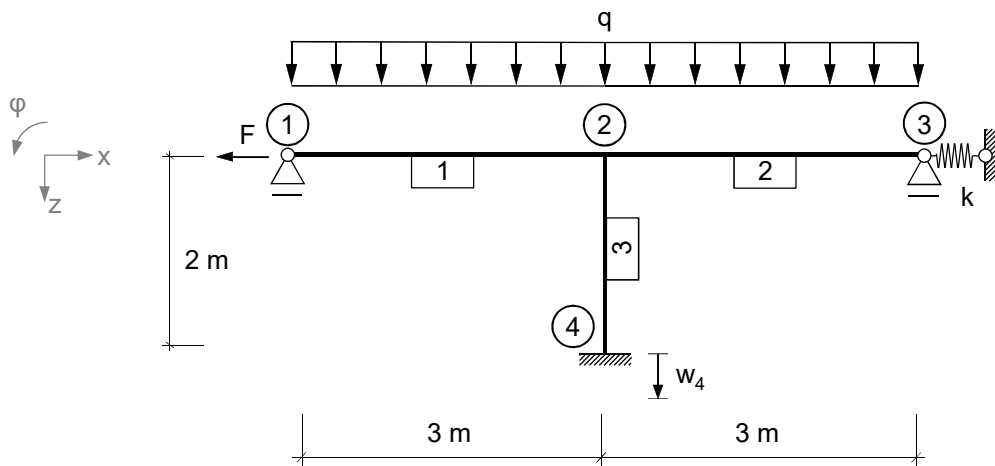
System und Belastung:



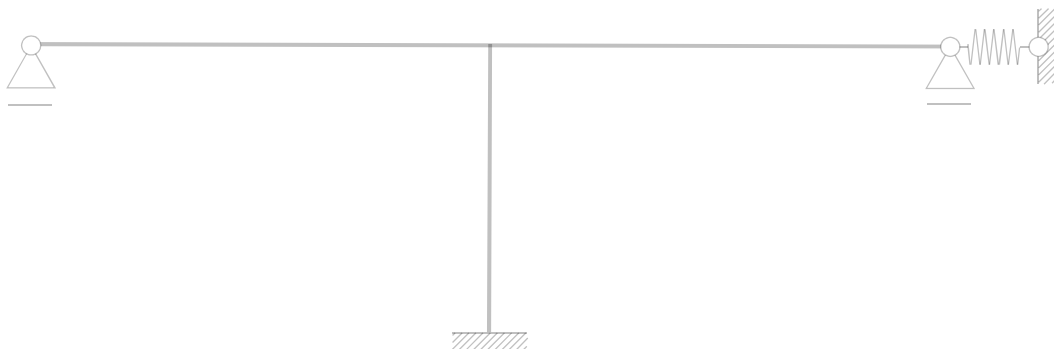
Fortsetzung Aufgabe 1

zu c)

System



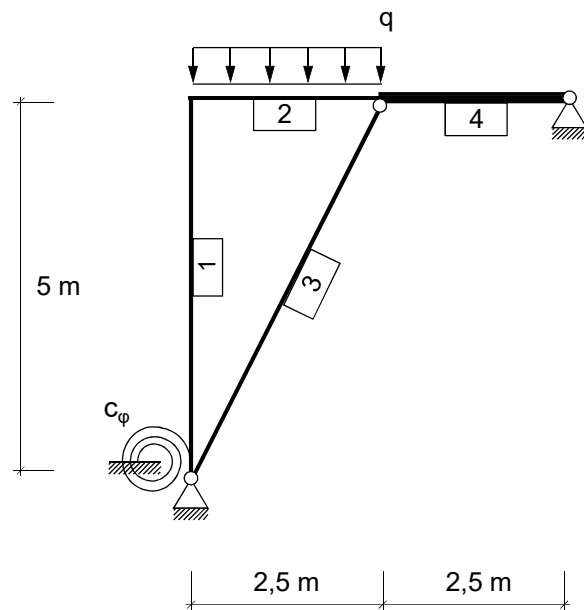
Verformungen



Aufgabe 2

(.... / 23 Punkte)

Gegeben ist das untenstehende System mit einer Belastung q . Berechnen Sie die Knotenverformungen des Systems mit dem Verschiebungsgrößenverfahren.



gegeben:

$$EI_{1,2,3} = 1\,000 \text{ kNm}^2$$

$$EA_{1,2,3} \rightarrow \infty$$

$$EI_4 \rightarrow \infty$$

$$EA_4 = 1\,000 \text{ kN}$$

$$q = 10 \text{ kN/m}$$

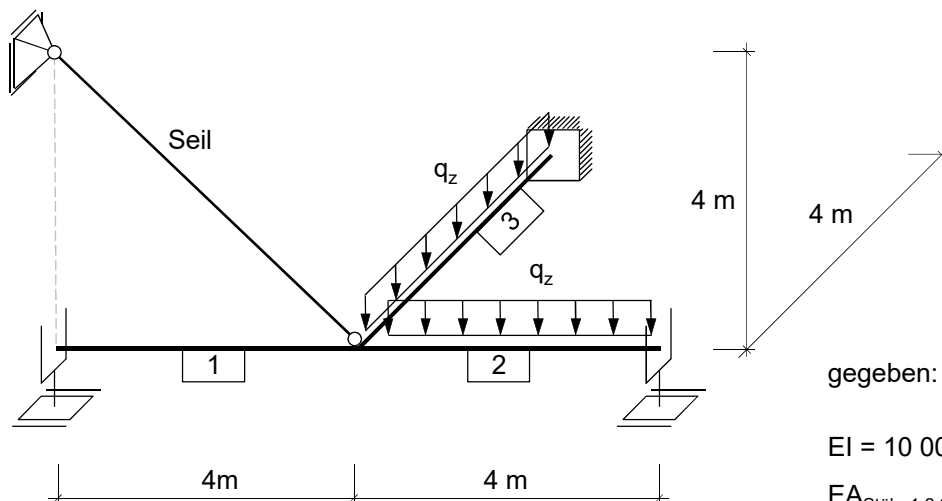
$$c_\varphi = 500 \text{ kNm/rad}$$

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist das unten dargestellte Tragsystem der Überdachung eines Innenhofs.

- Berechnen Sie für dieses System die vertikale Durchsenkung am Schnittpunkt der Stäbe.
- Bestimmen Sie den Verlauf des Torsionsmoments M_T im Stab 3.



gegeben:

$$EI = 10\,000 \text{ kNm}^2$$

$$EA_{\text{Stäbe 1,2,3}} \rightarrow \infty$$

$$EA_{\text{Seil}} = 100\,000 \text{ kN}$$

$$GI_{T,\text{Stäbe 1,2,3}} \rightarrow \infty$$

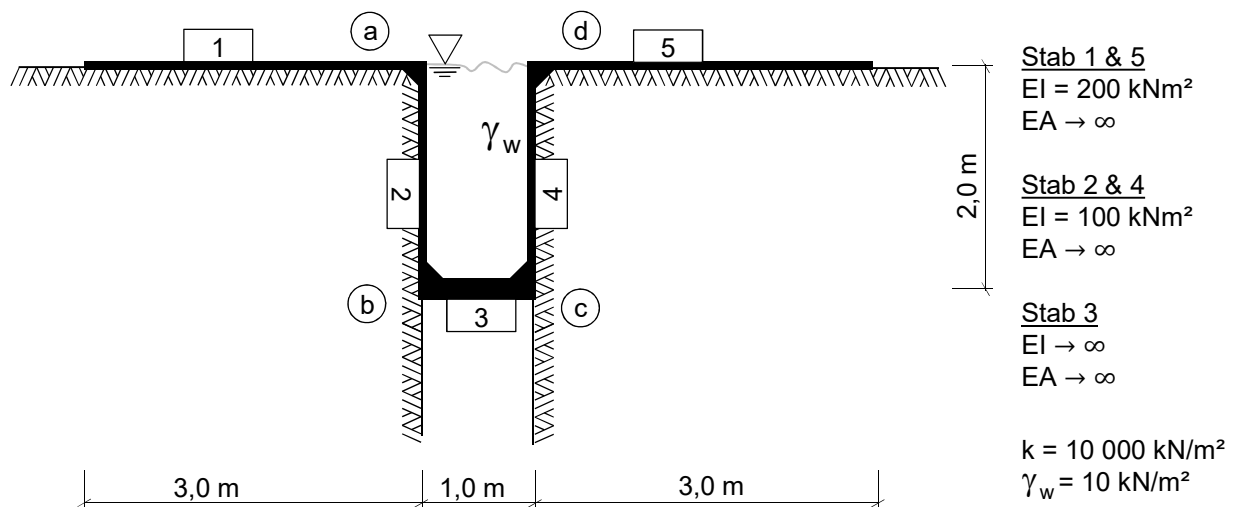
$$q_z = 15 \text{ kN/m}$$

Aufgabe 4

(..... / 20 Punkte)

Es soll eine temporäre Wasserleitung durch eine eingehängte Konstruktion realisiert werden.

Berechnen Sie die Verschiebungen der Eckpunkte a, b, c und d mit dem Verschiebungsgrößenverfahren.



Hinweis: Tangentiale Bettung ist **nicht** zu beachten.

Unendlich langer Balken:

| Lastfall | |
|----------|---|
| | $V_i = -\frac{q}{2 \cdot l \cdot \lambda^2}$ $M_i = \frac{q}{2 \cdot l \cdot \lambda^3}$ $V_k = -\frac{q}{\lambda}$ $M_k = -\frac{q}{2\lambda^2}$ |

- Das Moment M_B am Auflager B mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an. (3 Punkte)
- Die vertikale Auflagerkraft C_v mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an. (3 Punkte)
- Die Verschiebung w_4 des Knotens 4 mit $EA \rightarrow \infty$ (8 Punkte)
- Die Verschiebung u_5 des Knotens 5 mit $EA = 1000 \text{ kN}$ (8 Punkte)
- Die Normalkraft an der Stelle 6 mit $EA \rightarrow \infty$. Werten Sie diese Einflusslinie an den Knoten 1,2,3 bzw. 4 aus und vergleichen die Werte mit den korrespondierenden Werten aus den Schnittgrößenverläufen, welche Sie für das Lösen der Teilaufgabe d) bereits bestimmt haben. (3 Punkte)

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 5

Bearbeitungszeit: 100 Minuten

| Aufgabe | Punkte | |
|----------|------------|----------|
| | max. | erreicht |
| 1 | 25 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 15 | |
| 5 | 20 | |
| | | |
| Σ | 100 | |

Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

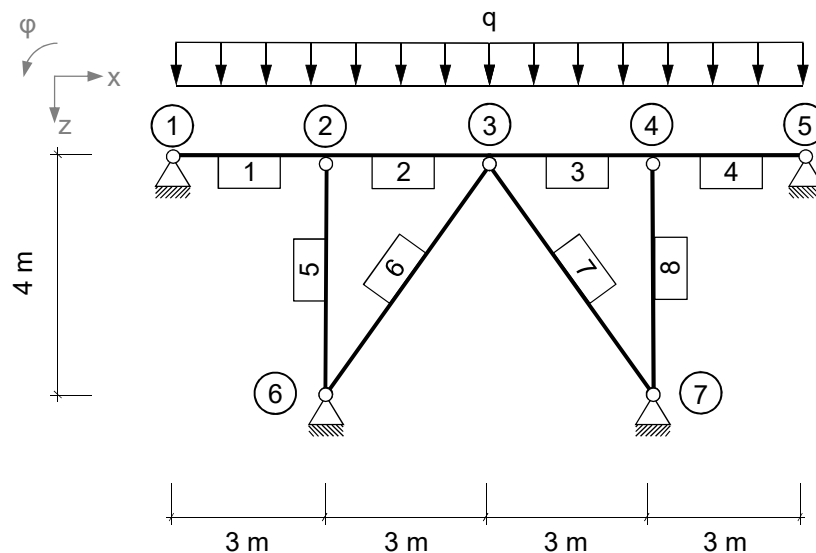
Aufgabe 1

(..... / 25 Punkte)

- Berechnen Sie für das gegebene Tragwerk die Knotenverformungen am Knoten 2, 3 und 4.
- Skizzieren Sie die Verformung des Systems, sowie den Normalkraft- und Momentenverlauf unter Angabe charakteristischer Werte.

Führen Sie die Berechnung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** durch.

System und Belastung:



$$q = 15 \text{ kN/m}$$

$$EI = 2\,000 \text{ kNm}^2$$

$$EA_{1,2,3,4} \rightarrow \infty$$

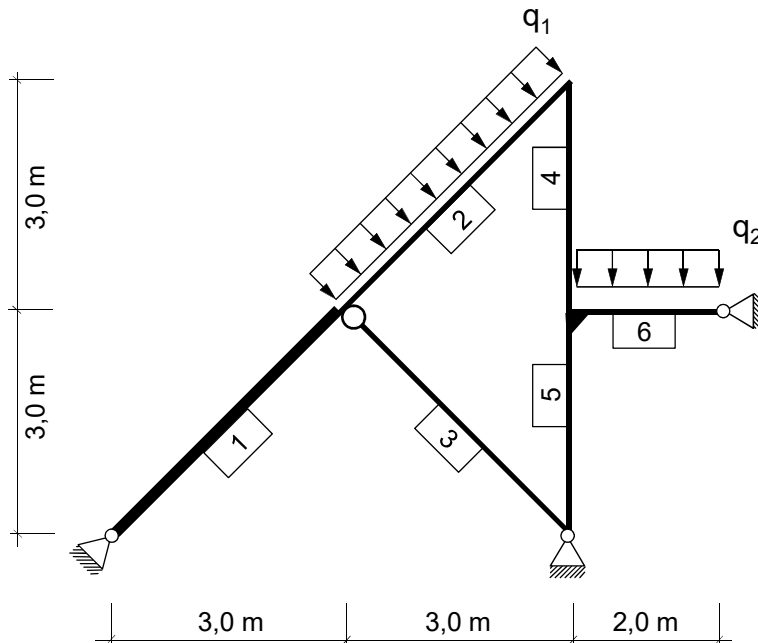
$$EA_{5,8} = 10\,000 \text{ kN}$$

$$EA_{6,7} = 5\,000 \text{ kN}$$

Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



Belastungen:

$$q_1 = 15 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = 30 \text{ kN/m}$$

Biegesteifigkeiten:

$$EI_1 \rightarrow \infty$$

$$EI_{2-6} = 20 \text{ MNm}^2$$

Dehnsteifigkeiten:

$$EA_{1,2,4,5,6} \rightarrow \infty$$

$$EA_3 = 30 \text{ MNm}^2$$

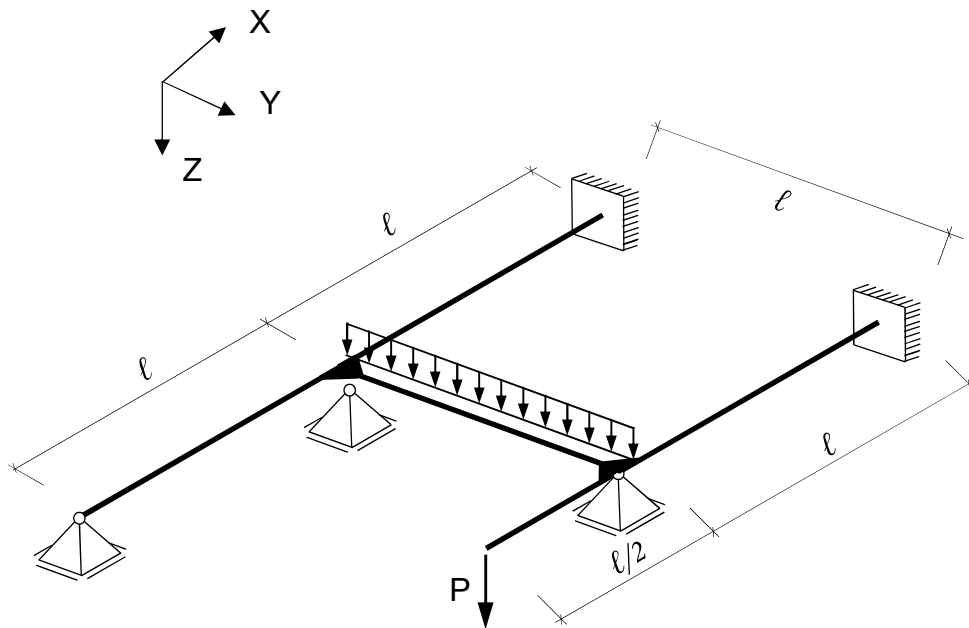
- Bestimmen Sie die kinematischen Abhängigkeiten des Systems
- Berechnen Sie die Knotenverformungen des Systems mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens (VV)**.
- Bestimmen Sie den Verlauf von Moment M und Querkraft V in Stab 1.

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Bestimmen Sie den Verlauf des Biege- und Torsionsmoments im Stab 1 unter der Gleichlast q und der Einzellast P mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**.

Stellen Sie beide Verläufe grafisch dar (mit Angabe charakteristischer Werte).



System:

$$EI = 1\,000 \text{ kNm}^2$$

$$GI_T = 500 \text{ kNm}^2$$

$$l = 2 \text{ m}$$

Belastung:

$$q = 40 \text{ kN/m}$$

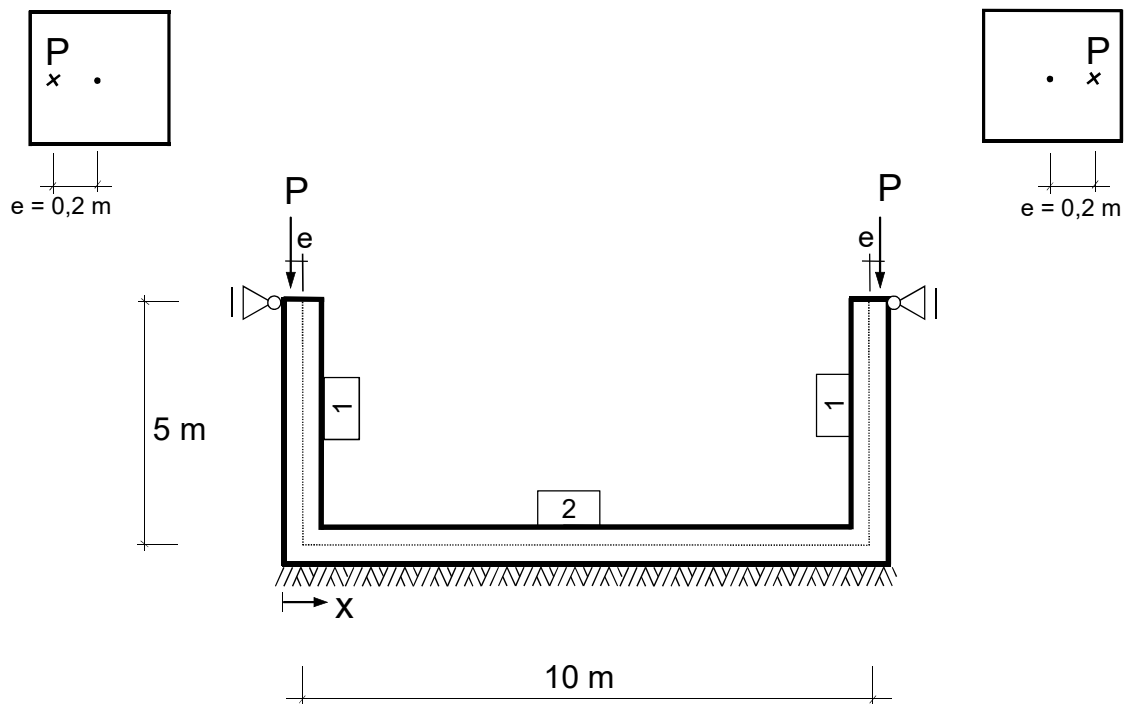
$$P = 30 \text{ kN}$$

Aufgabe 4

(..... / 15 Punkte)

Bestimmen Sie mit dem Verschiebungsgrößenverfahren die Knotenverformungen des angegebenen Systems unter Berücksichtigung der elastischen Bettung und der exzentrischen Kraft.

- a) Geben Sie das Moment und die Querkraft in der Mitte des elastisch gebetteten Trägers an.



$$EI_1 = 5.000 \text{ kNm}^2$$

$$k_{\text{Bettung}} = 1.000 \text{ kN/m}^2$$

$$EI_2 = 10.000 \text{ kNm}^2$$

$$P = 40 \text{ kN}$$

$$EA \rightarrow \infty$$

- a) die horizontale Auflagerkraft am rechten Auflager B_h
- b) das Moment M_i an der Stelle i
- c) die Querkraft Q_k an der Stelle k
- d) die Verschiebung w

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 6

Bearbeitungszeit: 105 Minuten

| | Punkte | |
|----------------------------|---------------|----------|
| Aufgabe | max. | erreicht |
| 1 | 25 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 20 | |
| 5 | 20 | |
| | | |
| Σ | 105 | |

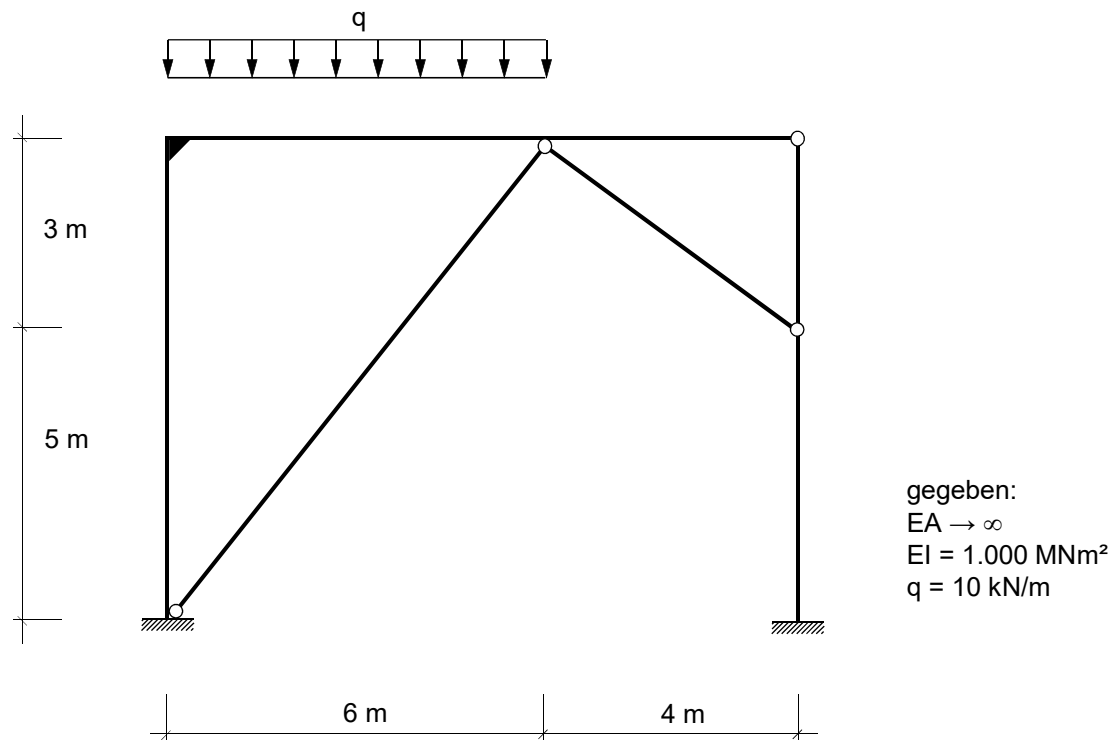
Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist das statische System:

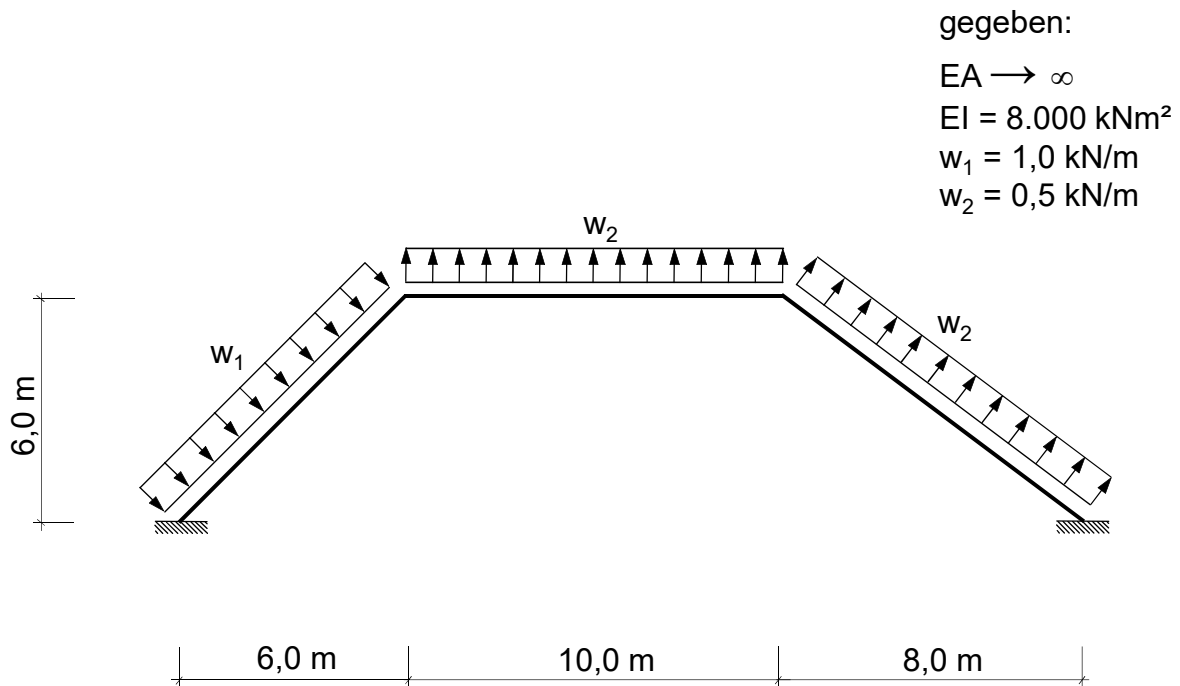


- Bestimmen Sie die geometrische Unbestimmtheit des Systems.
- Bestimmen Sie den Momentenverlauf mit Angabe von charakteristischen Werten mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**. Stellen Sie den Verlauf grafisch dar.

Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist ein statisches System:



- Bestimmen Sie die geometrische Unbestimmtheit des Systems und geben Sie die zugehörigen Freiheitsgrade im System an.
- Bestimmen Sie den Momentenverlauf mit Angabe von charakteristischen Werten mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**. Stellen Sie die Verläufe grafisch dar.

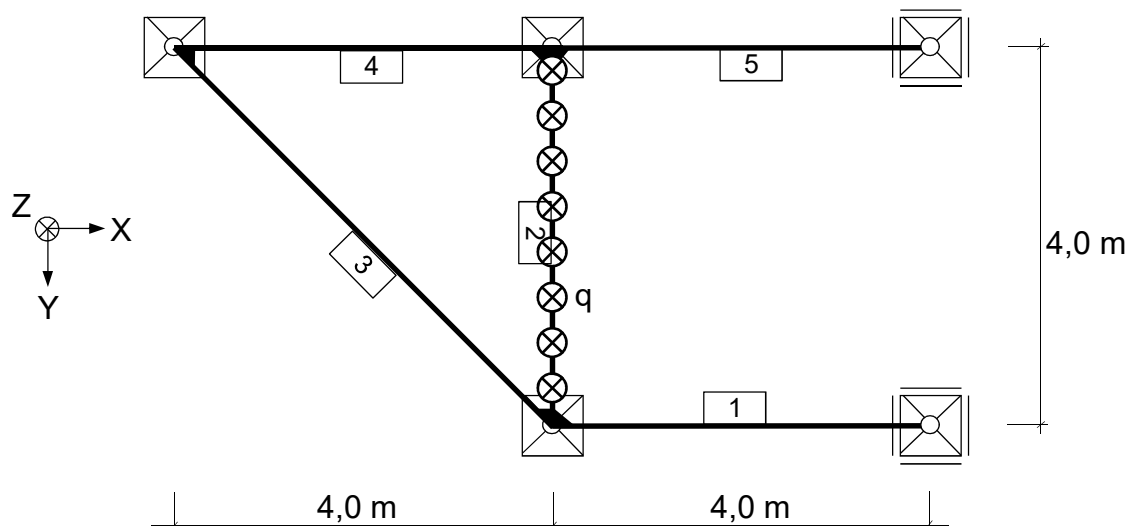
Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

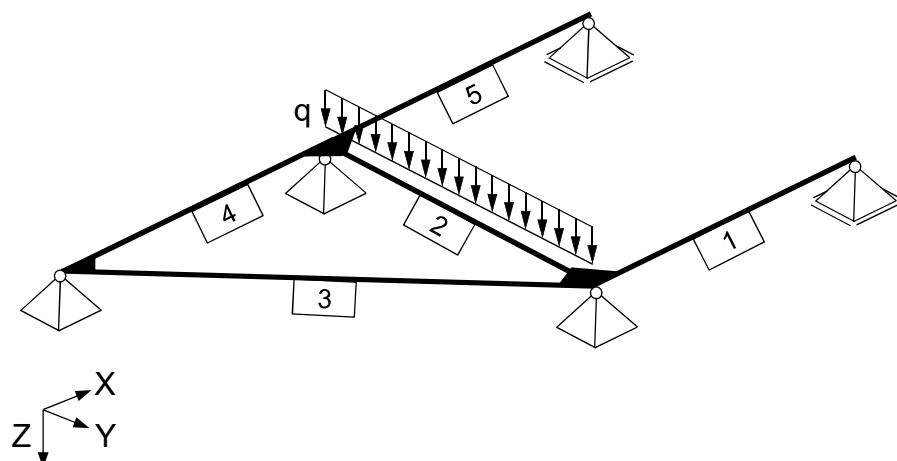
- Bestimmen Sie für das angegebene System die Steifigkeitsmatrix und den Lastvektor (Bedingungsgleichungen) für eine Berechnung mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren (VV)**.
- Nun wird Stab 3 entfernt. Bestimmen Sie für Lastfall q den Grad der geometrischen Unbestimmtheit und die Verschiebung u_z in der Mitte von Stab 2.

System und Belastung: $EI = 800 \text{ kNm}^2$
 $GI_T = 400 \text{ kNm}^2$
 $q = 30 \text{ kN/m}$

Draufsicht:



3D-Ansicht:

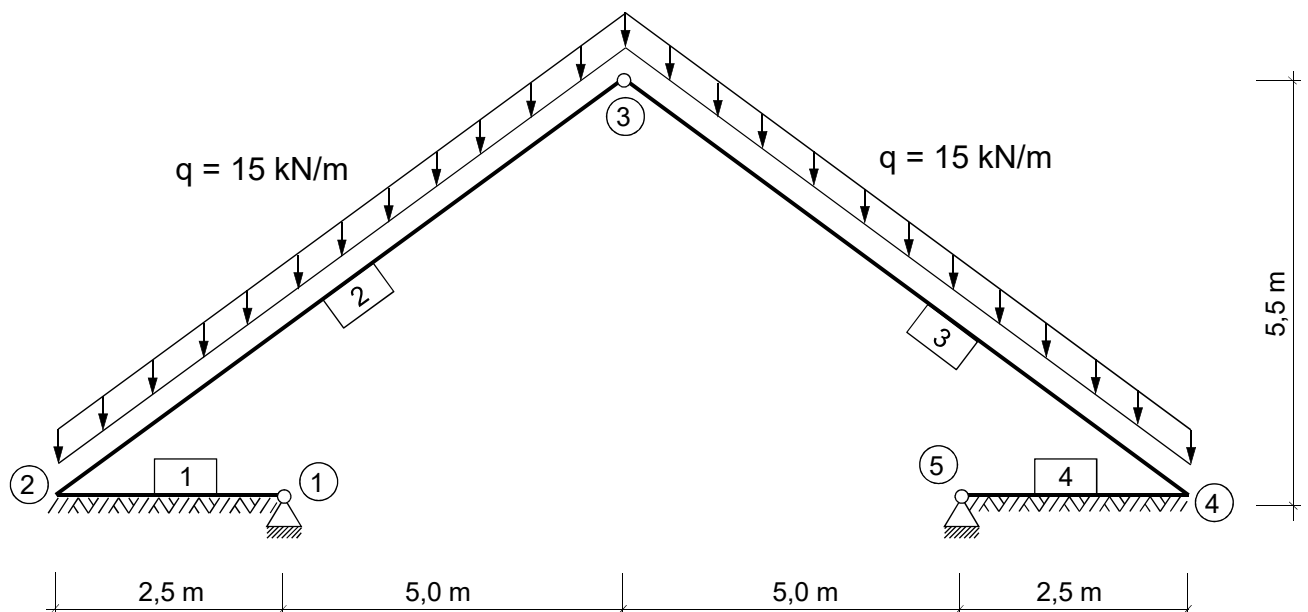


Aufgabe 4

(..... / 20 Punkte)

Berechnen Sie für das gegebene Dachtragwerk die Momentenlinie. Führen Sie die Berechnung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** durch. Berücksichtigen Sie hierbei die elastische Bettung der Deckenbalken.

Stellen Sie den Momentenverlauf unter Angabe charakteristischer Größen graphisch dar.

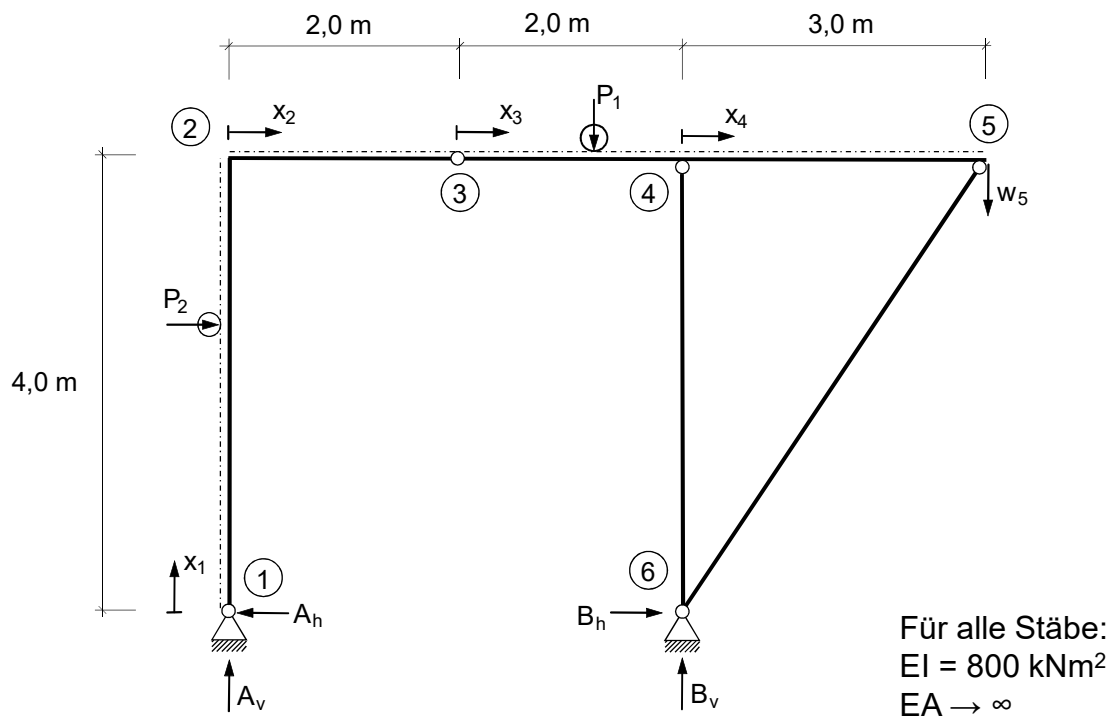


| | | |
|----------|------------------------------|-------------------------|
| Balken 1 | $EI = 7.800 \text{ kNm}^2$ | $EA \rightarrow \infty$ |
| Balken 2 | $EI = 2.300 \text{ kNm}^2$ | $EA \rightarrow \infty$ |
| Balken 3 | $EI = 2.300 \text{ kNm}^2$ | $EA \rightarrow \infty$ |
| Balken 4 | $EI = 7.800 \text{ kNm}^2$ | $EA \rightarrow \infty$ |
| Bettung | $k = 400.000 \text{ kN/m}^2$ | |

Aufgabe 5

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die Wanderlasten P_1 und P_2 auf den Lastgurten für die folgenden Größen

- Die horizontale Auflagerkraft B_h mit $P_1 = P_2 = 1 \text{ kN}$
- Die vertikale Auflagerkraft B_v mit $P_1 = P_2 = 1 \text{ kN}$
- Die Verschiebung w_5 an der Stelle 5 mit $P_1 = 1 \text{ kN}$ und $P_2 = 0 \text{ kN}$
- Die Verschiebung w_5 an der Stelle 5 mit $P_1 = 0 \text{ kN}$ und $P_2 = 1 \text{ kN}$

Geben Sie **charakteristische Werte** am Gesamtsystem und die **Formeln der Funktionsverläufe** $h(x_1)$, $h(x_2)$, $h(x_3)$ und $h(x_4)$ für die jeweiligen Größen an.

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 7

Bearbeitungszeit: 110 Minuten

| Aufgabe | Punkte | |
|----------|------------|----------|
| | max. | erreicht |
| 1 | 25 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 25 | |
| 5 | 20 | |
| | | |
| Σ | 110 | |

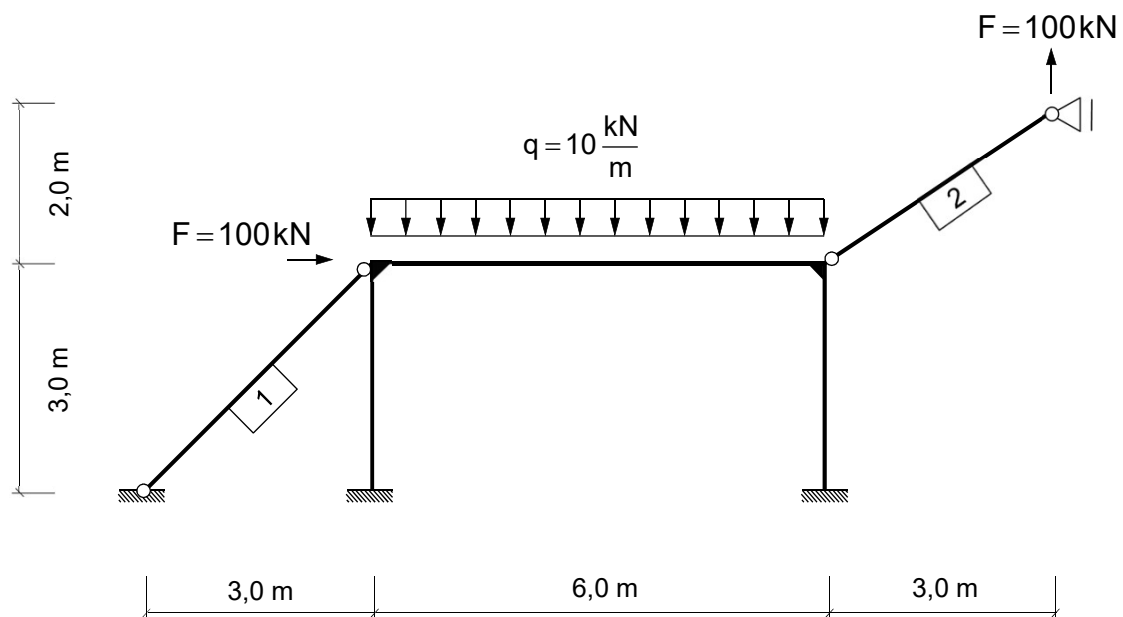
Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1

(..... / 25 Punkte)

- a) Berechnen Sie für das gegebene Tragwerk alle Knotenverformungen unter den gegebenen Lasten F und q . Führen Sie die Berechnung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** durch.
Hinweis: Stab 1 besitzt eine endliche ($EA_1 = 10.000 \text{ kN}$) Dehnsteifigkeit.
- b) Welche zusätzlichen Verschiebungen am Stab 2 entstehen aus einer gleichmäßigen Erwärmung von Stab 1 um $T=15^\circ$?



gegeben:

$$EI = 1.000 \text{ kNm}^2$$

$$EA_1 = 10.000 \text{ kN}$$

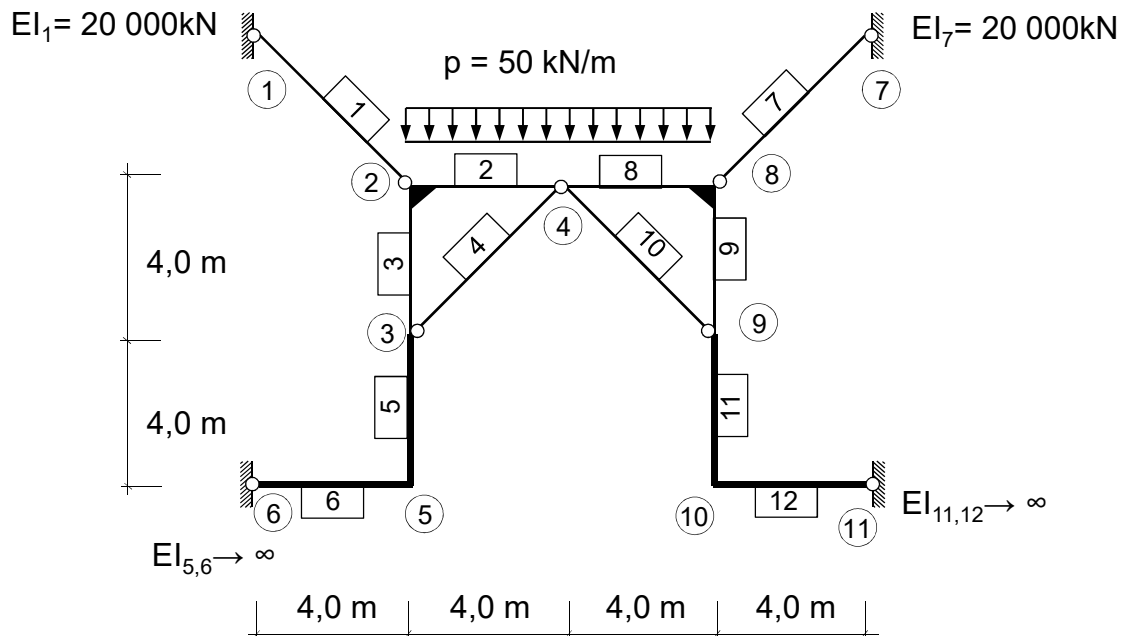
$$EA_{\text{rest}} \rightarrow \infty$$

$$\alpha_T = 1.0 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}$$

Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



| Stäbe | EA [kN] | EI [kNm ²] |
|-------------------|----------|------------------------|
| 1, 7 | 20 000 | 3 500 |
| 5, 6, 11, 12 | ∞ | ∞ |
| 2, 3, 4, 8, 9, 10 | ∞ | 3 500 |

- Berechnen Sie unter gegebener Belastung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** und unter Ausnutzung der Symmetrie:
 - das Moment an Knoten 2
 - die Auflagerkräfte an Knoten 6
- Zeichnen Sie die Biegelinie unter gegebener Belastung.
- Nun gelte in allen Stäben $EA \rightarrow \infty$. Zeichnen Sie die qualitative Biegelinie für diesen Fall.

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Bestimmen Sie den Verlauf des Biege- und Torsionsmoments des Systems unter der gegebenen Belastung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens (VV)**.

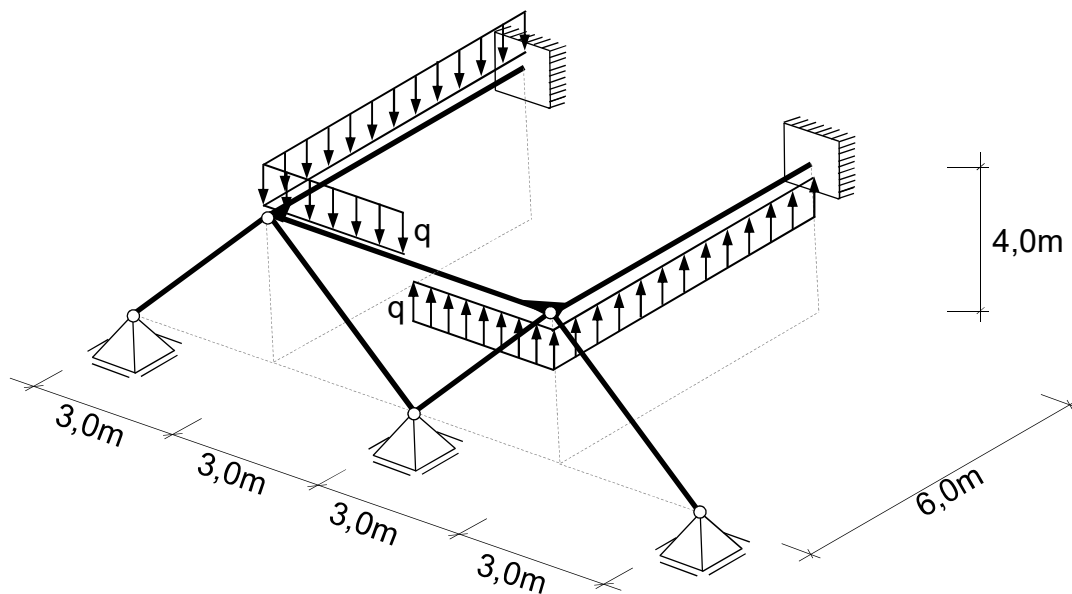
System und Belastung:

$$EA \rightarrow \infty$$

$$EI = 1\,200 \text{ kNm}^2$$

$$GI_T = 600 \text{ kNm}^2$$

$$q = 40 \text{ kN/m}$$



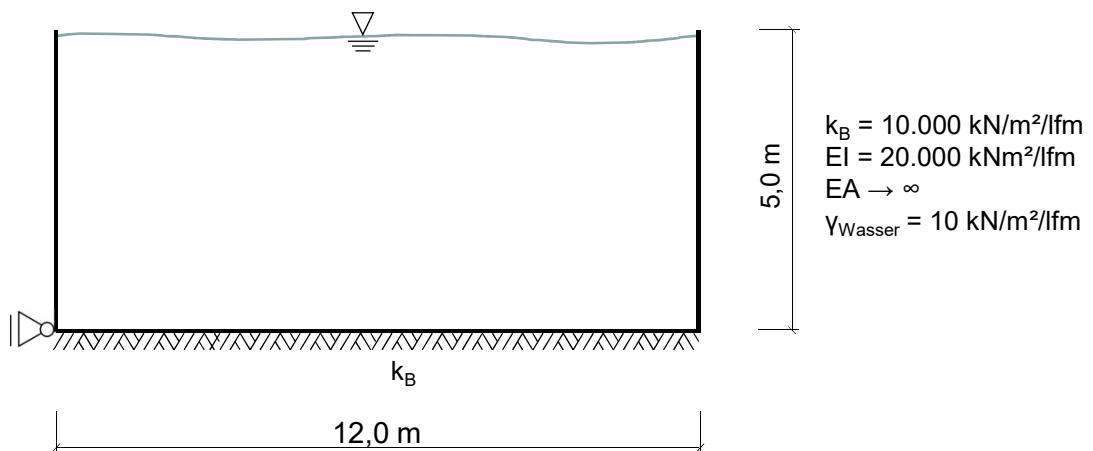
Aufgabe 4

(..... / 25 Punkte)

Gegeben ist eine Zisterne zur Speicherung von Regenwasser zum Betrieb eines Wasserspielplatzes.

Berechnen Sie für das gezeichnete idealisierte 2D System die folgenden Punkte:

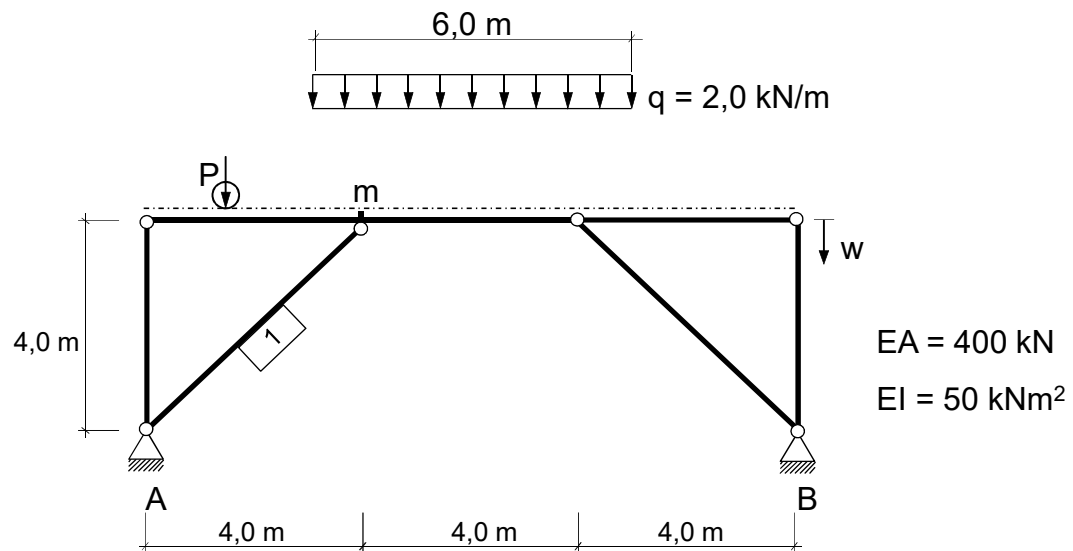
- Alle Knotenverformungen der Zisterne mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren**
- Die Absenkung der Zisterne in der Mitte
- Auf der Zisterne befindet sich ein frei aufliegender Deckel. Der Deckel hat eine Breite von 12,40m. Berechnen Sie die Wichte einer alternativen Flüssigkeit, ab der der Deckel in die Zisterne fällt.



Aufgabe 5

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



a) Prüfen Sie mit dem Aufbaukriterium, ob das System statisch bestimmt und brauchbar ist.

Bestimmen Sie die Einflusslinie für eine vertikale Wanderlast auf dem Lastgurt (gestrichelte Linie) für die gesuchten Größen der Teilaufgaben b) bis e) und skizzieren Sie jeweils die ungünstigsten Laststellungen der Streckenlast q .

Werten Sie die Einflusslinien für die ungünstigsten Laststellungen aus.

b) Vertikale Auflagerkraft am Auflager B

c) Moment M_m an der Stelle m

d) Normalkraft N_1 im Stab 1

e) Verschiebung w

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 8

Bearbeitungszeit: 100 Minuten

| | Punkte | |
|----------------------------|---------------|----------|
| Aufgabe | max. | erreicht |
| 1 | 20 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 20 | |
| 5 | 20 | |
| | | |
| Σ | 100 | |

Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

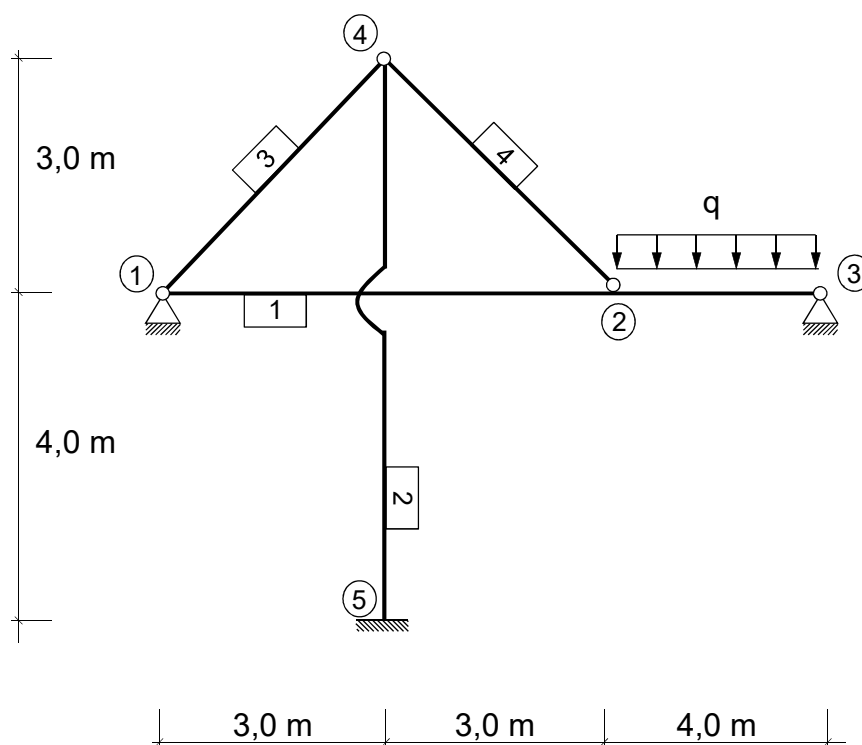
Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1

(..... / 20 Punkte)

Bestimmen Sie für das gegebene Tragwerk die Knotenverformungen für Knoten 2 und 4. Führen Sie die Berechnung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** durch.

Skizzieren Sie die Verformung des Systems unter Angabe der berechneten Knotenverformungen sowie den qualitativen Momentenverlauf.



gegeben:

$$q = 20 \text{ kN/m}$$

$$EI = 1.000 \text{ kNm}^2$$

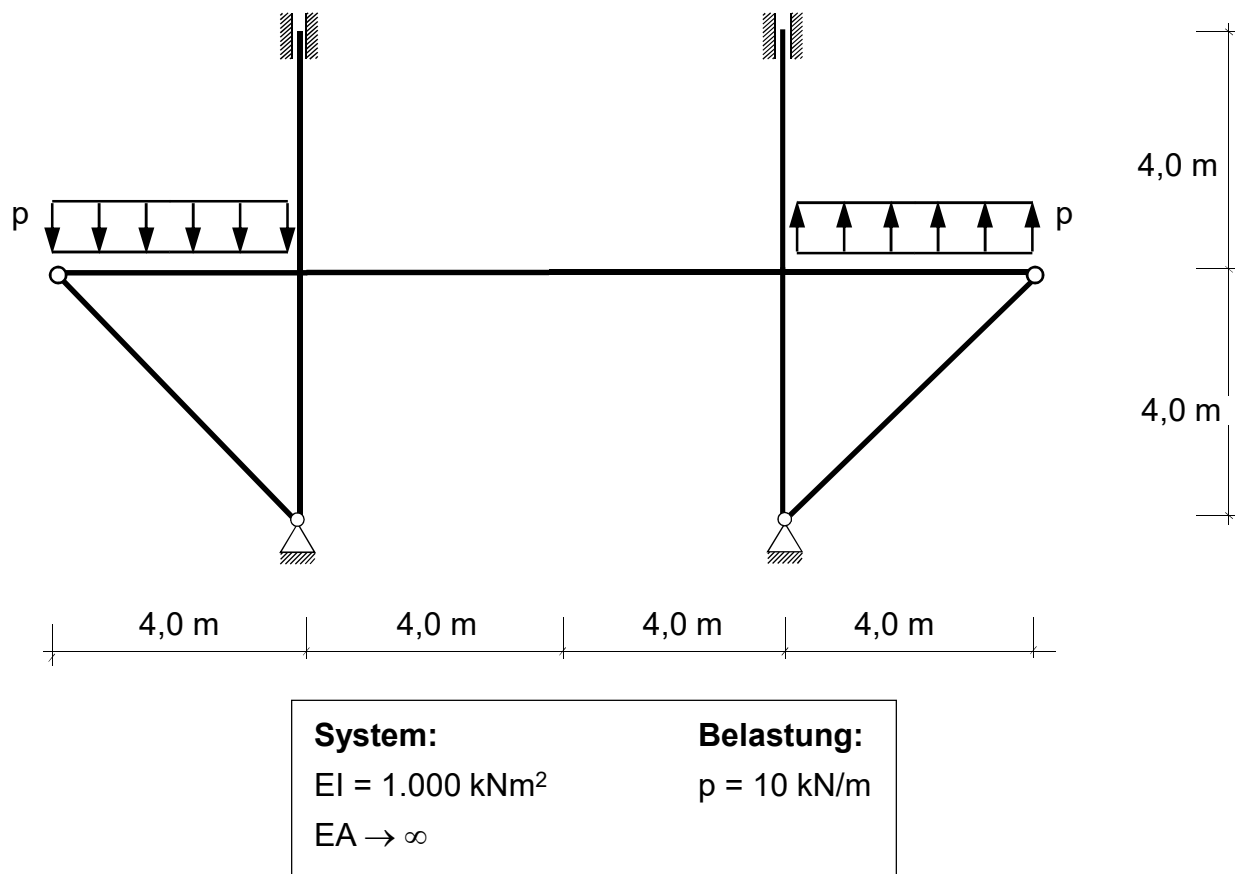
$$EA_{1,2} \rightarrow \infty$$

$$EA_{3,4} = 1.000 \text{ kN}$$

Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



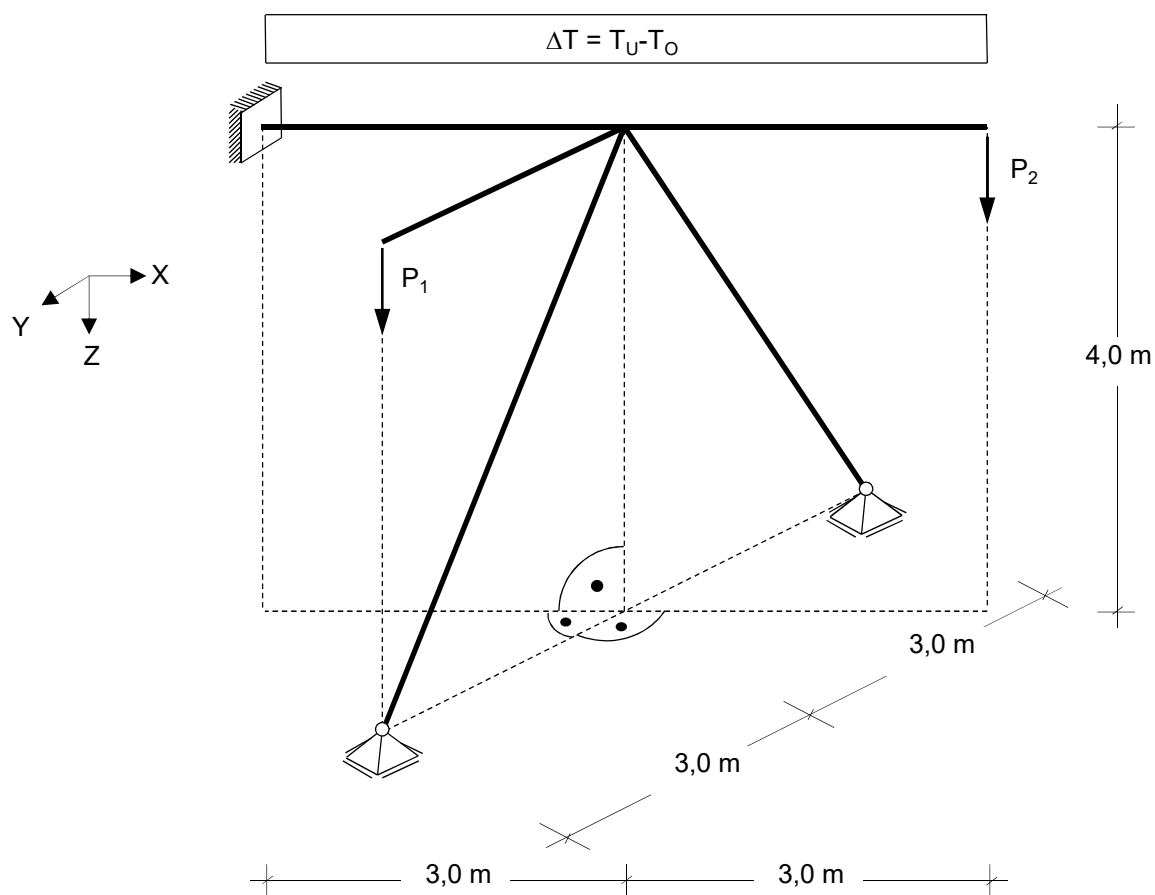
- Berechnen Sie mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** den Momentenverlauf im System unter der gegebenen antisymmetrischen Belastung p und stellen Sie diesen grafisch dar.
- Zeichnen Sie die qualitative Biegelinie mit Angabe der Wendepunkte.

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Alle Stäbe bestehen aus Kreis-Hohlquerschnitten mit den angegebenen Steifigkeiten. Bestimmen Sie den Verlauf der Biege- und Torsionsmomente des Systems unter der gegebenen Belastung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens (VV)**.

System und Belastung:



$$EA \rightarrow \infty$$

$$EI = 12.000 \text{ kNm}^2$$

$$GI_T = 9.000 \text{ kNm}^2$$

$$\alpha_T = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$$

$$h = 0,30 \text{ m}$$

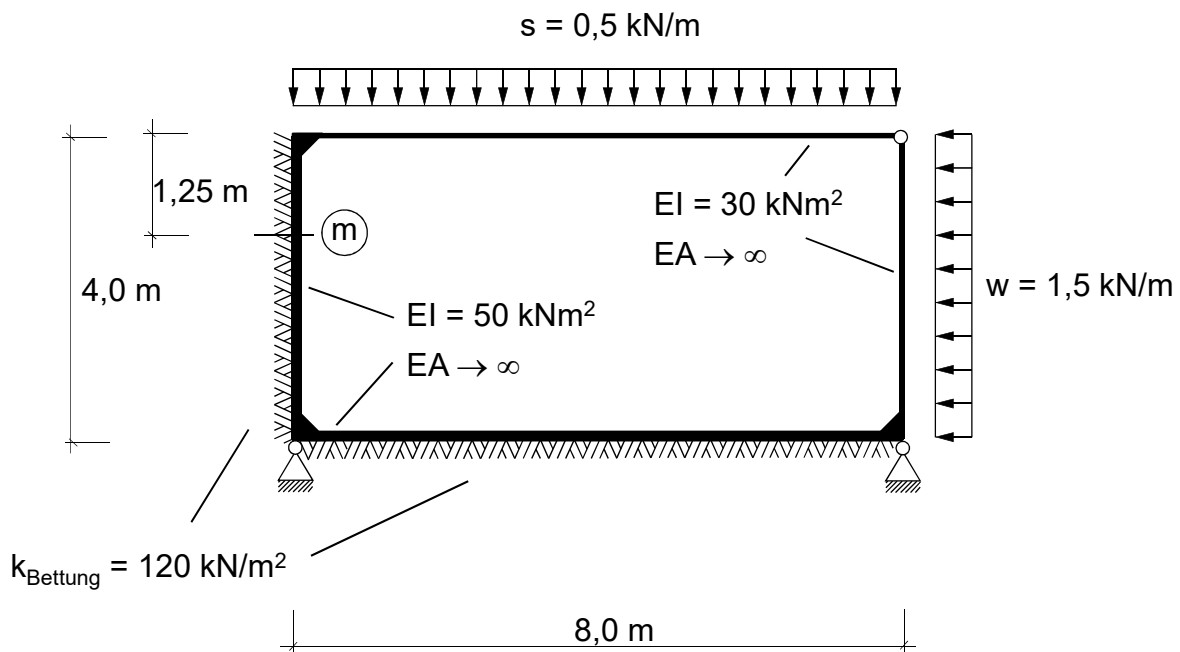
$$\Delta T = T_U - T_O = 20 \text{ K}$$

$$P_1 = P_2 = 20 \text{ kN}$$

Aufgabe 4

(..... / 20 Punkte)

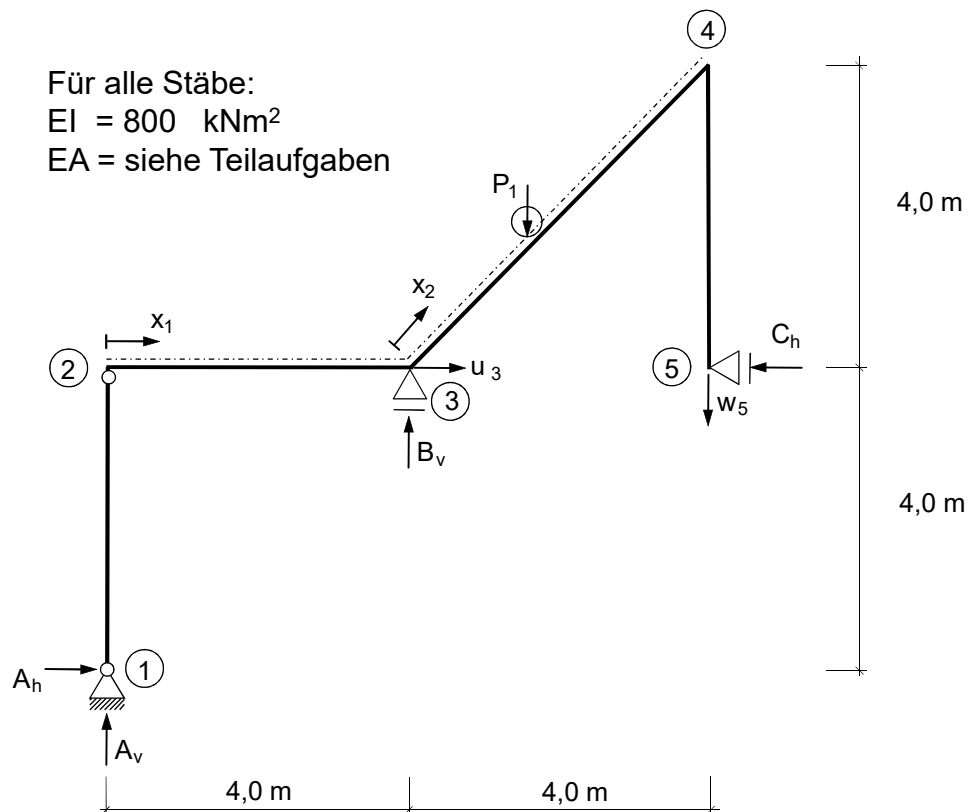
- Bestimmen Sie mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren** die Knotenverschiebungen des gegebenen Tragwerks, das zur Hälfte in einen Berghang eingebettet ist.
- Ermitteln Sie den Wert des Biegemoments im Schnitt (m).



Aufgabe 5

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die vertikale Wanderlast P_1 auf den Lastgurt für die folgenden Größen

- Die vertikale Auflagerkraft B_v mit $EA \rightarrow \infty$
- Die horizontale Auflagerkraft C_h mit $EA \rightarrow \infty$
- Die Verschiebung w_5 des Knotens 5 mit $EA = 1000 \text{ kN}$
- Die Verschiebung u_3 des Knotens 3 mit $EA = 1000 \text{ kN}$

Geben Sie jeweils **charakteristische Werte** am Gesamtsystem und die **Formeln der Funktionsverläufe** $\eta(x_1)$ und $\eta(x_2)$ für die jeweiligen Größen an.

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 9

Bearbeitungszeit: 100 Minuten

| Aufgabe | Punkte | |
|----------|------------|----------|
| | max. | erreicht |
| 1 | 20 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 15 | |
| 5 | 25 | |
| | | |
| Σ | 100 | |

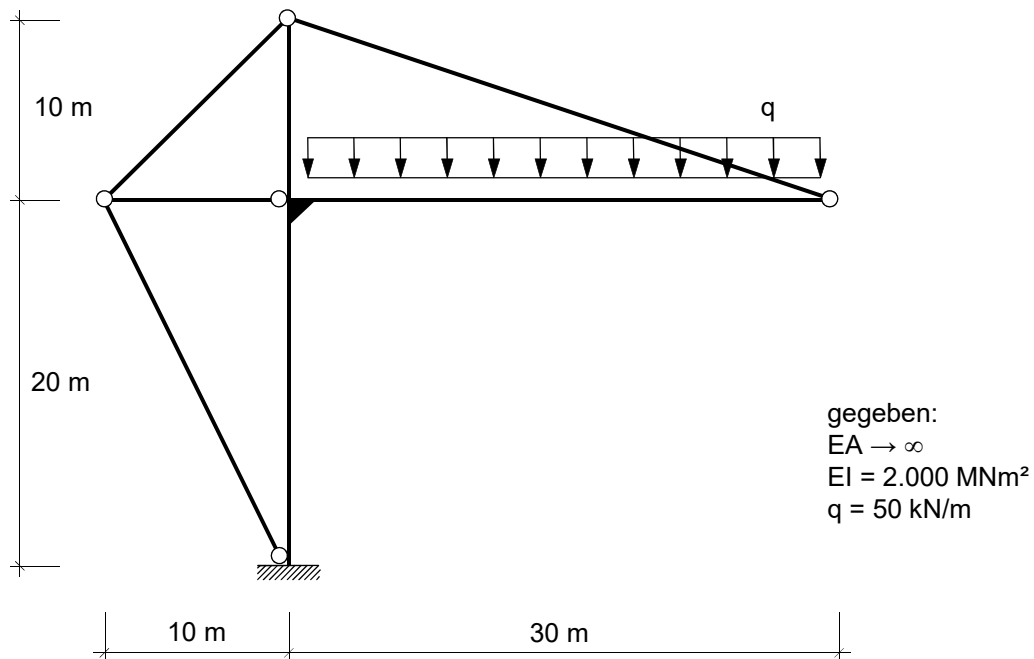
Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist das statische System eines Krans:

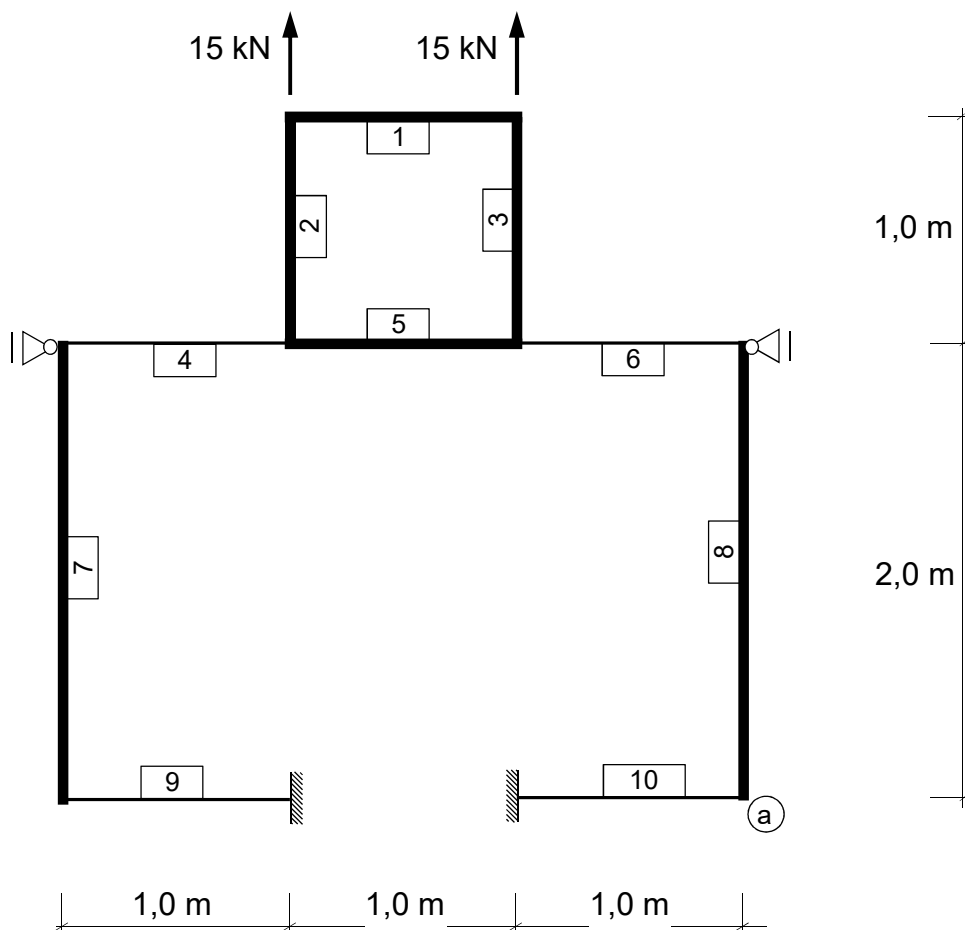


- Bestimmen Sie die geometrische Unbestimmtheit des Systems.
- Bestimmen Sie den Momentenverlauf mit Angabe von charakteristischen Werten mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**. Stellen Sie den Verlauf grafisch dar.

Aufgabe 2

(..... / 20 Punkte)

- Skizzieren Sie die qualitative Verformungsfigur und begründen Sie, warum unter der gegebenen Belastung von einem symmetrischen Verschiebungsverlauf ausgegangen werden kann.
- Berechnen Sie alle unabhängigen Weggrößen mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren**.
- Berechnen Sie das Biegemoment am Punkt A.

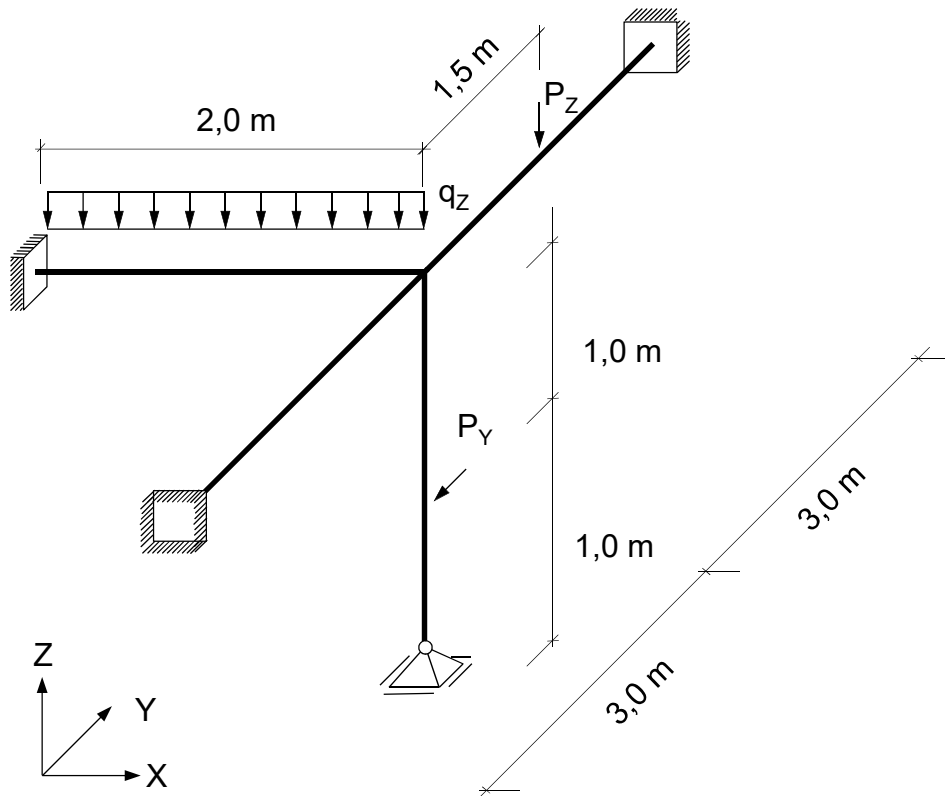


| Stabnummern | EA [kN] | EI [kNm ²] |
|------------------|---------|------------------------|
| 1, 2, 3, 5, 7, 8 | → ∞ | → ∞ |
| 4, 6, 9, 10 | → ∞ | 500 |

Aufgabe 3

(..... / 20 Punkte)

Gegeben ist folgendes räumliches System mit den dargestellten Belastungen.



System:

$EA \rightarrow \infty$
 $EI = 500 \text{ kNm}^2$
 $GI_T = 1\,000 \text{ kNm}^2$

Belastung:

$q_z = 50 \text{ kN/m}$
 $P_y = P_z = 20 \text{ kN}$

Bestimmen Sie den Verlauf der Biege- und Torsionsmomente des Systems unter der Gleichlast q_z und den beiden Einzellasten P_y und P_z mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**.

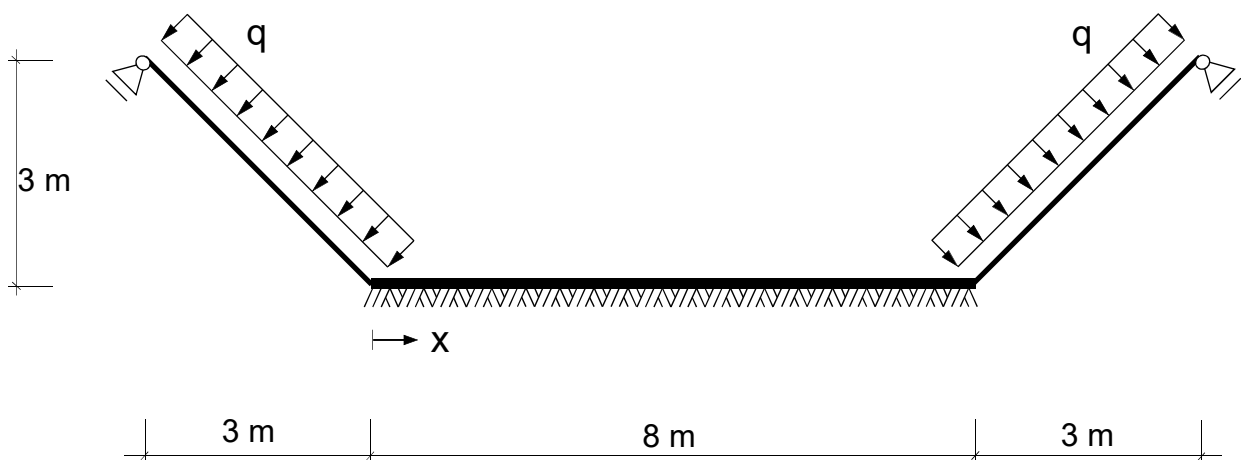
Stellen Sie diese graphisch dar (mit Angabe charakteristischer Werte).

Aufgabe 4

(..... / 15 Punkte)

Bestimmen Sie mit dem Verschiebungsgrößenverfahren die Knotenverformungen des angegebenen Systems unter Berücksichtigung der elastischen Bettung des mittleren Trägers.

- a) Geben Sie das Moment im elastisch gebetteten Träger an den Stellen $x = [0, 4, 8]$ [m] an.



$$EI = 10\,000 \text{ kNm}^2$$

$$EA \rightarrow \infty$$

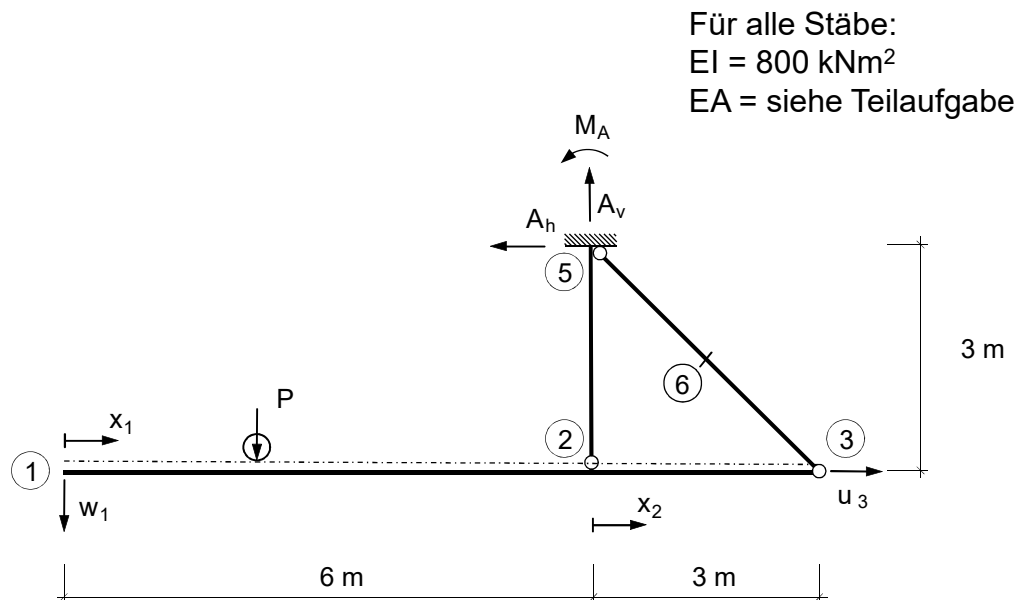
$$k_{\text{Bettung}} = 2\,000 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 50 \text{ kN/m}$$

Aufgabe 5

(..... / 25 Punkte)

Gegeben ist folgendes System



Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die vertikale Wanderlast P auf den Lastgurten für die untenstehenden Größen. Skizzieren Sie die Einflusslinie unter Angabe **charakteristischer Werte** am Gesamtsystem.

- Die vertikale Auflagerkraft A_v mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$ und $\eta(x_2)$ an.
- Das Moment M_A mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$ und $\eta(x_2)$ an.
- Die Verschiebung w_1 des Knotens 1 mit $EA \rightarrow \infty$
- Die Verschiebung u_3 des Knotens 3 mit $EA = 1000 \text{ kN}$
- Die Normalkraft an der Stelle 6 mit $EA \rightarrow \infty$. Vergleichen Sie zudem die Werte der Einflusslinie an den Stellen 1, 2 und 3 mit den Normalkräften an der Stelle 6, wenn die Last P an den entsprechenden Stellen steht.

Name: _____

Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Probeklausur 10

Bearbeitungszeit: 107 Minuten

| | Punkte | |
|----------------------------|---------------|----------|
| Aufgabe | max. | erreicht |
| 1 | 20 | |
| 2 | 24 | |
| 3 | 18 | |
| 4 | 20 | |
| 5 | 25 | |
| | | |
| Σ | 107 | |

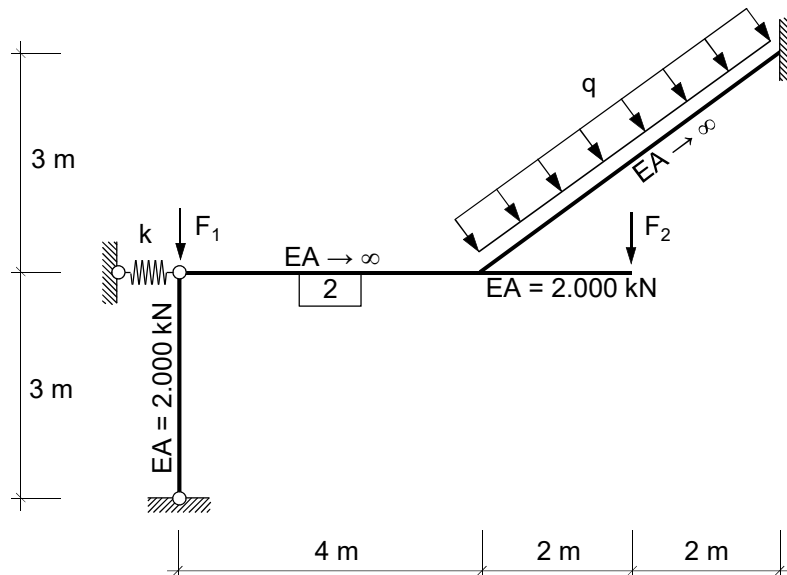
Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1

(.... / 20 Punkte)

Gegeben ist das folgende statische System:



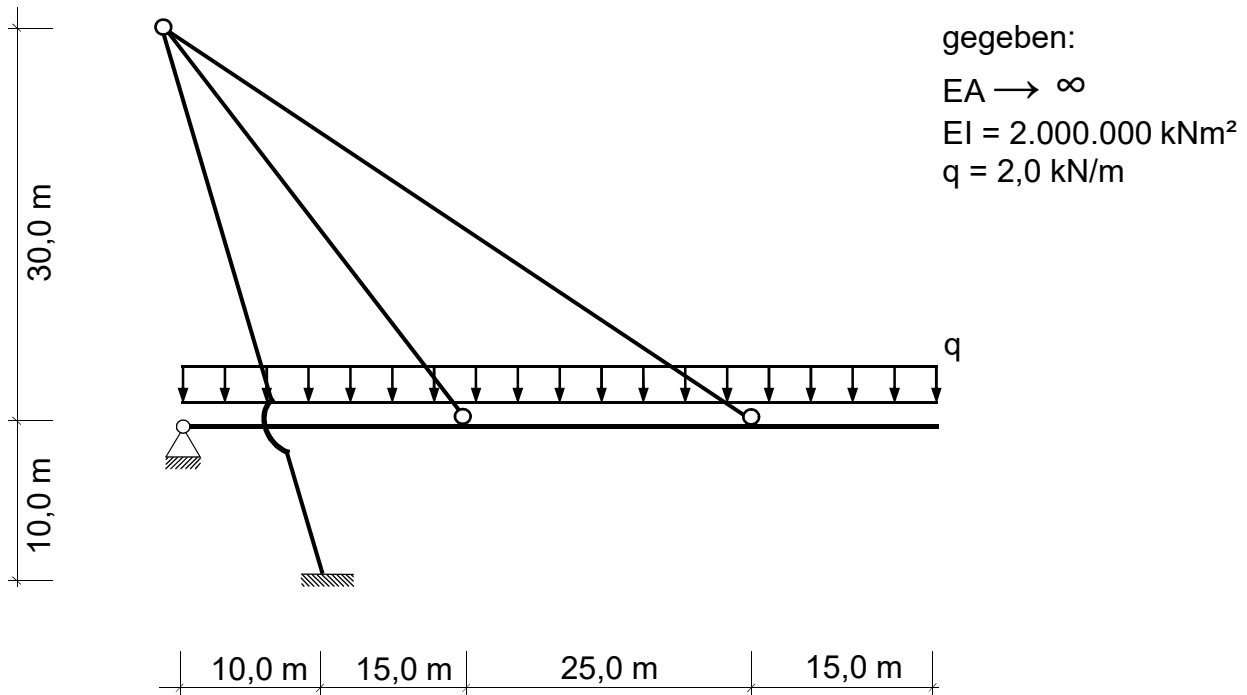
gegeben:
 $EI = 2.000 \text{ kNm}^2$
 $k = 500 \text{ kN/m}$
 $F_1 = F_2 = 20 \text{ kN}$
 $q = 50 \text{ kN/m}$

- Bestimmen Sie die geometrische Unbestimmtheit des Systems.
- Bestimmen Sie den Momentenverlauf des Systems mit Angabe von charakteristischen Werten mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**. Stellen Sie den Verlauf grafisch dar.
- Durch eine Planungsänderung kommt auf Stab 2 eine Streckenlast $q_2 = 20 \text{ kN/m}$ dazu. Inwiefern ändert das Ihre Berechnung?
Hinweis: Hier ist keine vollständige Berechnung, sondern nur der Ansatz gefragt.

Aufgabe 2

(..... / 24 Punkte)

Gegeben ist ein statisches System einer Fußgängerbrücke:



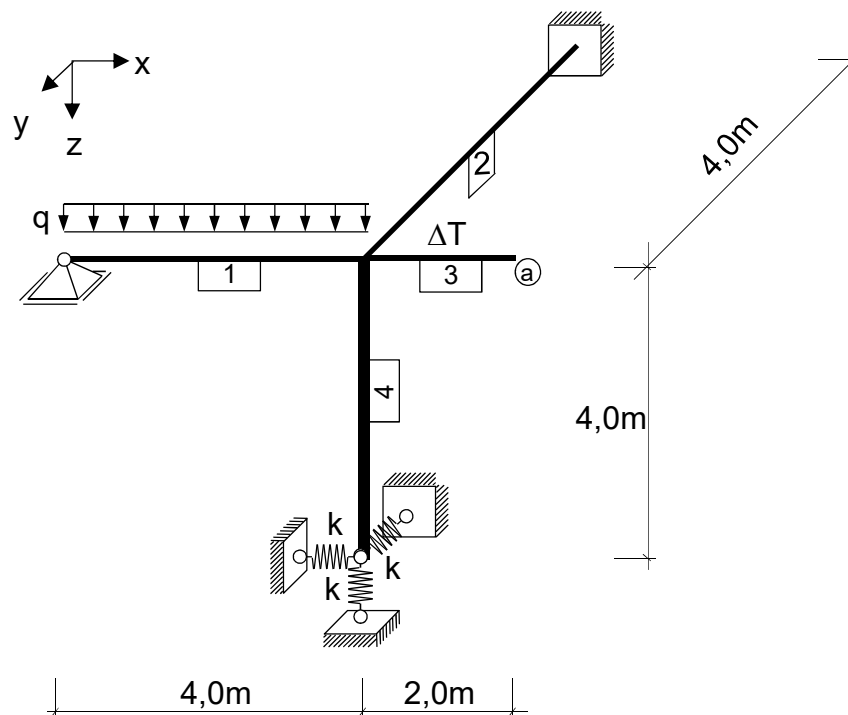
- Bestimmen Sie die geometrische Unbestimmtheit des Systems.
- Bestimmen Sie den Momentenverlauf mit Angabe von charakteristischen Werten mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**. Stellen Sie die Verläufe grafisch dar.

Aufgabe 3

(..... / 18 Punkte)

Bestimmen Sie die vertikale Verschiebung (in z-Richtung) des Knotens 1 unter der angegebenen Belastung q und ΔT mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren (VV)**.

System und Belastung:



$$EA \rightarrow \infty$$

$$EI_4 \rightarrow \infty$$

$$EI_{1-3} = 24\,000 \text{ kNm}^2$$

$$GI_T = 16\,000 \text{ kNm}^2$$

$$\alpha_T = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$$

$$h = 0,30 \text{ m}$$

$$k = 1\,500 \text{ kN/m}$$

$$\Delta T = T_o - T_u = 20 \text{ K (nur Stab 3)}$$

$$q = 12 \text{ kN/m}$$

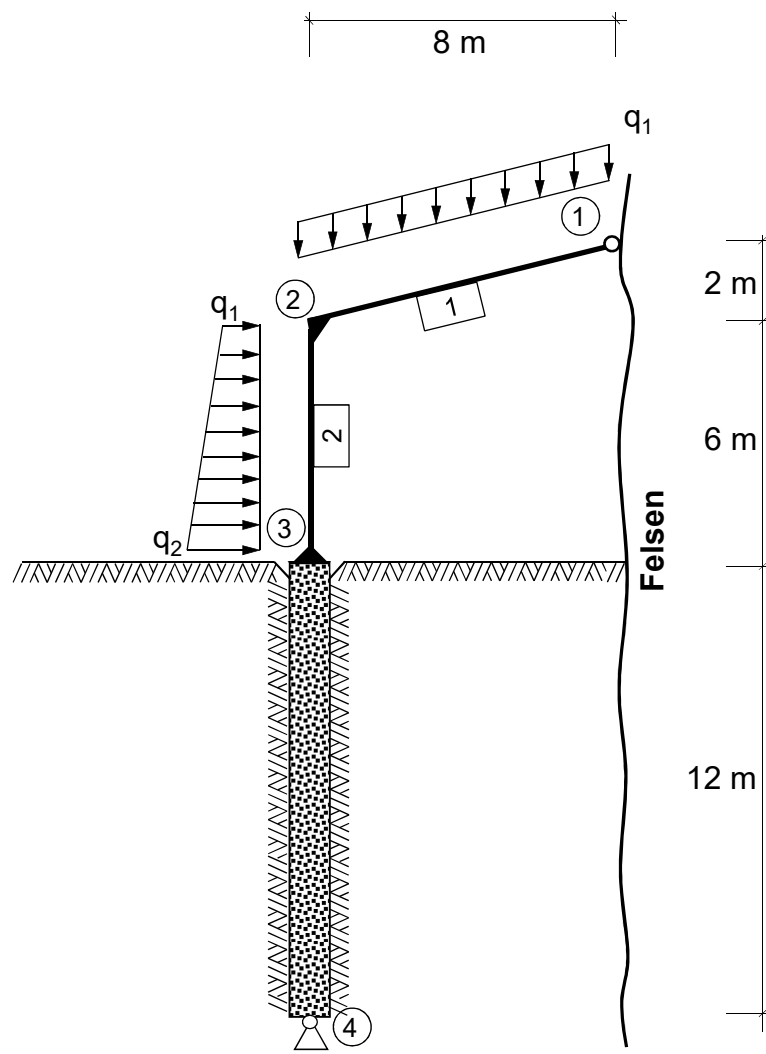
Aufgabe 4

(..... / 20 Punkte)

Berechnen Sie für den gegebenen Tunnelquerschnitt das Moment in den Knoten 2 und 3. Führen Sie die Berechnung mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens** durch. Berücksichtigen Sie hierbei die elastische Bettung des Bohrpfahls.

Stellen Sie den Momentenverlauf mit Angabe bekannter Größen graphisch dar.

Die Tunnelwand ist in Knoten 3 monolithisch mit dem Bohrpfahl verbunden.



Material: Beton C40/50
 $E = 31\,400\text{ MN/m}^2$

Trägheitsmoment:
 $I = 0.01\text{ m}^4$
(Tunnel und Bohrpfahl)

Dehnsteifigkeit:
 $EA \rightarrow \infty$
(Tunnel und Bohrpfahl)

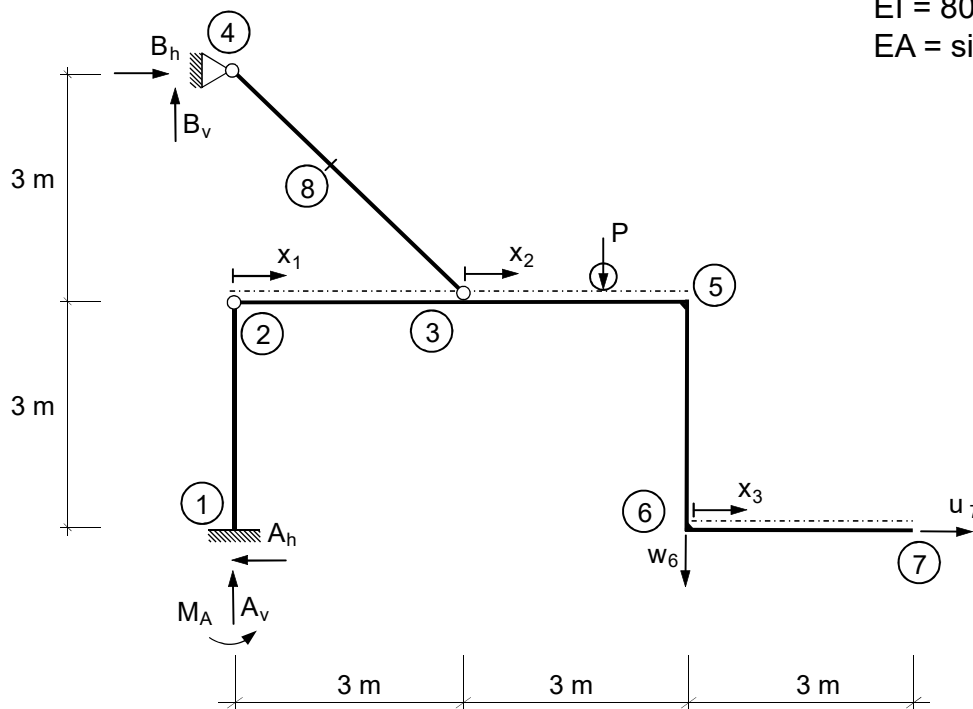
Elastische Bettung
Bohrpfahl:
 $k_{\text{Bettung}} = 10\,000\text{ kN/m}^2$

Belastung:
 $q_1 = 60\text{ kN/m}$
 $q_2 = 120\text{ kN/m}$

Aufgabe 5

(..... / 25 Punkte)

Gegeben ist folgendes System



Für alle Stäbe:
 $EI = 800 \text{ kNm}^2$
 $EA = \text{siehe Teilaufgabe}$

Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die vertikale Wanderlast P auf den Lastgurten (x_1 , x_2 und x_3) für die untenstehenden Größen. Skizzieren Sie die Einflusslinie unter Angabe **charakteristischer Werte** am Gesamtsystem.

- Die vertikale Auflagerkraft B_v mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an. (3 Punkte)
- Die horizontale Auflagerkraft B_h mit $EA \rightarrow \infty$. Geben Sie die Formeln der Funktionsverläufe $\eta(x_1)$, $\eta(x_2)$ und $\eta(x_3)$ an. (3 Punkte)
- Die Verschiebung w_6 des Knotens 6 mit $EA \rightarrow \infty$ (7 Punkte)
- Die Verschiebung u_7 des Knotens 7 mit $EA = 1000 \text{ kN}$ (8 Punkte)
- Die Normalkraft an der Stelle 8 (Mitte des Stabes) mit $EA \rightarrow \infty$.
Vergleichen Sie zudem die Werte der ermittelten Einflusslinie an den Stellen 2, 3, 5, 6 und 7 mit den entsprechenden Werte aus den Schnittgrößenverläufen, welche Sie für das Lösen der Teilaufgaben c) bzw. d) bestimmt haben (4 Punkte).