

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Statik

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausuren Statik 1

	<b>Punkte</b>	
Klausur	max.	erreicht
1	73	
2	71	
3	72	
4	72	
5	72	
6	71	
7	68	
8	75	
9	70	
10	63	

**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

# Probeklausuren Statik 1 – Hinweise

Die 10 Probeklausuren für Statik 1 sind aus Kombinationen alter Prüfungsaufgaben erstellt worden und von erfahrenen Tutoren beispielhaft gelöst worden.

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

Wir möchten Ihnen dringend raten, die Aufgaben selbstständig und zunächst ohne Musterlösung zu bearbeiten.

Allgemeine Fragen werden nicht veröffentlicht.

---

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 1

Bearbeitungszeit: 73 Minuten

Aufgabe	Punkte	
	max.	erreicht
1	16	
2	18	
3	18	
4	21	
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>73</b>	

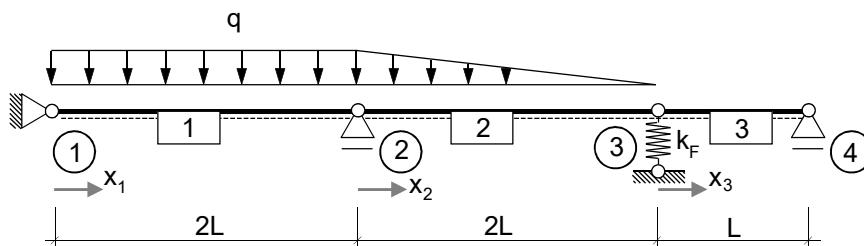
**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

( 16 Punkte)

Gegeben ist das folgende System mit einer Belastung  $q$ .



$$q = 4 \text{ MN/m}$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$k_F = 5.000 \text{ MN/m}$$

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

$$EA \rightarrow \infty$$

$$h = 0,20 \text{ m}$$

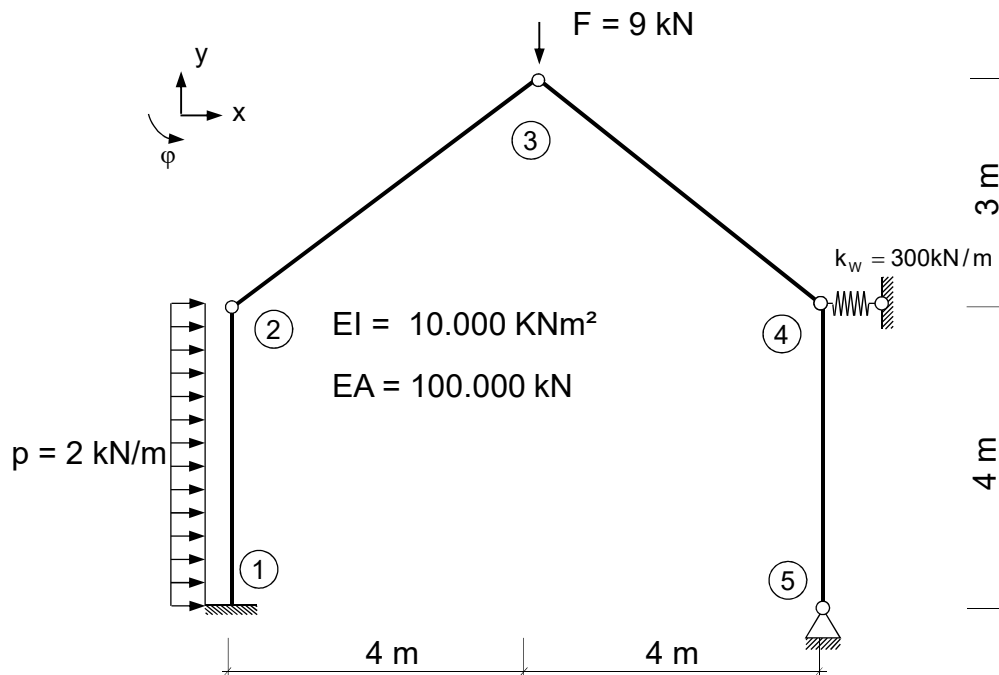
$$\alpha_T = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$$

- Bestimmen Sie unter Verwendung der Mohrschen Analogie die Biegelinie des Systems unter Angabe der charakteristischen Werte.
- Geben Sie die Formeln des Funktionsverlaufs der Biegelinie des abgebildeten Systems in den Stäben 2 und 3 an ( $w(x_2)$  und  $w(x_3)$ ).
- Bestimmen Sie für den Stab 3 zusätzlich den Funktionsverlauf der Verdrehung  $\varphi$  ( $\varphi(x_3)$ ).
- Was würde eine zusätzliche Temperaturdifferenz  $\Delta T = T_u - T_o$  im Stab 3 bewirken? Geben Sie eine kurze Begründung.

**Hinweis:** Keine Rechnung nötig.

## Aufgabe 2

( 18 Punkte)

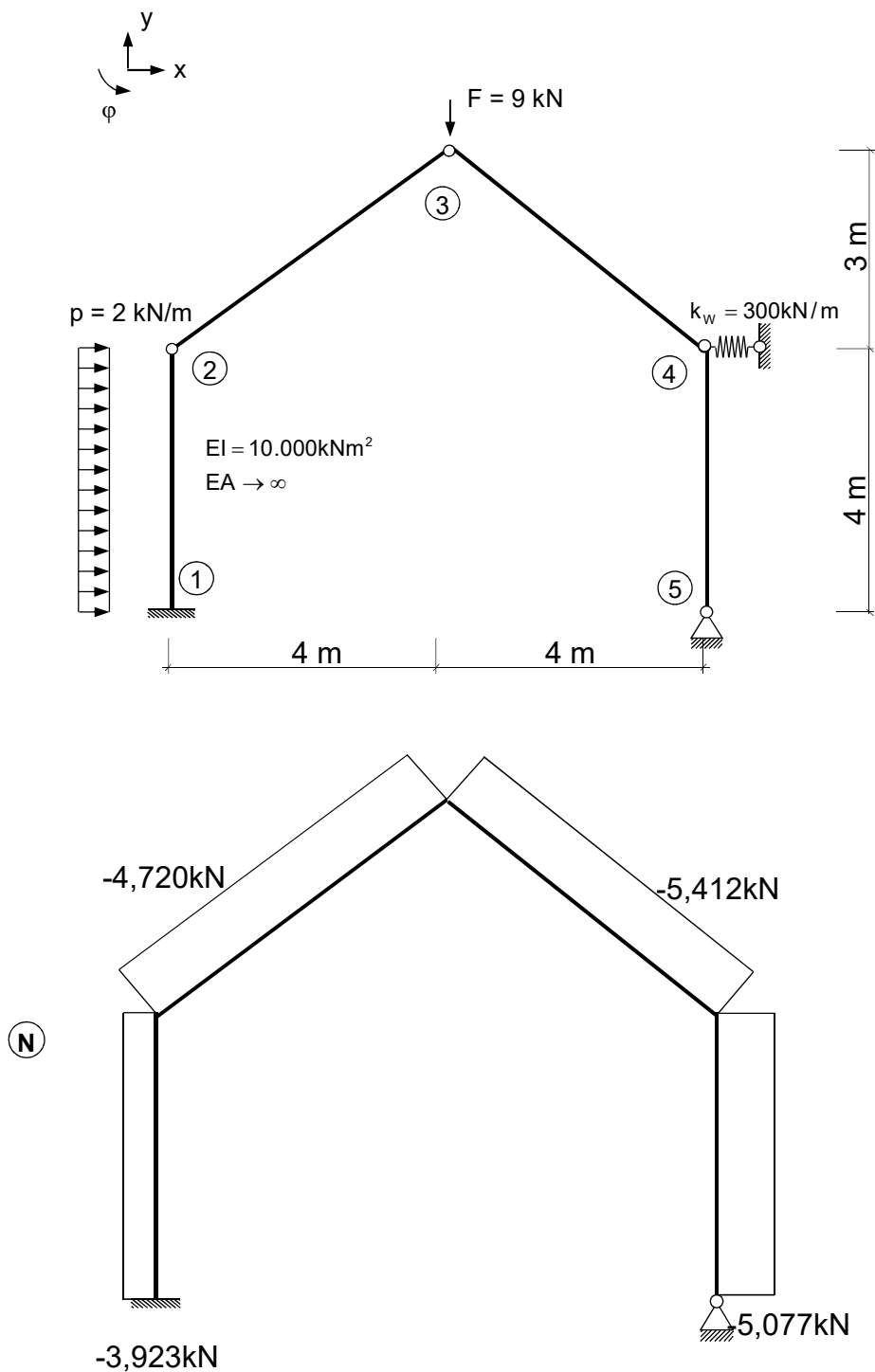


Das oben abgebildete System wird durch die Last  $p$  sowie durch die Kraft  $F$  belastet.

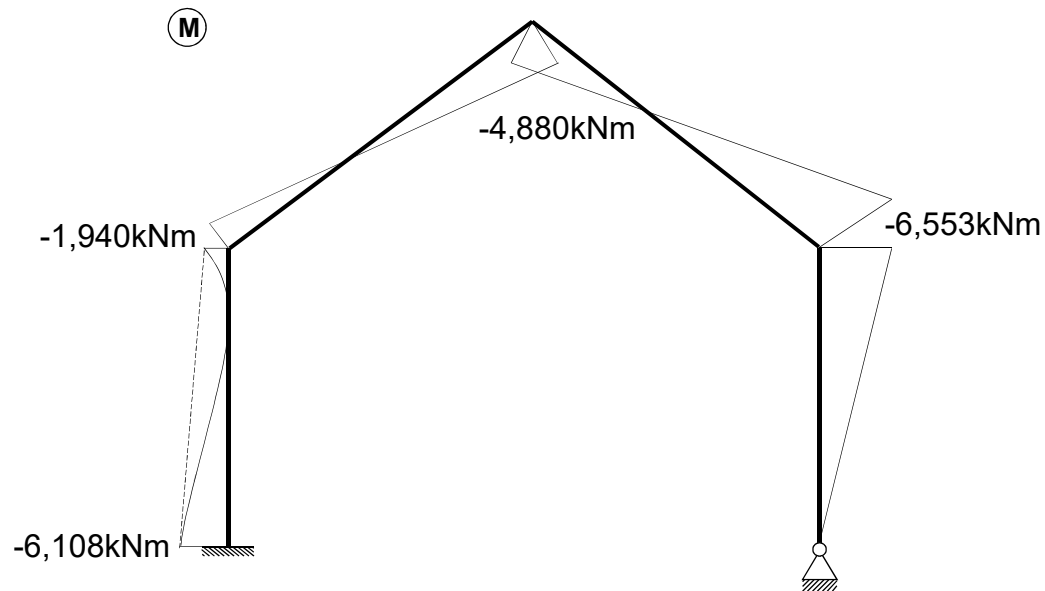
- Bestimmen Sie die horizontale Verschiebung des Punktes 3 unter der gegebenen Belastung durch Anwendung des **Prinzips der virtuellen Kräfte**.
- Erklären Sie, welche Auswirkungen eine Änderung von  $EA$  auf die horizontale Verschiebung des Punktes 3 hat.  
**Hinweis:** keine Rechnung benötigt.

## Fortsetzung Aufgabe 2

Im Zuge der Planungsphase werden die Gelenke an den Knoten 2 bis 4 durch starre Verbindungen ersetzt und das System dehnstarr ausgeführt ( $EA \rightarrow \infty$ ). Das entsprechende statische System sowie Auszüge aus der Berechnung mittels eines Stabwerksprogrammes sind im Folgenden dargestellt:



## Fortsetzung Aufgabe 2

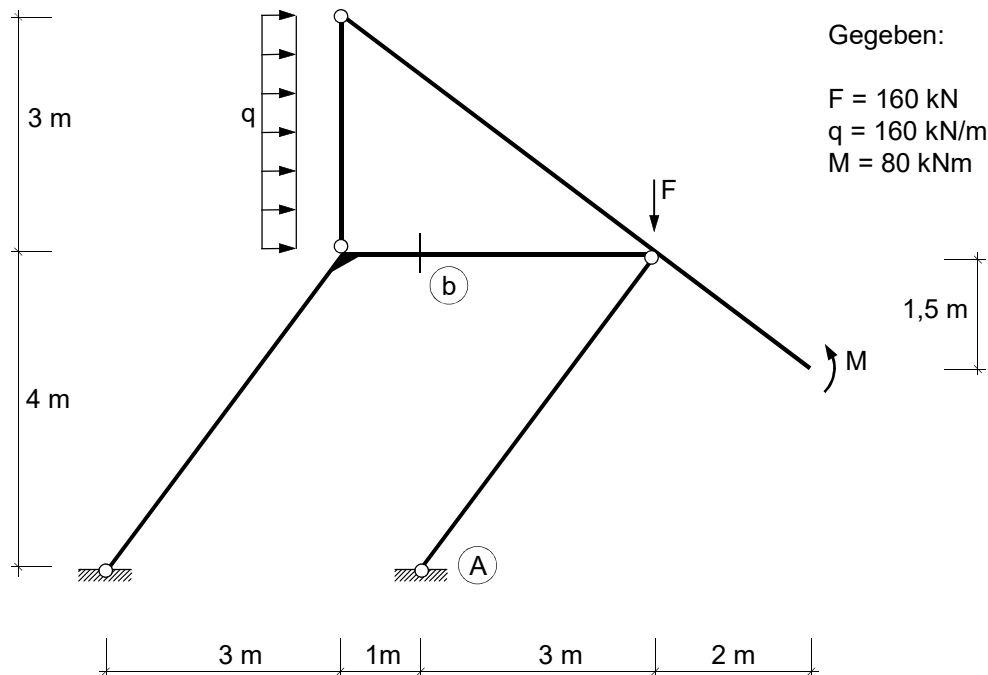


Knoten	u	v	$\varphi$
2	0,001642	0,0	-0,0005429
4	0,004399	0,0	-0,0002260
5	0,0	0,0	-0,001537

- c) Berechnen Sie für das neue System die horizontale Verschiebung des Punktes 3.

( 18 Punkte)

Gegeben ist das folgende System:



Bestimmen Sie mittel des **Prinzips der virtuellen Verschiebungen (PvV)**:

- a) die horizontale Auflagerkraft  $A_H$  am Punkt A  
b) die Normalkraft  $N_b$  an der Stelle b

Verwenden Sie für Teilaufgabe c) **nicht** das Prinzip der virtuellen Verschiebungen.

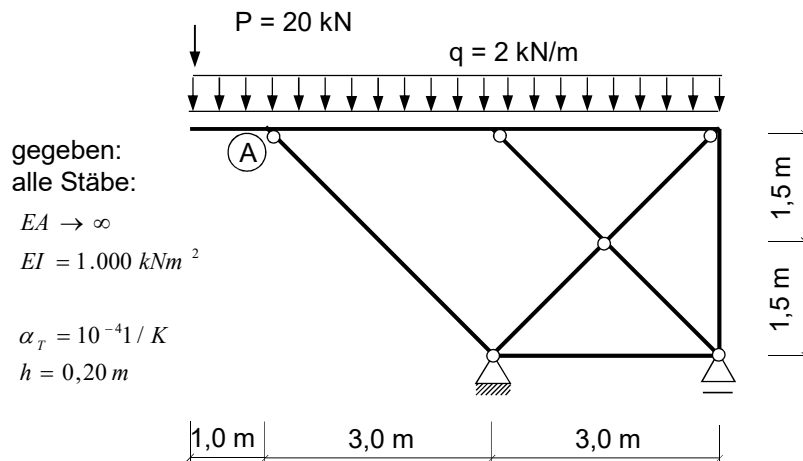
- c) Bestimmen Sie die vertikale Auflagerkraft  $A_v$  am Punkt A unter Verwendung Ihrer Ergebnisse aus Teilaufgabe a).



## Aufgabe 4

(21 Punkte)

Eine Brücke mit fachwerkartiger Unterstützung ist mit einer Gleichstreckenlast belastet.



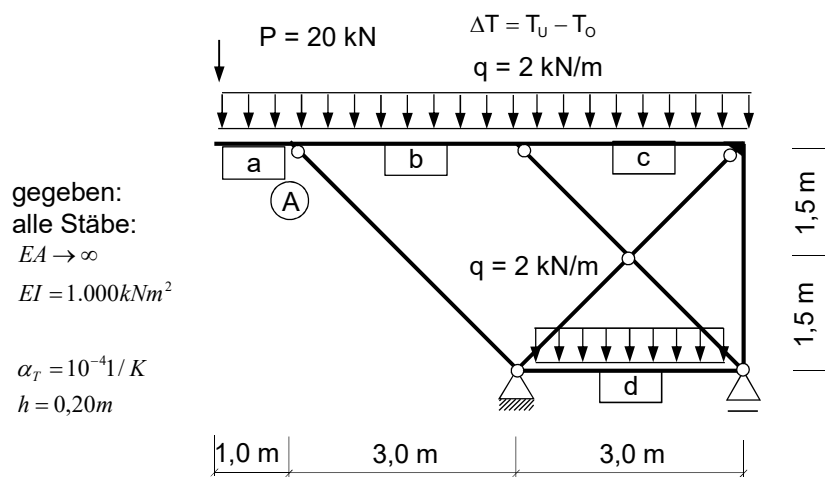
- Überprüfen Sie die statische Bestimmtheit und Brauchbarkeit mit dem Aufbaukriterium
- Berechnen Sie den Momentenverlauf für das gegebene System mit dem **Kraftgrößenverfahren**. Stellen Sie den Momentenverlauf grafisch dar und geben Sie charakteristische Werte an.
- Bestimmen Sie die vertikale Verformung am Knoten A.

## Fortsetzung Aufgabe 4

d) Berechnen Sie den Momentenverlauf für den Fall, dass ein Temperaturunterschied und eine zusätzliche Gleichstreckenlast hinzugefügt werden (siehe Grafik):

- Temperaturunterschied  $\Delta T$  auf den Elementen a, b und c:  
 $\Delta T = T_u - T_o = -40 \text{ K}$
- Gleichstreckenlast auf dem Element d

Stellen Sie den Momentenverlauf grafisch dar und geben Sie die charakteristischen Werte an.



Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 2

Bearbeitungszeit: 71 Minuten

	Punkte	
Aufgabe	max.	erreicht
1	13	
2	20	
3	18	
4	20	
$\Sigma$	<b>71</b>	

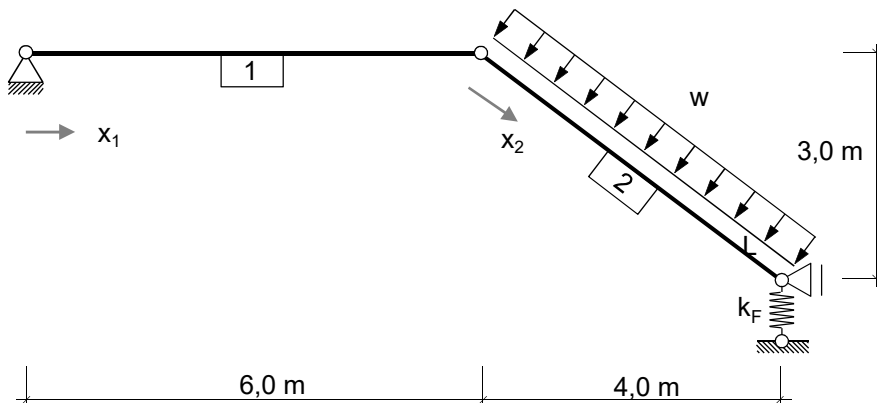
**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

(13 Punkte)

Gegeben ist das folgende System mit seiner Belastung  $w$ .



$$w = 4 \text{ MN/m}$$

$$k_F = 500 \text{ MN/m}$$

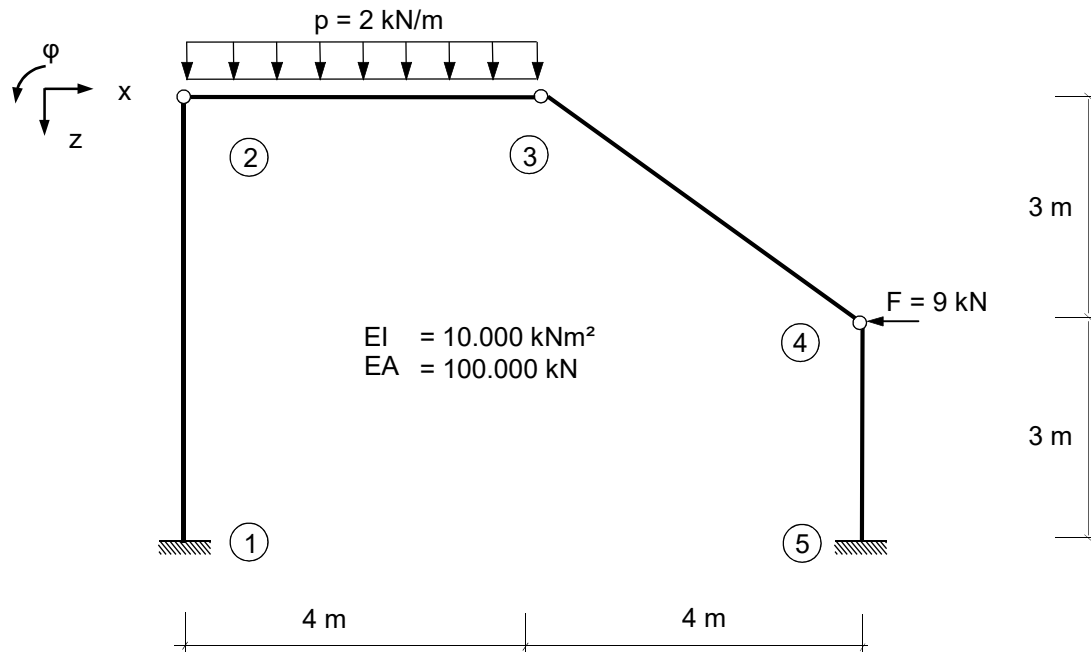
$$EI = 10.000 \text{ MNm}^2$$

$$EA \rightarrow \infty$$

- Bestimmen Sie unter Verwendung der Mohrschen Analogie die Biegelinie des Systems unter Angabe charakteristischer Werte.
- Geben Sie die Formeln des Funktionsverlaufs der Biegelinie des abgebildeten Systems in den Stäben 1 und 2 an ( $w(x_1)$  und  $w(x_2)$ ).
- Bestimmen Sie für den Stab 2 zusätzlich den Funktionsverlauf der Verdrehung  $\varphi$  ( $\varphi(x_2)$ ).

## Aufgabe 2

(20 Punkte)

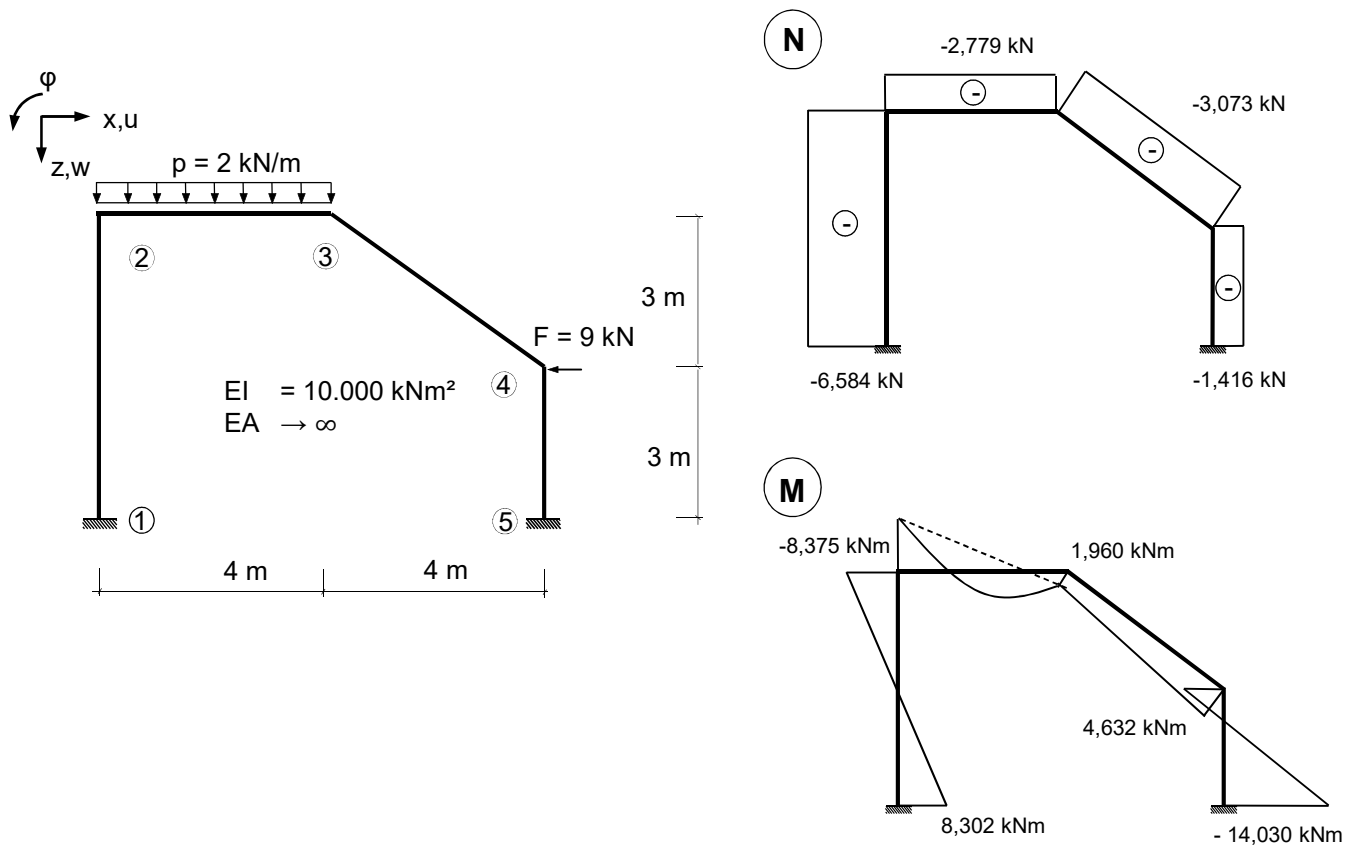


Das oben abgebildete System wird durch die Last  $p$  sowie durch die Kraft  $F$  belastet.

- a) Bestimmen Sie die horizontale Verschiebung des Punktes 2 unter der gegebenen Belastung durch Anwendung des **Prinzips der virtuellen Kräfte**.

## Fortsetzung Aufgabe 2

Im Zuge der Planungsphase werden die Gelenke an den Knoten 2 bis 4 durch starre Verbindungen ersetzt. Die Dehnsteifigkeit ist jetzt  $EA \rightarrow \infty$ . Das entsprechende statische System sowie Auszüge aus der Berechnung mittels eines Stabwerksprogrammes sind im Folgenden dargestellt:



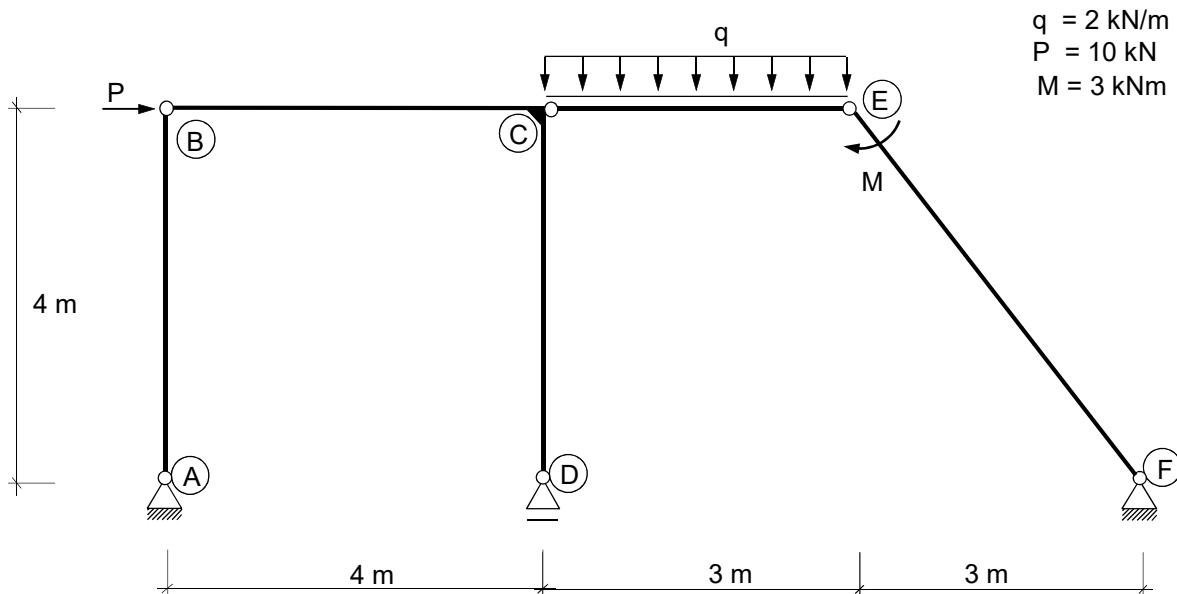
Knoten	u	w	$\varphi$
3	-0,004938	0,001898	-0,0002381
4	-0,003514	0,0	0,001410

b) Berechnen Sie für das neue System die horizontale Verschiebung des Punktes 2.

### Aufgabe 3

(18 Punkte)

Gegeben ist das folgende System:



- Überprüfen Sie, ob das gegebene System kinematisch ist. Begründen Sie ihre Antwort mit Hilfe eines Polplans.
- Fügen Sie zusätzliche Stäbe ein, damit das gegebene System tragfähig wird. Überprüfen Sie ihre Modifikation mit Hilfe des Aufbaukriteriums.

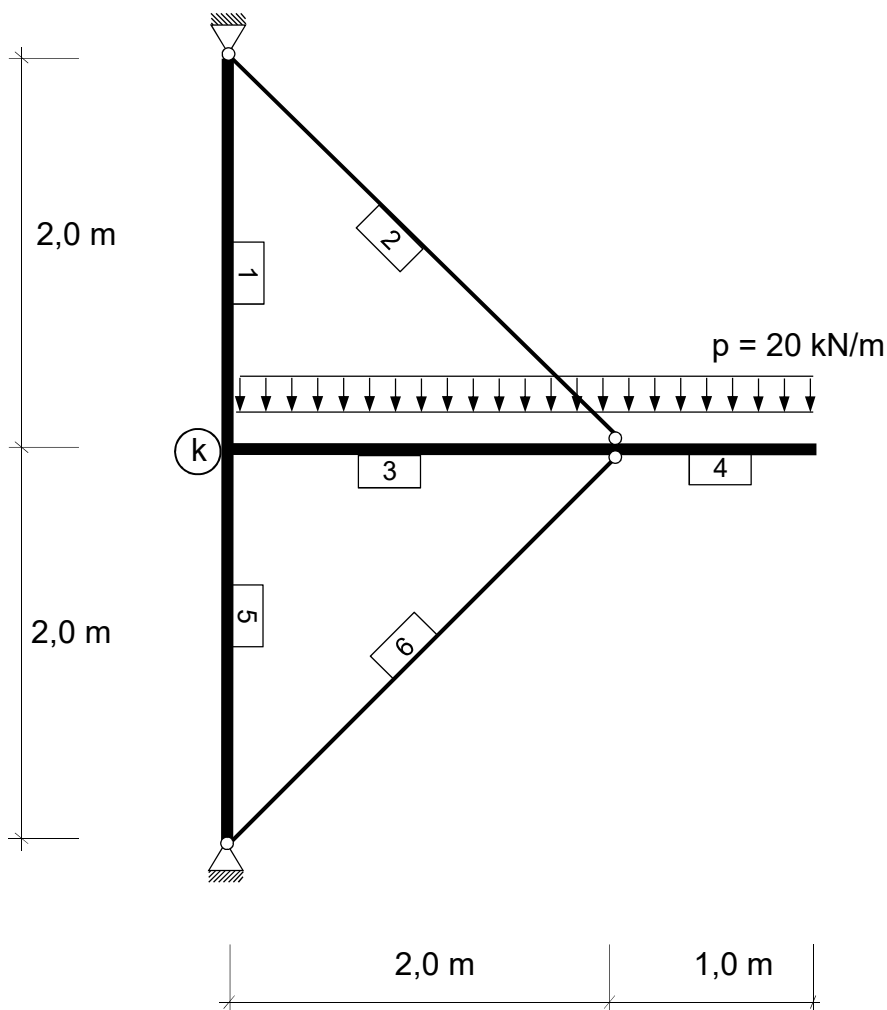
Ersetzen Sie am Punkt D das verschiebbliche Lager durch eine zweiwertige Lagerung (analog zu Punkt A) und berechnen Sie mit Hilfe des **Prinzips der virtuellen Verschiebungen** folgende Größen:

- Normalkraft im Stab CD.
- Horizontale Auflagerkraft am Punkt F.
- Vertikale Auflagerkraft am Punkt F.

## Aufgabe 4

(20 Punkte)

- Bestimmen Sie für das dargestellte System den Biegemomentenverlauf unter der angegebenen Belastung mit dem **Kraftgrößenverfahren (KV)**.
- Berechnen Sie die zugehörige Verdrehung des Knoten k.



Alle Stäbe:  
 $EI = \text{konstant}$

Stab 2 und 6:  
 $EA_2 = EA_6 = EI / (0,3 \text{ m}^2)$

Restliche Stäbe:  
 $EA \rightarrow \infty$



Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 3

Bearbeitungszeit: 72 Minuten

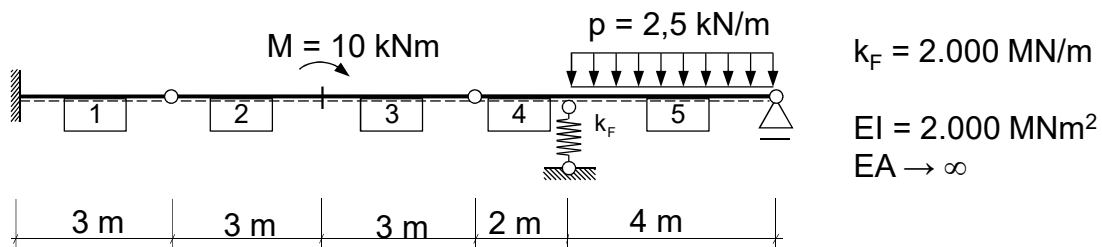
Aufgabe	Punkte	
	max.	erreicht
1	13	
2	12	
3	11	
4	16	
5	20	
$\Sigma$	<b>72</b>	

**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

(13 Punkte)

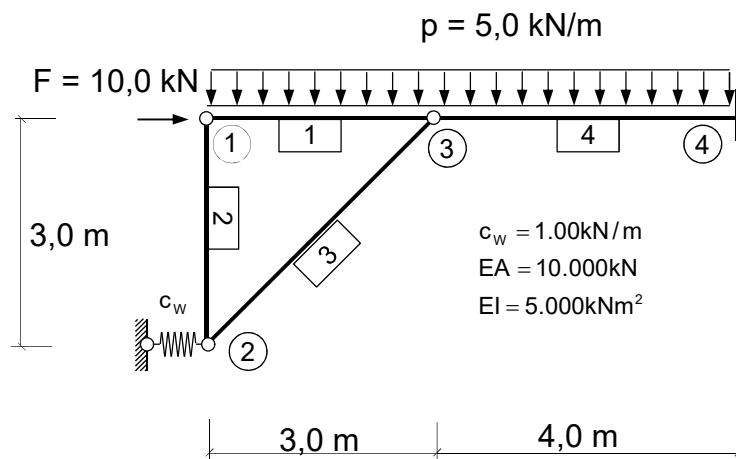


- Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf der Biegelinie. Geben Sie die Verschiebungen der einzelnen Knoten an.
- Geben Sie die Formeln des Funktionsverlaufs der Biegelinie des abgebildeten Systems in den Stäben 4 und 5 an ( $w(x_4)$  und  $w(x_5)$ ). Nutzen Sie die Mohr'sche Analogie!

## Aufgabe 2

(12 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



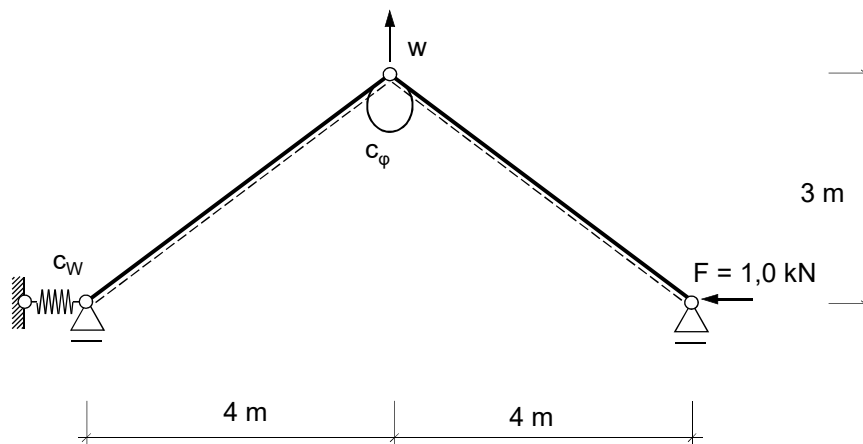
- Berechnen Sie die gegenseitige Verdrehung der Stäbe am Knoten 1 zueinander. Wenden Sie das **Prinzip der virtuellen Kräfte (PvK)** an.
- Geben Sie an, um wie viel sich der Stab 3 dehnt bzw. staucht.

### Aufgabe 3

(11 Punkte)

Ermitteln Sie die vertikale Verschiebung  $w$  am Mittelknoten unter der angreifenden Horizontallast  $F$ . Verwenden Sie dazu das **Prinzip der virtuellen Kräfte** (PvK).

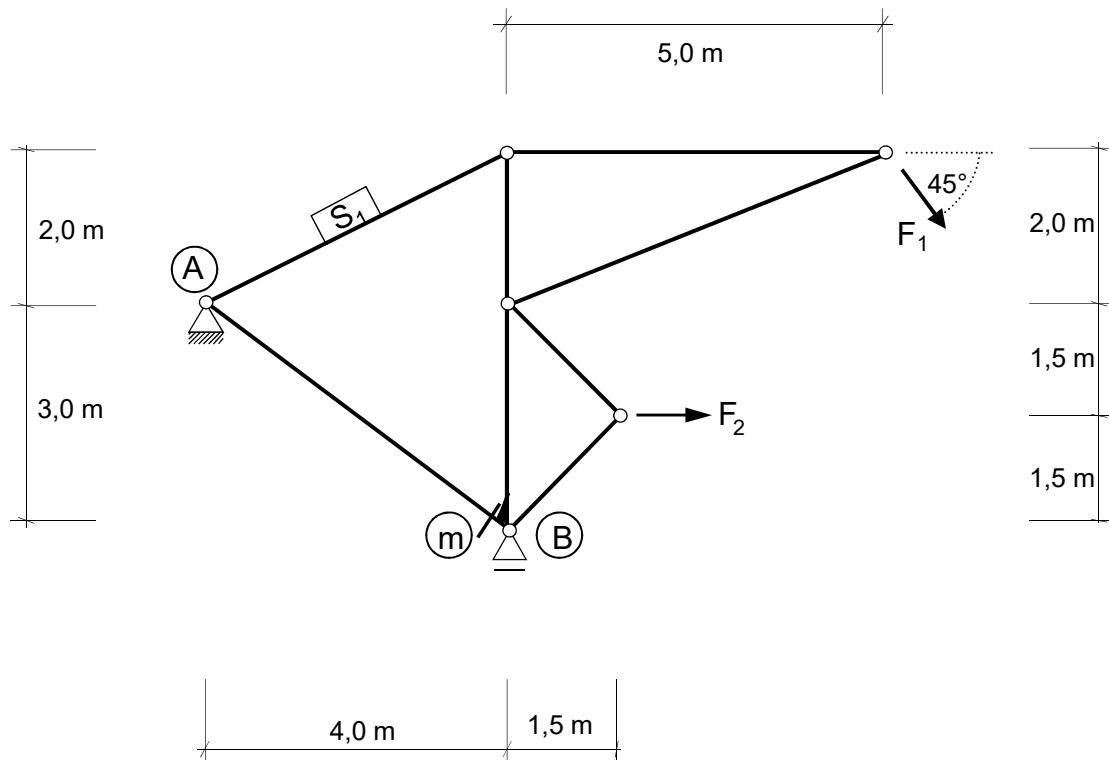
$$\begin{aligned}c_\varphi &= 10.000 \text{ kNm} \\c_W &= 20.000 \text{ kNm} \\EI &= 2.000 \text{ kNm}^2 \\EA &= 8.000 \text{ kN}\end{aligned}$$



## Aufgabe 4

(16 Punkte)

Gegeben ist folgendes durch zwei Einzellasten  $F_1$  und  $F_2$  belastete System.



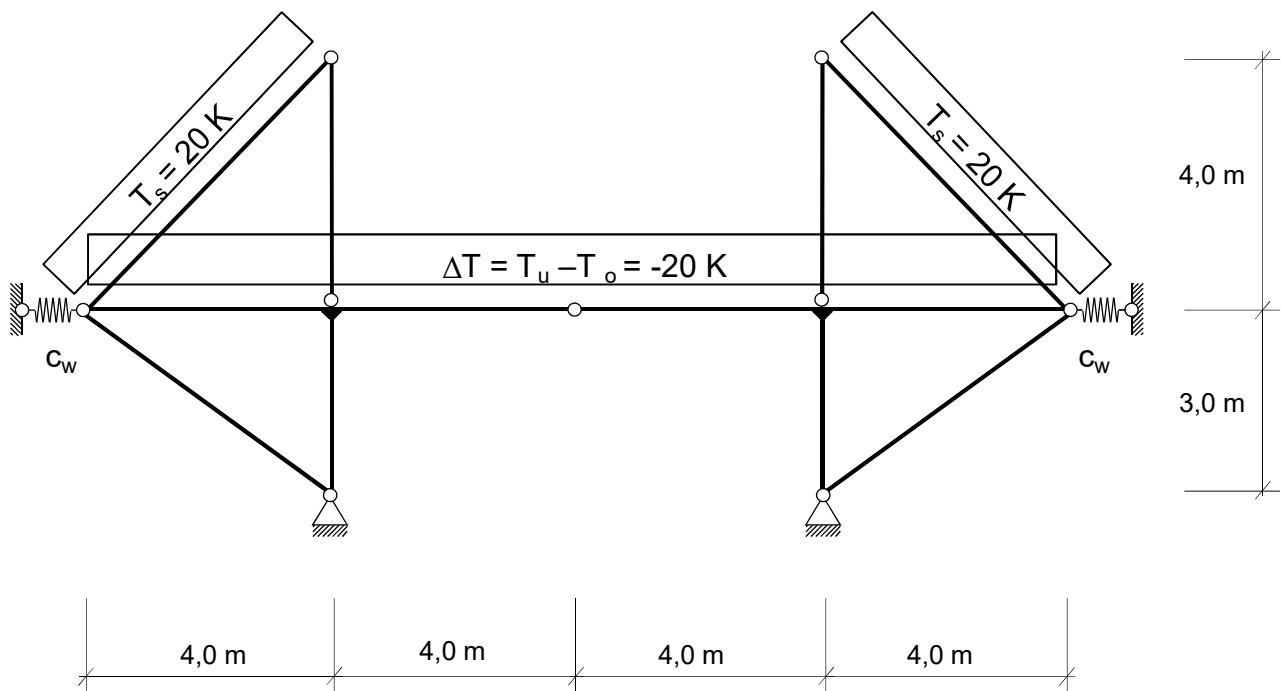
Bestimmen Sie nun mittels **Prinzip der virtuellen Verschiebungen** (PvV):

- Die horizontale Auflagerkraft  $A_H$  im Knoten A.
- Die vertikale Auflagerkraft  $B_V$  im Knoten B.
- Das Moment im Schnitt m.
- Die Normalkraft im Stab  $S_1$ .

## Aufgabe 5

(20 Punkte)

Ermitteln Sie mit Hilfe des **Kraftgrößenverfahrens** (KV) den Momenten- und Normalkraftverlauf des gesamten Systems infolge der gesamten Temperaturlast ( $T_s$  und  $\Delta T$ ).



### Alle Stäbe:

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

$$EA = 5.000 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$$

$$h = 0,2 \text{ m}$$

### Senkfeder:

$$c_w = 4.000 \text{ kN/m}$$

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 4

Bearbeitungszeit: 72 Minuten

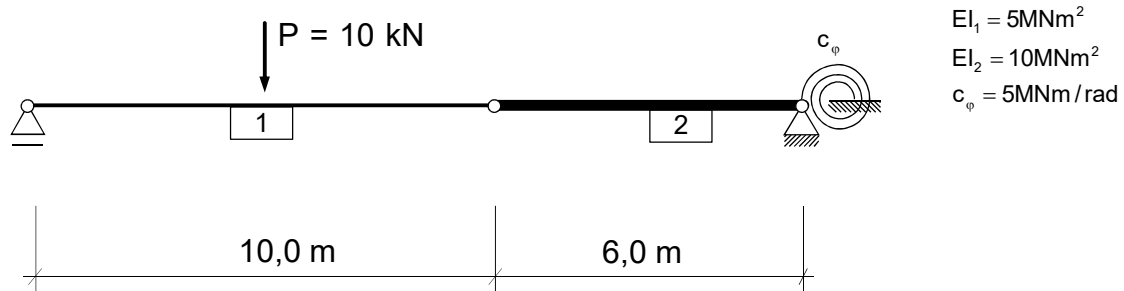
	<b>Punkte</b>	
Aufgabe	max.	erreicht
1	12	
2	17	
3	20	
4	23	
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>72</b>	

**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

(12 Punkte)

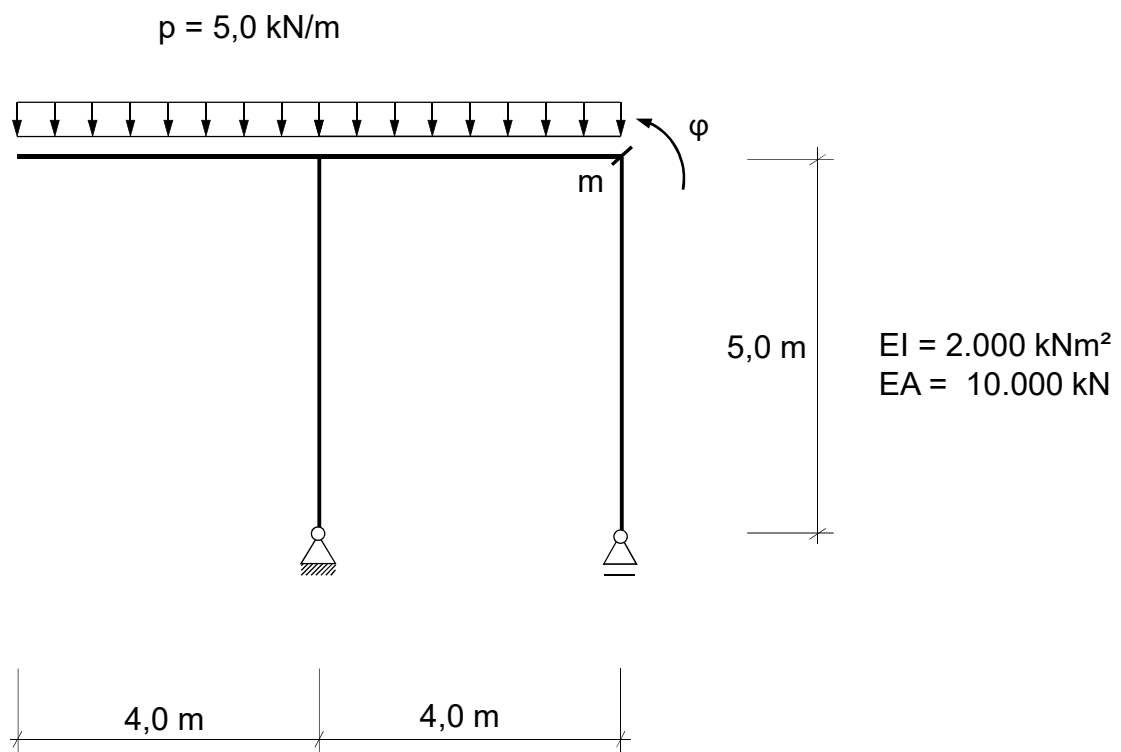


- Geben Sie für die Stäbe 1 und 2 den Funktionsverlauf für die jeweilige Biegelinie an ( $w(x_1)$ ,  $w(x_2)$ ). Nutzen hierfür die Mohr'sche Analogie.
- Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf der Biegelinie für das System unter Angabe der charakteristischen Werte.
- Geben Sie für den Stab 1 den Funktionsverlauf für die Verdrehung  $\varphi$  an ( $\varphi(x_1)$ )



## Aufgabe 2

(17 Punkte)



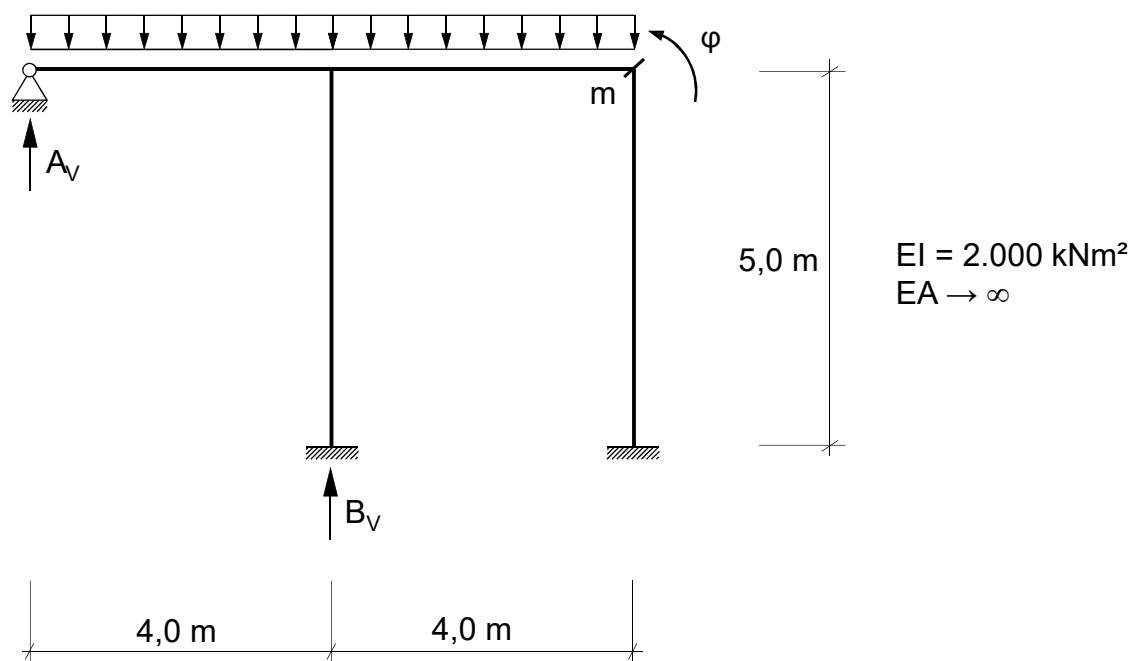
- a) Berechnen sie für das vorliegende System die Verdrehung  $\varphi$  an der Stelle m unter Verwendung des **Prinzips der virtuellen Kräfte** (PvK).

## Fortsetzung Aufgabe 2

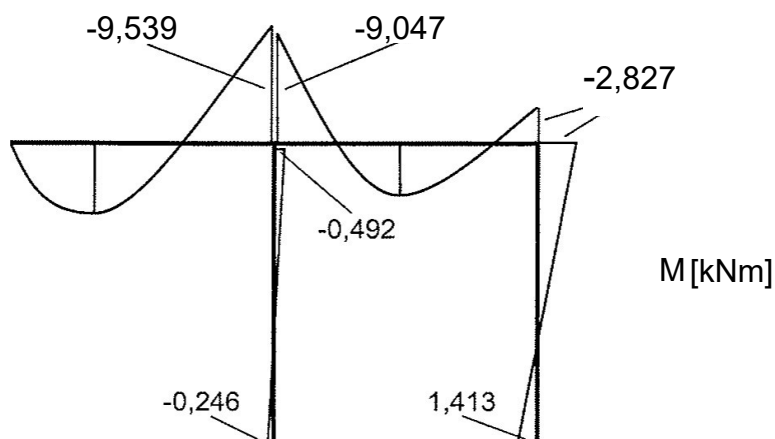
Das System aus a) ist nun neu gelagert und besteht ausschließlich aus dehnstarrten Stäben. Bearbeiten Sie folgende Teilaufgaben unter Verwendung des neuen statischen Systems und des beigefügten Momentenverlaufs:

- b) Berechnen Sie die vertikalen Auflagerkräften  $A_V$  und  $B_V$  unter Berücksichtigung des gegebenen Momentenverlaufs.
- c) Berechnen Sie die Verdrehung  $\varphi$  an der Stelle m.  
(Hinweis: Verwenden Sie ein geeignetes Ersatzsystem für den virtuellen Kraftzustand.)

$$p = 5,0 \text{ kN/m}$$



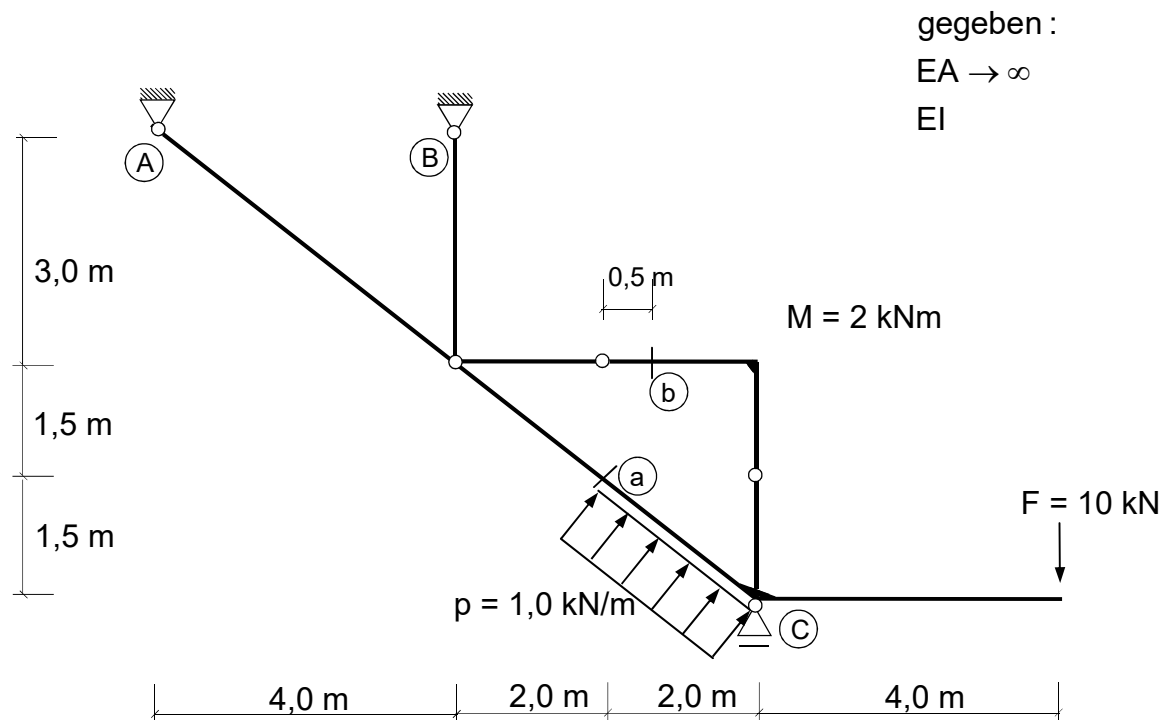
Momentenverlauf unter gegebener Belastung p:



### Aufgabe 3

(20 Punkte)

Gegeben ist folgendes System:



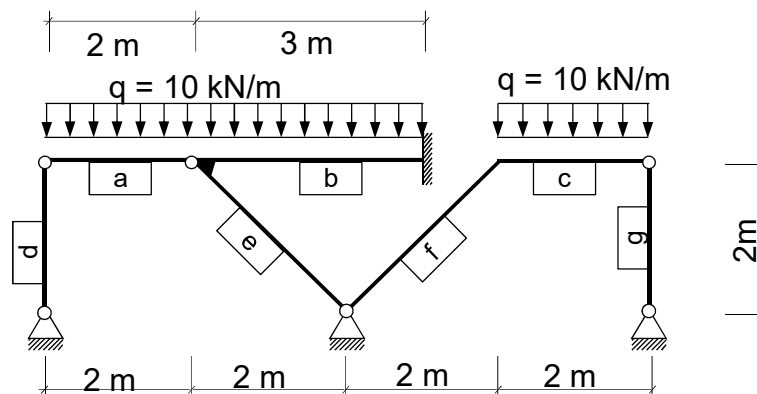
Bestimmen Sie mittels dem **Prinzip der virtuellen Verschiebungen** (PvV):

- a) Die vertikale Auflagerkraft am Lager A
- b) Die Querkraft im Schnitt a
- c) Das Moment im Schnitt a
- d) Die Normalkraft im Schnitt b

## Aufgabe 4

(23 Punkte)

Das im Folgenden dargestellte statische System ist mit einer Gleichstreckenlast belastet.



Gegeben:

Alle Stäbe:

$EA \rightarrow \infty$

$EI = 100 \text{ kNm}^2$

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

$h = 0,5 \text{ m}$

- Überprüfen Sie die statische Bestimmtheit und Brauchbarkeit mit dem Aufbaukriterium.
- Berechnen Sie den Momentenverlauf für das gegebene System mit dem **Kraftgrößenverfahren**. Stellen Sie den Momentenverlauf grafisch dar und geben Sie charakteristische Werte an.
- Berechnen Sie den Momentenverlauf für den Fall, dass die Elemente a, b und c zusätzlich durch einen Temperaturunterschied  $\Delta T = T_u - T_o = -30 \text{ K}$  beansprucht werden. Stellen Sie den Momentenverlauf grafisch dar und geben Sie charakteristische Werte an.
- Wie verändert sich der Momentenverlauf, wenn sich der Temperaturunterschied in Element „a“ verdoppelt? Begründen Sie ihre Antwort.
- Wie verändert sich der Momentenverlauf, wenn die Belastung auf Element „c“ verdoppelt wird? Begründen Sie Ihre Antwort.

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 5

Bearbeitungszeit: 72 Minuten

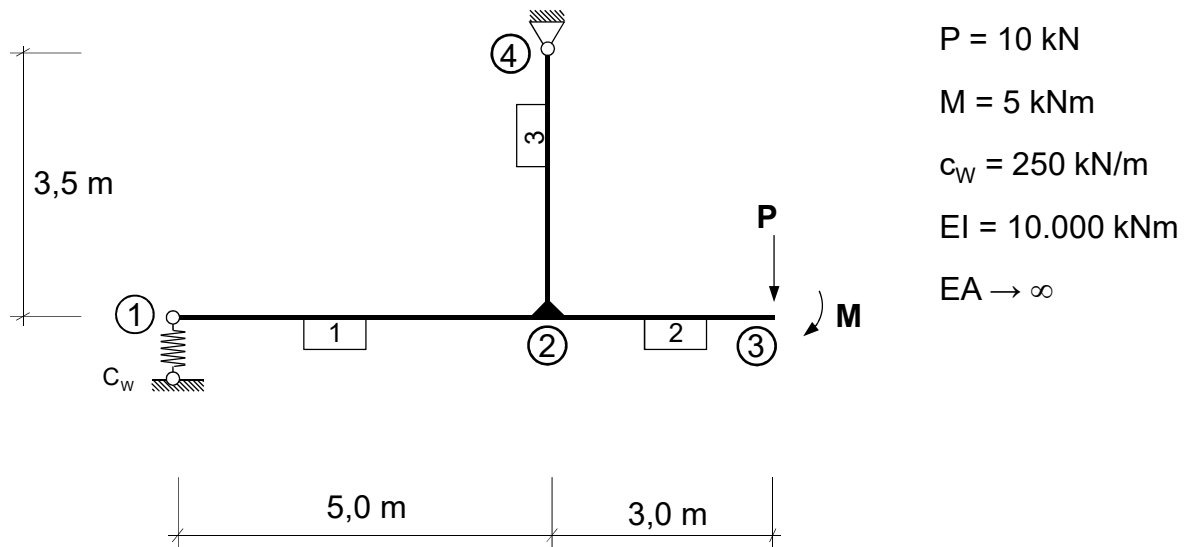
	<b>Punkte</b>	
Aufgabe	max.	erreicht
1	13	
2	20	
3	17	
4	22	
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>72</b>	

**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

(13 Punkte)

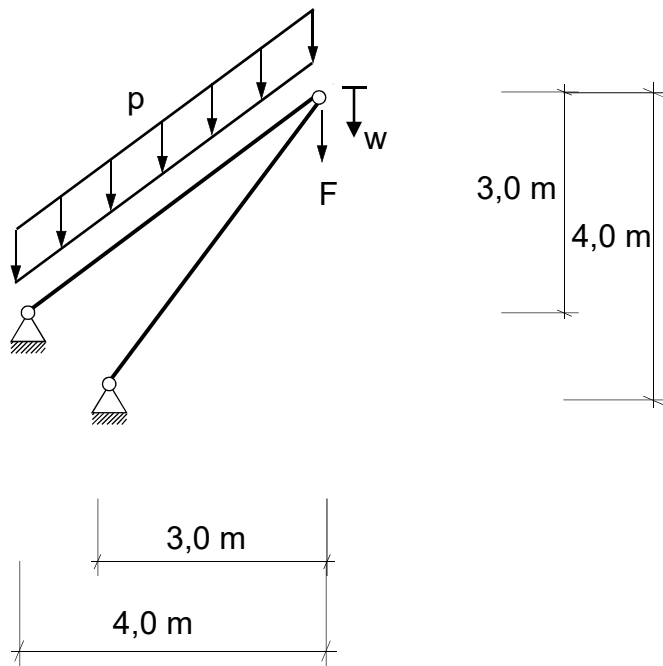


- Zeichnen Sie für das gegebene System die qualitative Biegelinie unter Angabe der charakteristischen Werte.
- Bestimmen Sie den Funktionsverlauf für die Biegelinie der Stäbe 1 und 2 ( $w(x_1)$ ,  $w(x_2)$ ) mit Hilfe der Mohr'schen Analogie.
- Geben Sie den Funktionsverlauf für die Verdrehung  $\varphi$  des Stabs 1 an ( $\varphi(x_1)$ ).

## Aufgabe 2

(20 Punkte)

Gegeben ist folgendes belastetes System:



gegeben:

$EA$

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

Bestimmen Sie mit Hilfe des **Prinzips der virtuellen Kräfte** (PvK):

- a) die vertikale Durchsenkung  $w$  infolge der Einzellast  $F$
- b) die vertikale Durchsenkung  $w$  infolge der Streckenlast  $p$

in Abhängigkeit von  $EI$  und  $EA$  an.

- c) Wie groß müsste  $EA$  sein, damit die Durchsenkung  $w$  maximal 0,2 cm groß ist?

**Hinweis:** Gehen Sie von einer Belastung  $F = 5 \text{ kN}$  und  $p = 0 \text{ kN/m}$  aus.

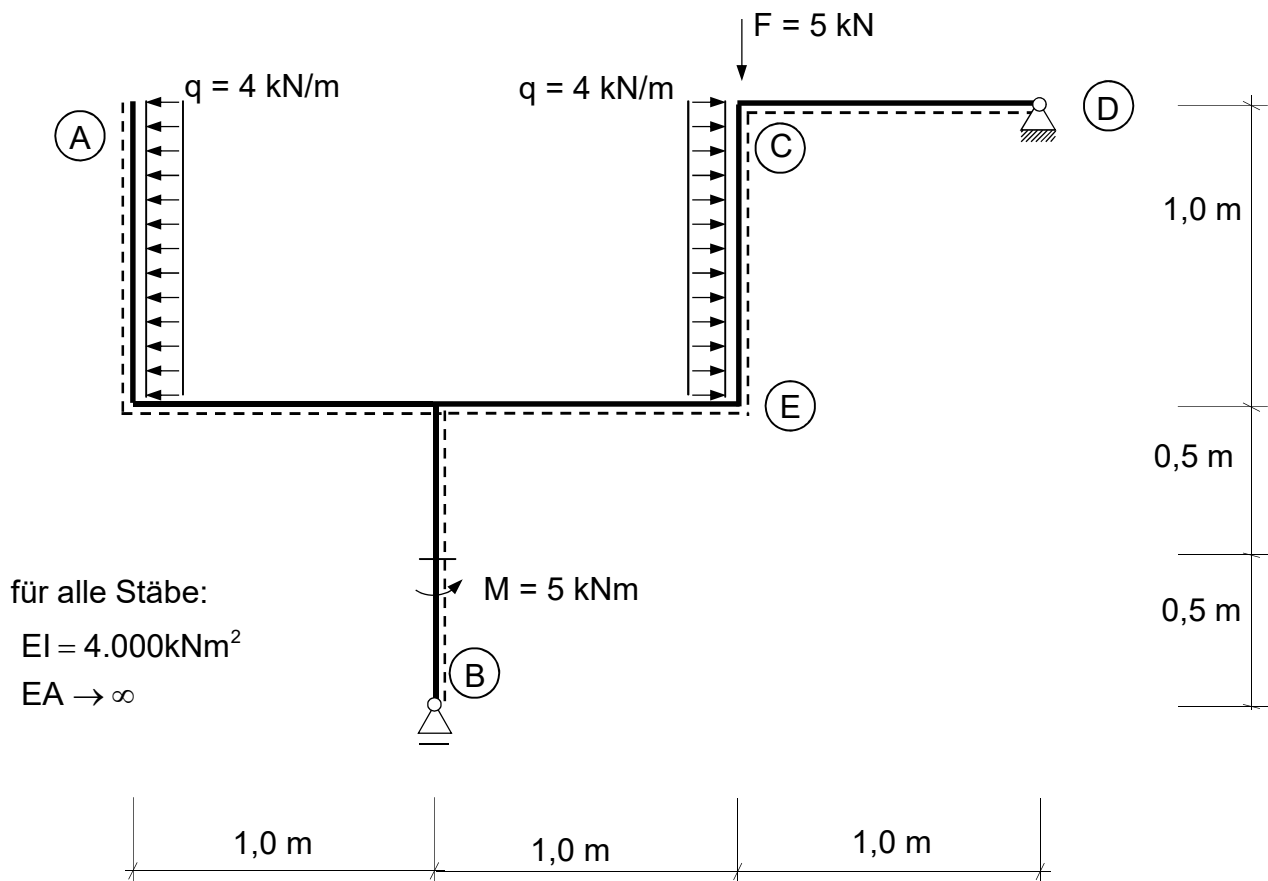
### Aufgabe 3

(17 Punkte)

Gegeben ist das unten dargestellte System. Ermitteln Sie:

- a) das Moment im Punkt E
- b) die Normalkraft im Stab C-E

Unter Verwendung des **Prinzips der virtuellen Verschiebungen** (PvV).





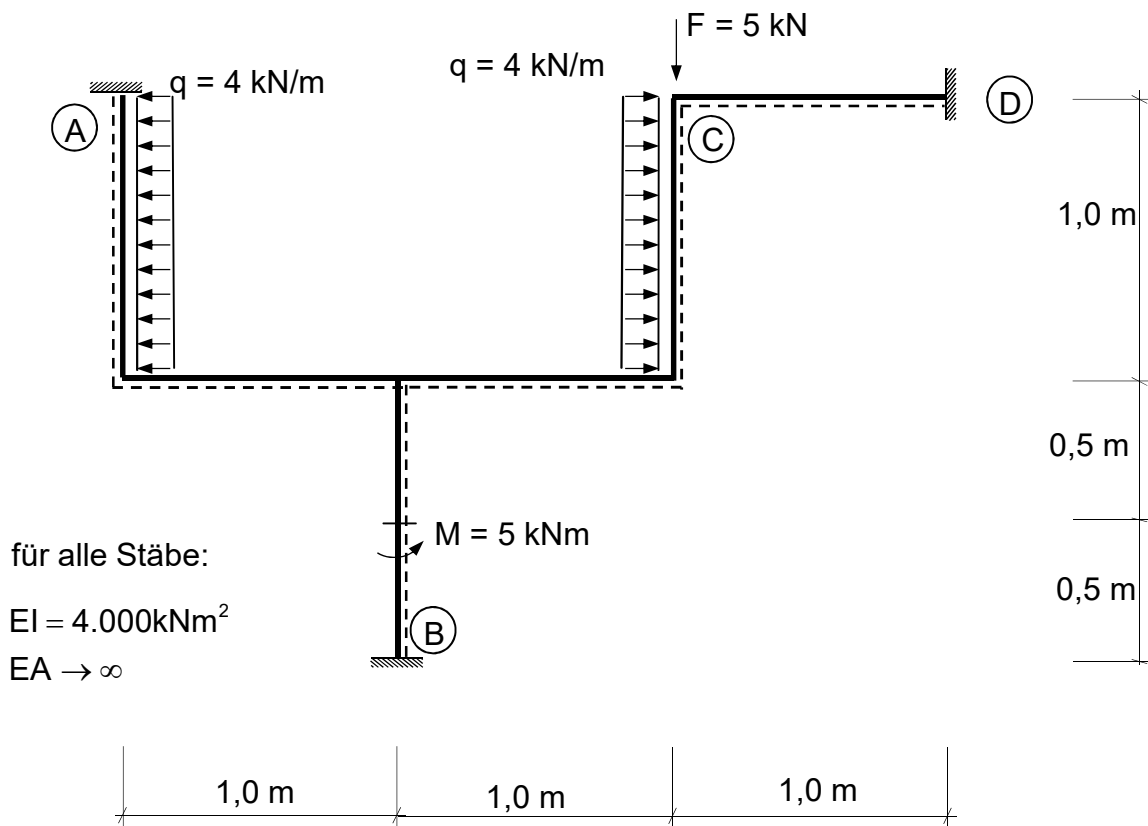
### Fortsetzung Aufgabe 3

Für die folgenden Teilaufgaben soll das vorliegende System zusammen mit dem gegebenen Momentenverlauf verwendet werden. Ermitteln Sie:

- c) die horizontale Auflagerreaktion im Auflager A
- d) die horizontale Auflagerreaktion im Auflager B

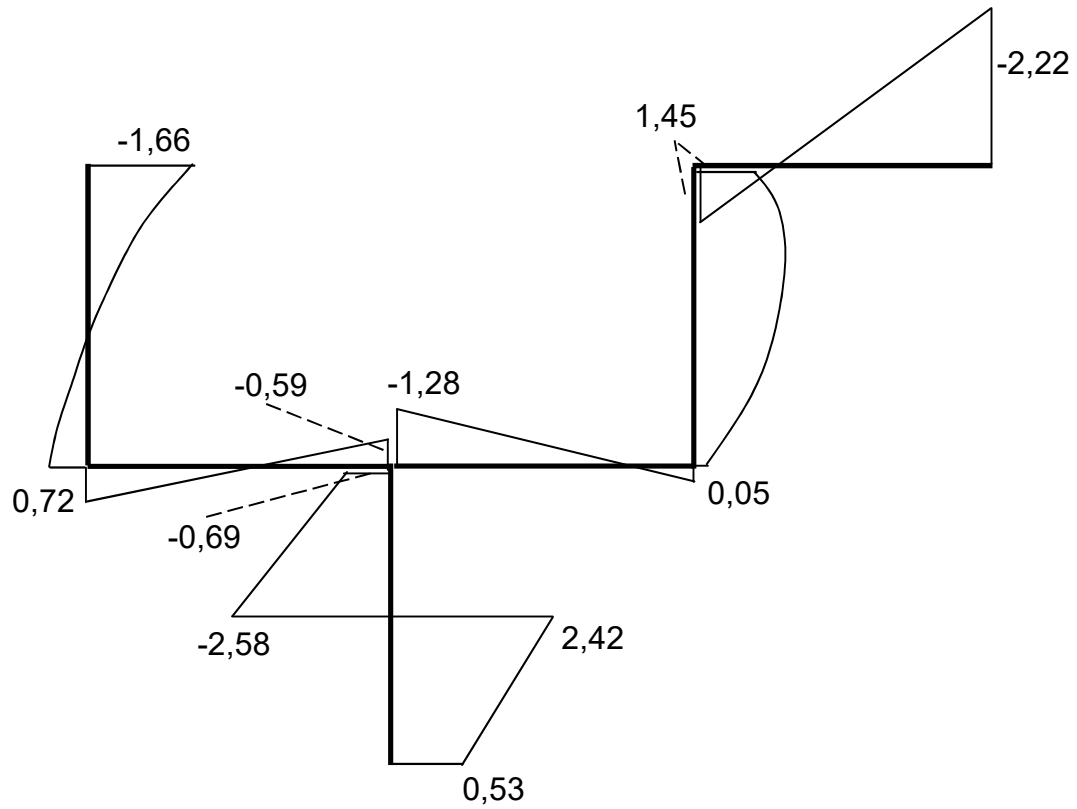
unter Verwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen (PvV).

- e) Berechnen Sie die Verdrehung des Knoten C.



### Fortsetzung Aufgabe 3

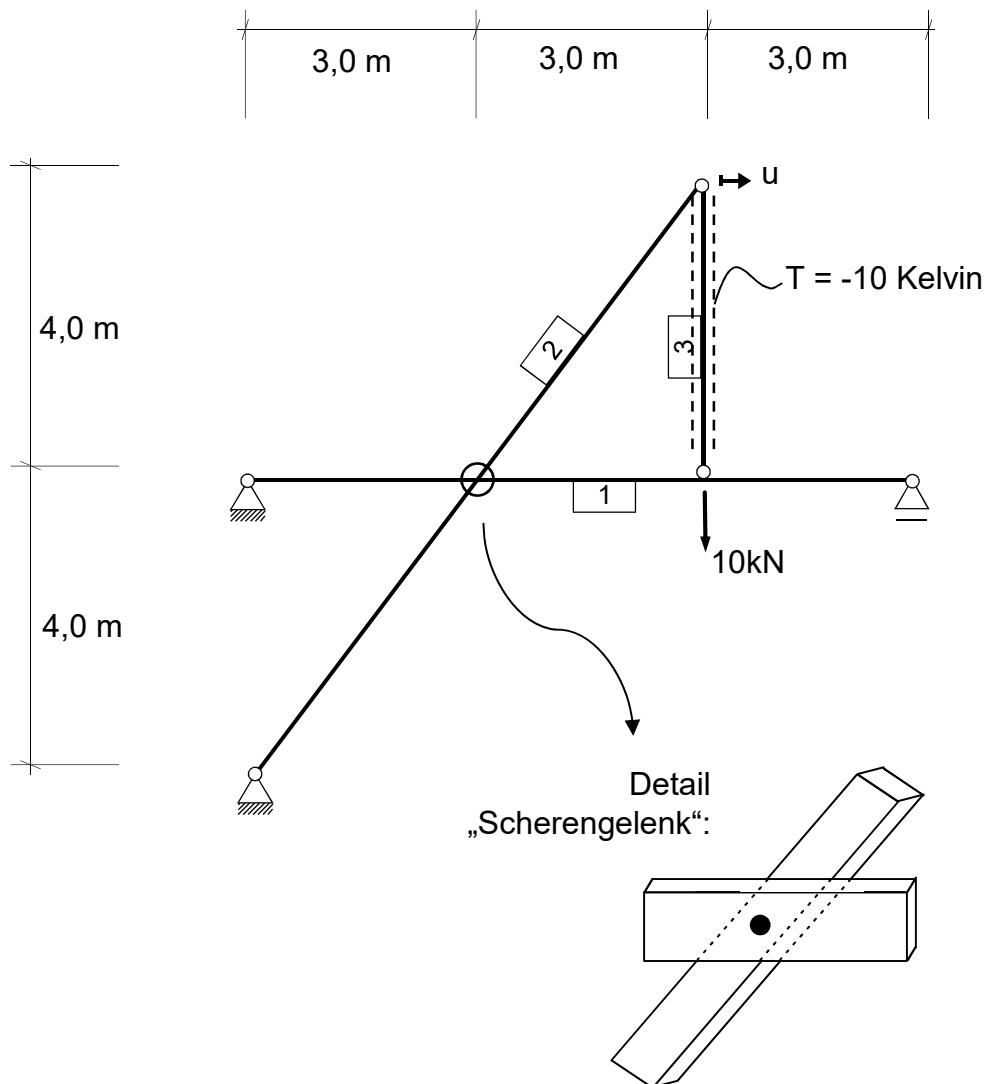
Momentenverlauf für die Teilaufgaben c) bis e):



## Aufgabe 4

(22 Punkte)

Gegeben sei eine dreifeldrige Brücke mit vertikaler Abspannung und schrägem Pylon. Der Pylon (Stab 2) sei „scherenartig“ an den Brückenträger (Stab 1) angeschlossen. Das System ist mit einer Einzellast und einer gleichmäßigen Temperatur (Kühlung) am Stab 3 beansprucht:



Stab 1 und 2:  $EI = 1.000 \text{ kNm}^2$   $EA \rightarrow \infty$   
 Stab 3:  $EI = 1.000 \text{ kNm}^2$   $EA = 10.000 \text{ kN}$   $\alpha_T = 1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$

- Bestimmen Sie den Momentenverlauf mit Angabe von charakteristischen Werten mit Hilfe des **Kraftgrößenverfahrens** (KV).
- Berechnen Sie die horizontale Verformung am oberen Ende den Pylons.
- Nennen sie ein Beispiel aus der Praxis, wo man ein Scherengelenk einbaut.

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 6

Bearbeitungszeit: 71 Minuten

Aufgabe	Punkte	
	max.	erreicht
1	11	
2	20	
3	15	
4	25	
$\Sigma$	<b>71</b>	

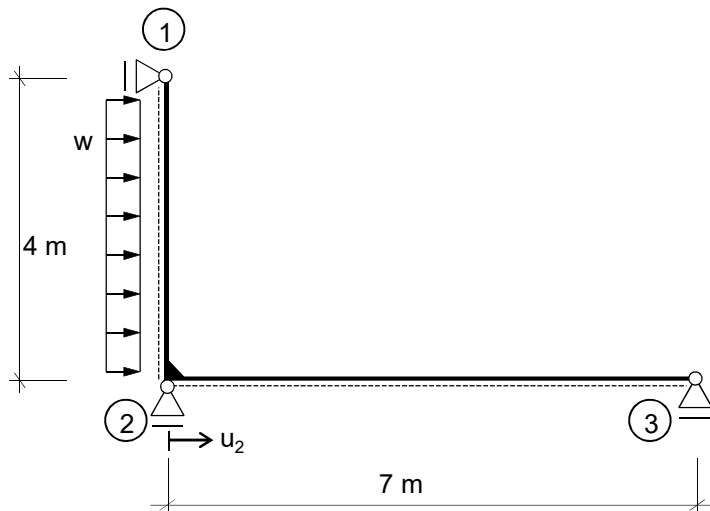
**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

(11 Punkte)

Gegeben ist das folgende System mit einer Streckenlast  $w$ . Aus einer Vorrechnung ist die horizontale Verschiebung des Eckknotens,  $u_2$ , bekannt (s. Zeichnung).



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

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

$$EA \rightarrow \infty$$

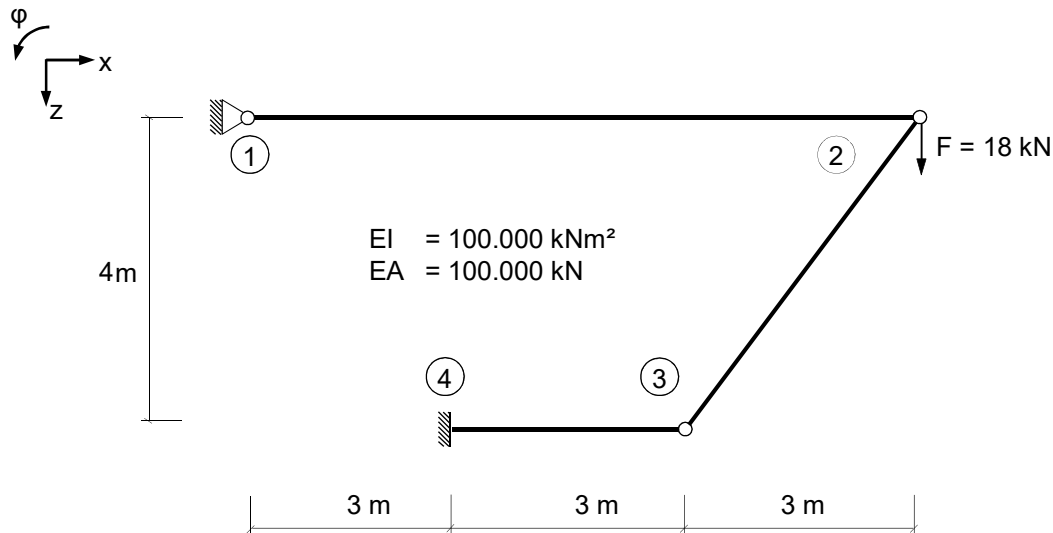
$$u_2 = 51,2 \text{ mm}$$

- Zeichnen Sie die Biegelinie des Systems unter Angabe charakteristischer Werte mit Hilfe der Mohrschen Analogie.
- Wie würde sich der Verlauf der Biegelinie ändern, wenn statt des einwertigen Lagers in Knoten 1 eine horizontale Dehnfeder der Federhärte  $k_F = 5.000 \text{ kN/m}$  eingebaut wäre?

## Aufgabe 2

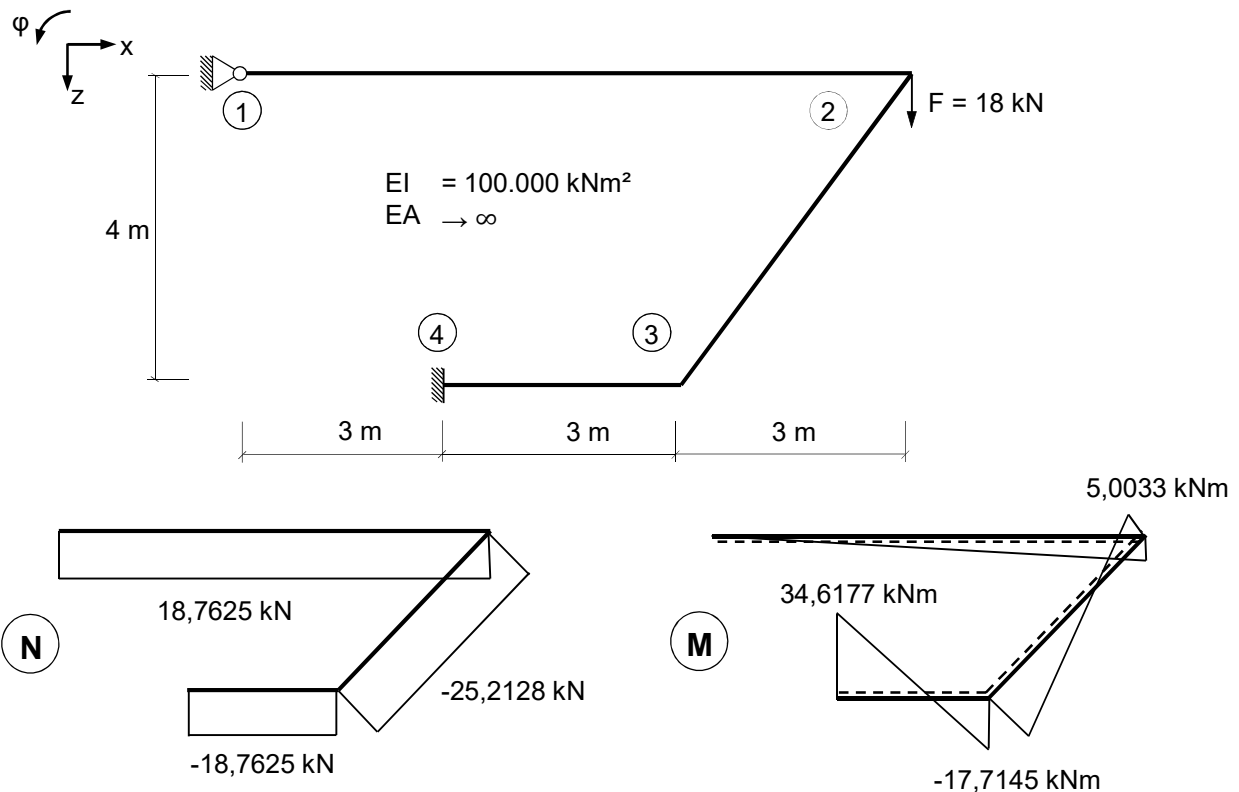
(20 Punkte)

Das unten abgebildete System wird durch die Kraft  $F$  belastet.



- a) Bestimmen Sie die vertikale Verschiebung des Punktes 3 unter der gegebenen Belastung durch Anwendung des **Prinzips der virtuellen Kräfte**.

Im Zuge der Planungsphase werden die Gelenke an den Knoten 2 und 3 durch starre Verbindungen ersetzt. Das entsprechende statische System sowie Auszüge aus der Berechnung mittels eines Stabwerksprogrammes sind im Folgenden dargestellt:



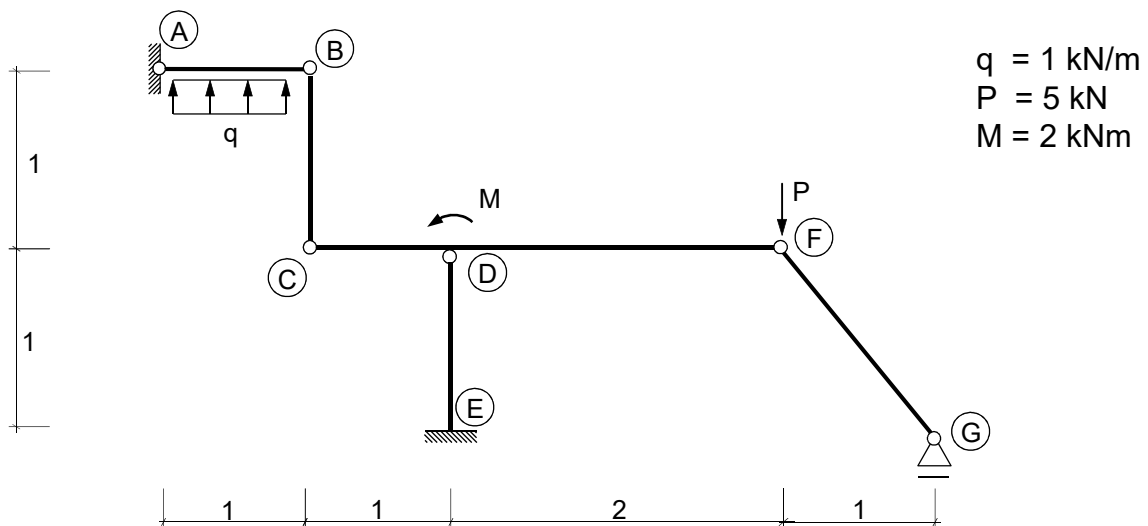
b) Berechnen Sie für das neue System die vertikale Verschiebung des Knotens 3.

Knoten	u	w	$\varphi$
1	0	0	-1,6090E-04
2	0	7,7281E-04	6,4232E-05

### Aufgabe 3

(15 Punkte)

Gegeben ist das folgende System:



a) Überprüfen Sie, ob das gegebene System kinematisch ist. Begründen Sie Ihre Antwort mit Hilfe eines Polplans.

b) Nun wird das Element AB am Punkt A eingespannt. Bearbeiten Sie für diesen Fall folgende Aufgaben

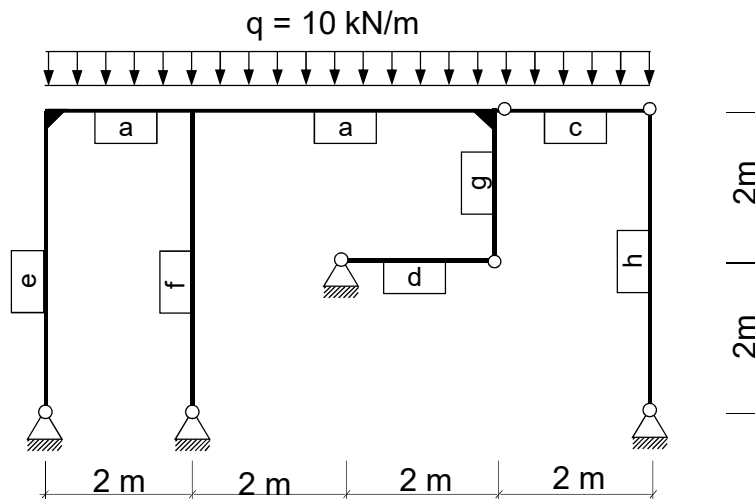
- 1) Erstellen Sie einen Polplan und markieren Sie alle Widersprüche.
- 2) Was können Sie aus dem Polplan schließen?
- 3) Bestimmen Sie mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Verschiebung die Normalkraft im Stab BC.



## Aufgabe 4

(25 Punkte)

Das im Folgenden dargestellte statische System ist mit einer Gleichstreckenlast  $q$  belastet.



Gegeben:

Alle Stäbe:  $EA \rightarrow \infty$      $EI = 100 \text{ kNm}^2$      $\alpha_T = 10^{-4} \text{ 1/K}$   
 $h = 0,75 \text{ m}$

- Überprüfen Sie die statische Bestimmtheit und Brauchbarkeit mit dem Aufbaukriterium.
- Berechnen Sie den Momentenverlauf für das gegebene System mit dem Kraftgrößenverfahren. Stellen Sie den Momentenverlauf grafisch dar und geben Sie charakteristische Werte an.
- Berechnen Sie den Momentenverlauf für den Fall, dass ein Temperaturunterschied  $\Delta T = T_u - T_o = -50 \text{ K}$  auf den Elementen a, b und c hinzugefügt wird. Stellen Sie den Momentenverlauf grafisch dar und geben Sie charakteristische Werte an.
- Verändert sich das Gleichungssystem für eine Verdopplung des Temperaturunterschied auf Element "c"? Wenn ja, geben Sie das neue Gleichungssystem an. Wenn nein, begründen Sie Ihre Antwort.

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 7

Bearbeitungszeit: 68 Minuten

Aufgabe	Punkte	
	max.	erreicht
1	16	
2	17	
3	15	
4	20	
$\Sigma$	<b>68</b>	

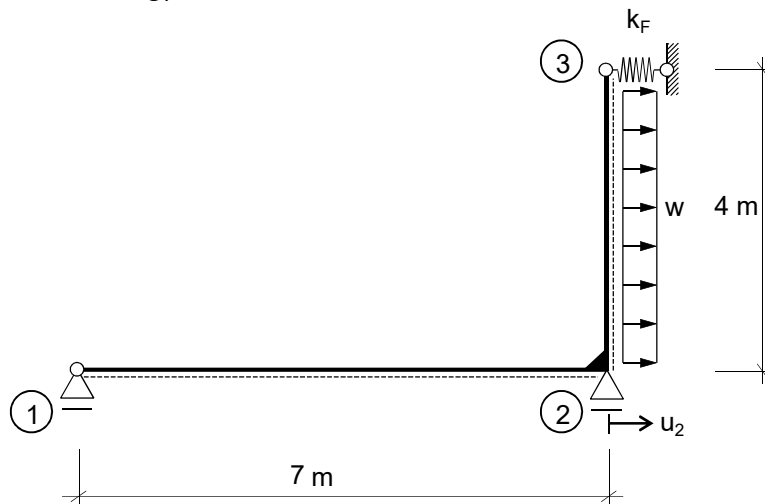
**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

(16 Punkte)

Gegeben ist das folgende System mit seiner Belastung aus einer Streckenlast  $w$ . Aus einer Vorrechnung ist die horizontale Verschiebung des Eckknotens,  $u_2$ , bekannt (s. Zeichnung).



$$w = 4 \text{ MN/m}$$

$$k_F = 5.000 \text{ MN/m}$$

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

$$EA \rightarrow \infty$$

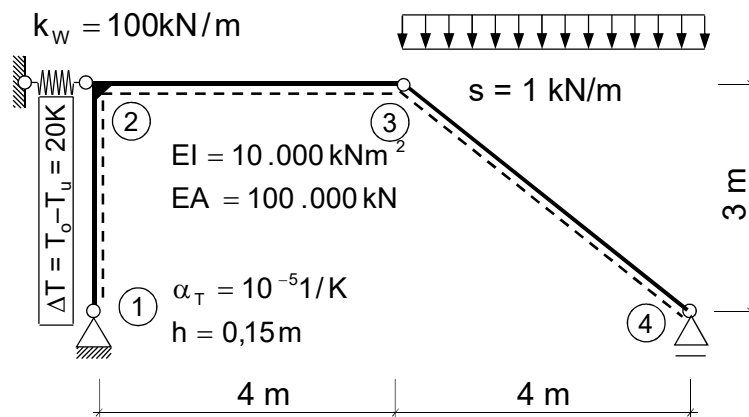
$$\alpha_T = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$$

$$u_2 = 40,4 \text{ mm}$$

- Geben Sie unter Verwendung der Mohrschen Analogie die Formeln des Funktionsverlaufs der Biegelinie des abgebildeten Systems an. Zeichnen Sie die Biegelinie unter Angabe charakteristischer Werte.
- Was würde eine zusätzliche gleichmäßige Temperaturänderung im horizontalen Stab bewirken? Geben Sie eine kurze Begründung.

## Aufgabe 2

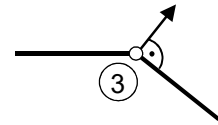
(17 Punkte)



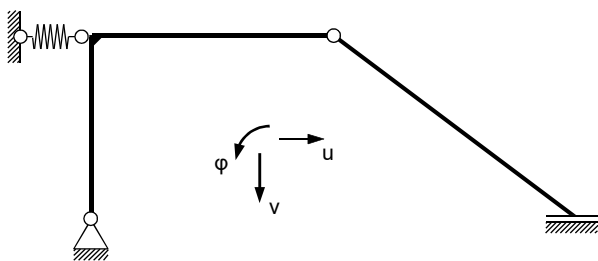
Das oben abgebildete System wird durch die Schneelast  $s$  sowie durch die Temperaturlast  $\Delta T$  (warme Seite außen) belastet.

- a) Bestimmen Sie die horizontale Verschiebung des Punktes 4 unter der gegebenen Schnee- und Temperaturbelastung durch Anwendung des Prinzips der virtuellen Kräfte.

Im Zuge der Planungsphase wird der Entwurf abgeändert und das Lager am Punkt 4 durch eine verschiebbliche Einspannung ersetzt (Last- und Materialparameter bleiben unverändert). Das entsprechende statische System sowie Auszüge aus der Berechnung mittels eines Stabwerksprogrammes sind im Folgenden dargestellt.

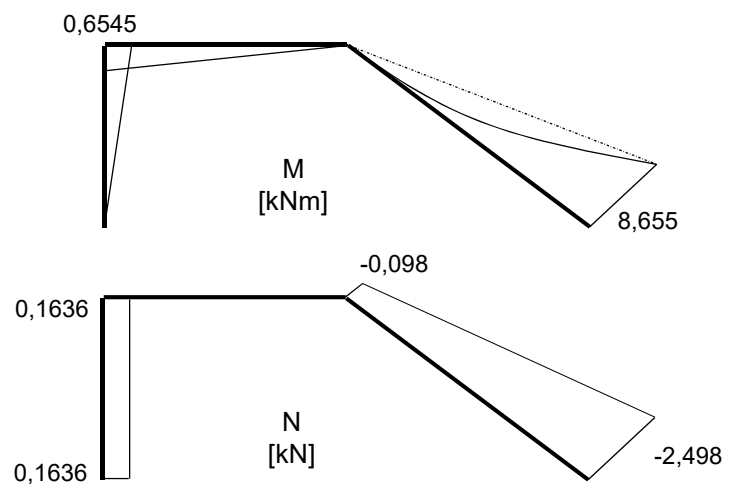


b) Berechnen Sie für das neue System die Verschiebung des Knotens 3 senkrecht zur Stabachse 3-4.



Modifiziertes statisches System (Lasten nicht dargestellt)

Knoten	u	v	$\varphi$
1	0	0	0,00267
2	-0,00218	-4,9e-6	-0,0012
4	0,0011	0	0

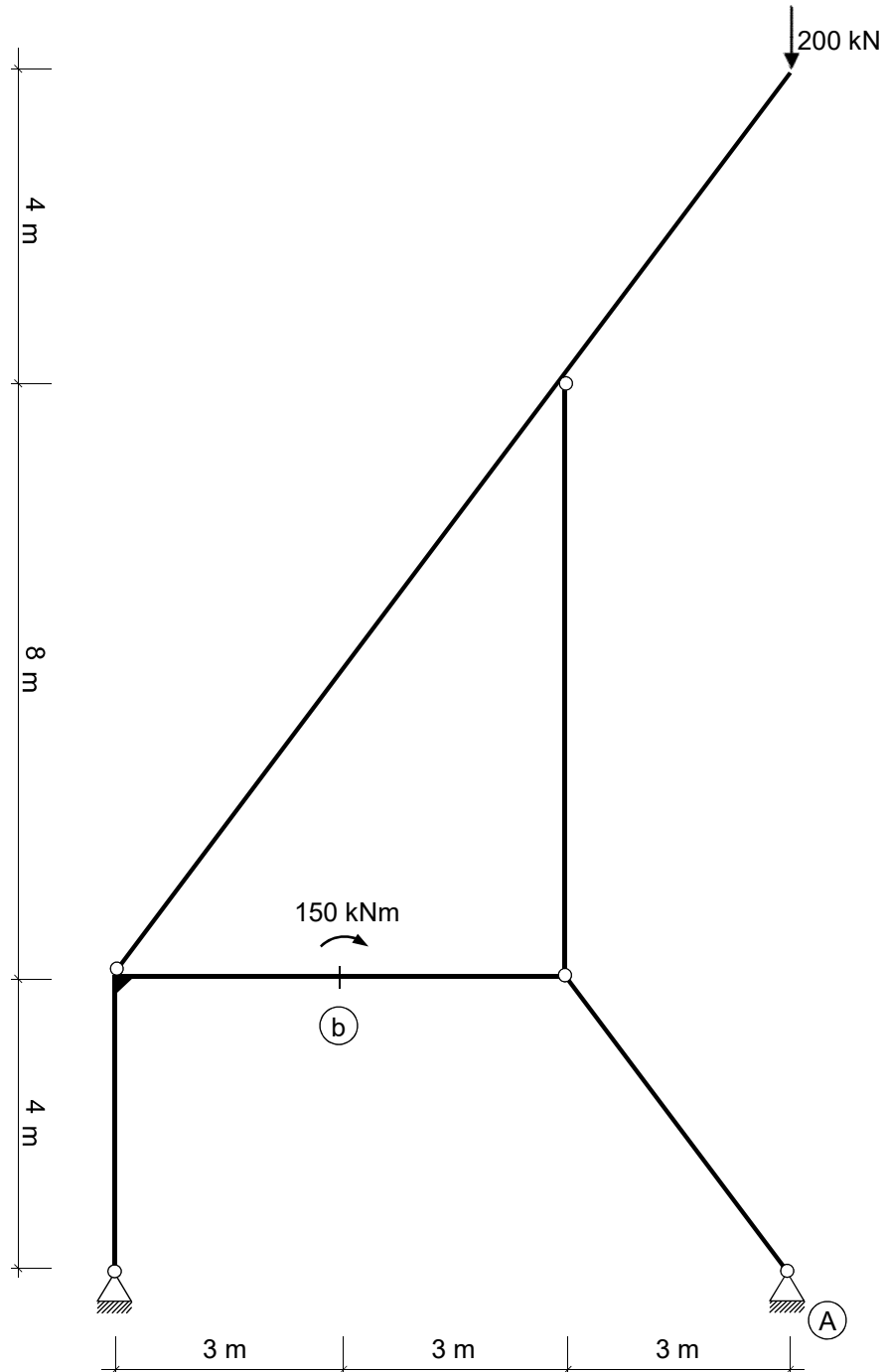


Zustandslinien für Moment und Normalkraft (Verläufe nicht

### Aufgabe 3

(15 Punkte)

Bestimmen Sie mittels des Prinzips der virtuellen Verschiebungen (PvV):

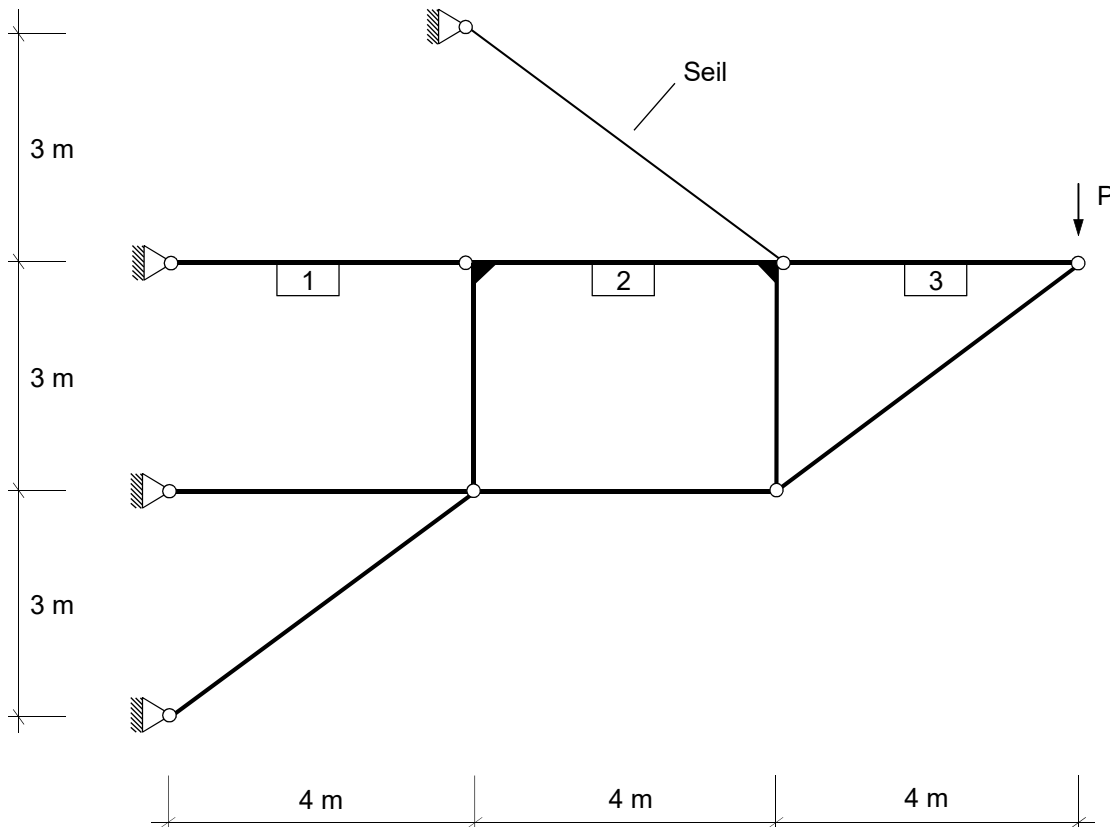


- a) die horizontale Auflagerkraft  $A_H$  am Punkt A,
- b) die Normalkraft  $N_b$  an der Stelle b.

## Aufgabe 4

(20 Punkte)

- Ermitteln Sie den Grad der statischen Unbestimmtheit.
- Ermitteln Sie mit Hilfe des Kraftgrößenverfahrens die Seilkraft und den Momentenverlauf des gesamten Systems infolge der gegebenen Belastung.



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

System: alle Stäbe:  $EI = 5.000 \text{ kNm}^2$

Stäbe 1,2,3:  $EA = 2.000 \text{ kN}$

übrige Stäbe:  $EA = \infty$

Seil:  $EA = 10.000 \text{ kN}$

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 8

Bearbeitungszeit: 75 Minuten

Aufgabe	Punkte	
	max.	erreicht
1	15	
2	25	
3	15	
4	20	
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>75</b>	

**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

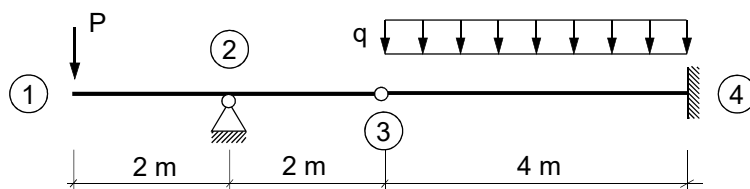
Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.



## Aufgabe 1

(15 Punkte)

Geben Sie unter Verwendung der Mohrschen Analogie die vollständige Biegelinie des abgebildeten Systems an.



$$q = 3 \text{ kN/m}$$

$$P = 10 \text{ kN}$$

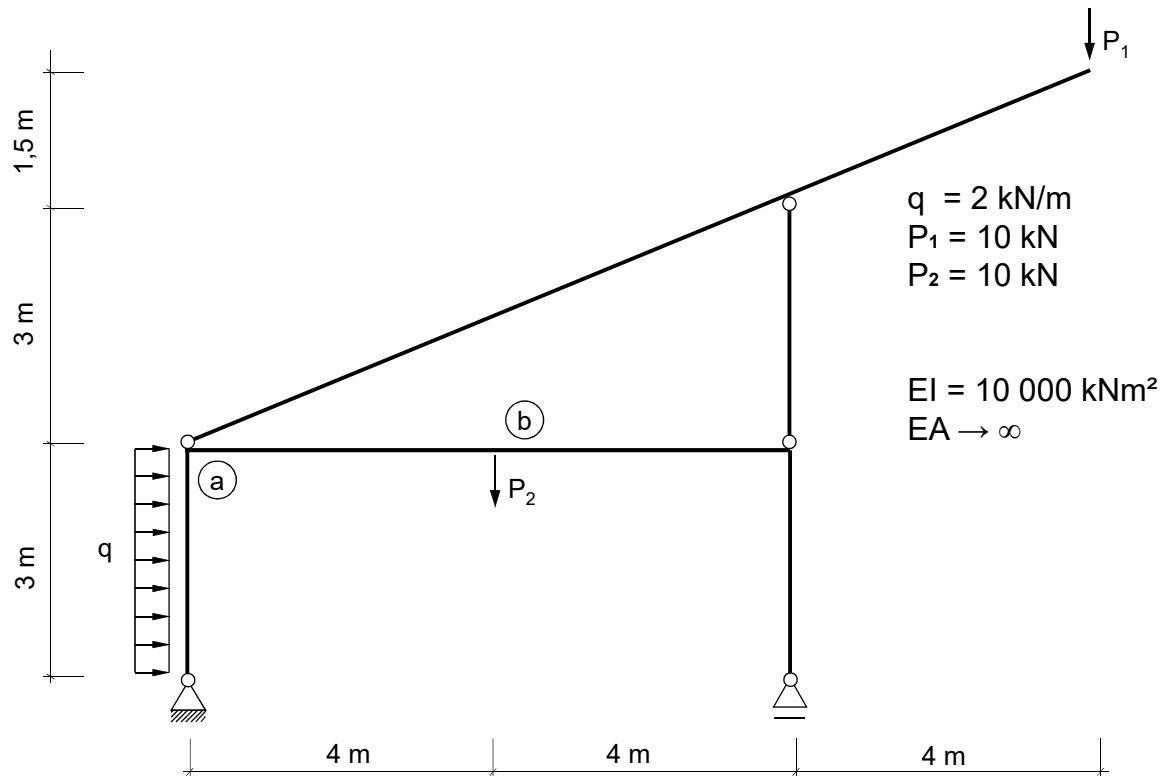
$$EI = 10\,000 \text{ kNm}^2$$

$$EA \rightarrow \infty$$

## Aufgabe 2

(25 Punkte)

Gegeben ist das folgende System:

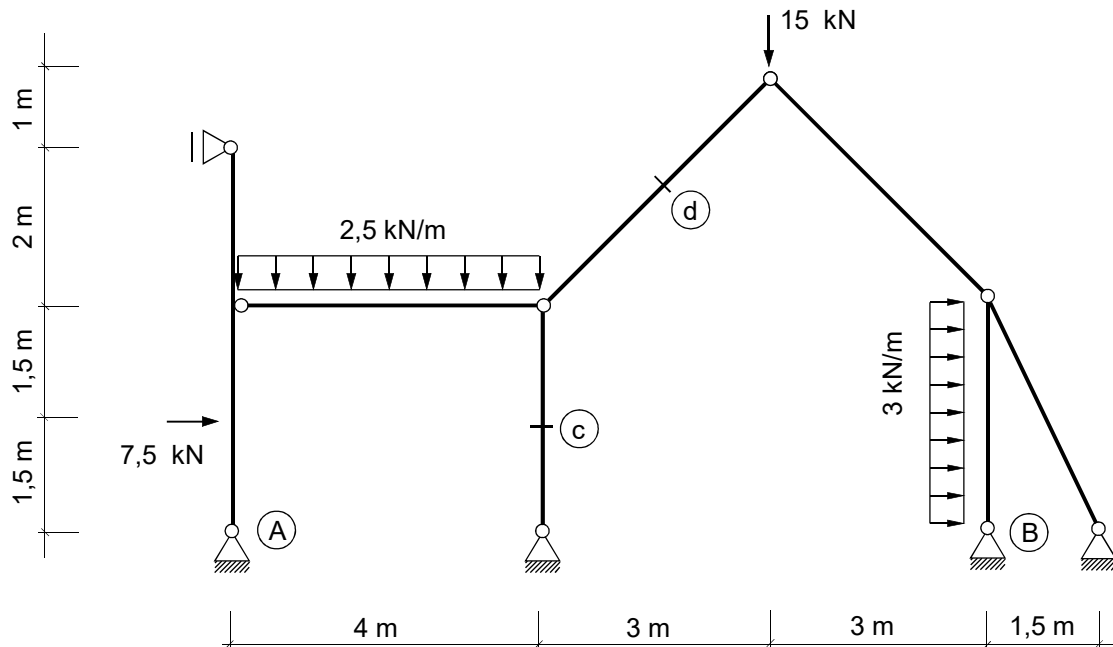


- Geben Sie den Grad der statischen Unbestimmtheit an.
- Berechnen Sie alle Auflager- und Zwischenreaktionen.
- Berechnen Sie den Verlauf der Schnittgrößen Normalkraft  $N$ , Querkraft  $V$  und Moment  $M$ .
- Berechnen Sie die Verdrehung  $\varphi_a$  an der Stelle a und die vertikale Verschiebung  $w_b$  an der Stelle b. Verwenden Sie das Prinzip der virtuellen Kräfte (PvK).

### Aufgabe 3

(12 Punkte)

Bestimmen Sie mittels des Prinzips der virtuellen Verschiebungen (PvV):

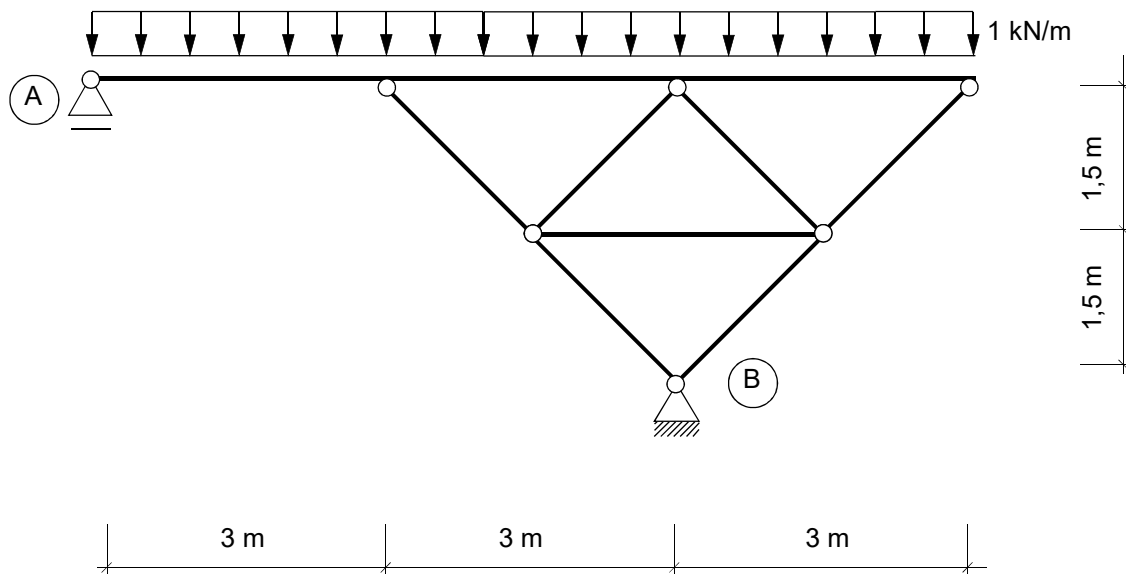


- a) die horizontale Auflagerkraft  $A_H$  am Punkt A,
- b) die vertikale Auflagerkraft  $B_V$  am Punkt B,
- c) die Querkraft  $V_c$  an der Stelle c,
- d) die Normalkraft  $N_d$  an der Stelle d.

## Aufgabe 4

(20 Punkte)

Eine Brücke mit fachwerkartiger Unterstützung ist mit einer Gleichstreckenlast belastet.



Gegeben:

Alle Stäbe:  $EA \rightarrow \infty$        $EI = 1.000 \text{ kNm}^2$

- Überprüfen Sie die statische Bestimmtheit und Brauchbarkeit mit dem Aufbaukriterium.
- Berechnen Sie die Momentenverläufe mit dem Kraftgrößenverfahren und geben Sie die charakteristischen Werte an.
- Berechnen Sie die horizontale Verformung am Auflager A .

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 9

Bearbeitungszeit: 70 Minuten

	Punkte	
Aufgabe	max.	erreicht
1	14	
2	18	
3	18	
4	20	
$\Sigma$	<b>70</b>	

**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

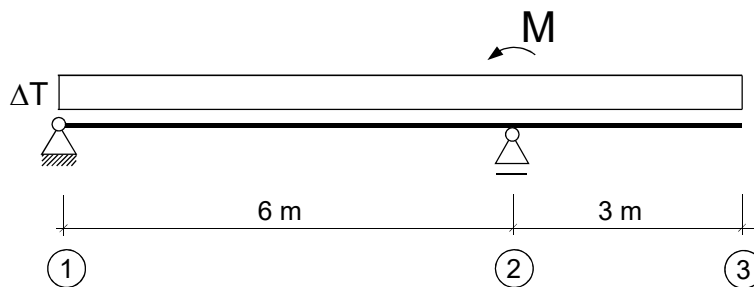
Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

## Aufgabe 1

(14 Punkte)

Gegeben ist das folgende System.

- Berechnen Sie, wie groß das Moment  $M$  an der Stelle 2 sein muss, damit sich die Verschiebung  $w_3$  infolge  $M$  und  $\Delta T$  zu null ergibt.
- Welche Verdrehung  $\varphi_2$  ergibt sich für Lastfall  $M+\Delta T$  an der Stelle 2?
- Berechnen Sie den Verlauf der quantitativen Biegelinie im Abschnitt 2-3 für den Lastfall  $M+\Delta T$  in geschlossenen Formeln mit Hilfe der  $\omega$ -Tafeln.



$$\Delta T = T_u - T_o = -20 \text{ K}$$

$$EA \rightarrow \infty$$

$$EI = 8000 \text{ KNm}^2$$

$$h = 0,1 \text{ m}$$

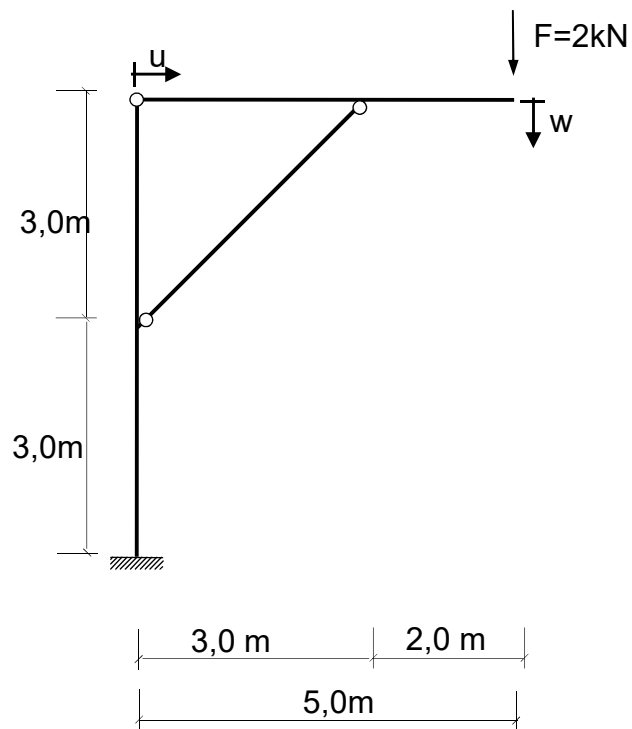
$$\alpha_T = 2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$$

## Aufgabe 2

(18 Punkte)

Gegeben ist das folgende System. Bestimmen Sie mittels des Prinzips der virtuellen Kräfte:

- a) Die vertikale Durchsenkung  $w$  infolge der Einzellast  $F$
- b) Die horizontale Verschiebung  $u$  infolge der Einzellast  $F$



gegeben:

$$EI = 20.000 \text{ kNm}^2$$

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

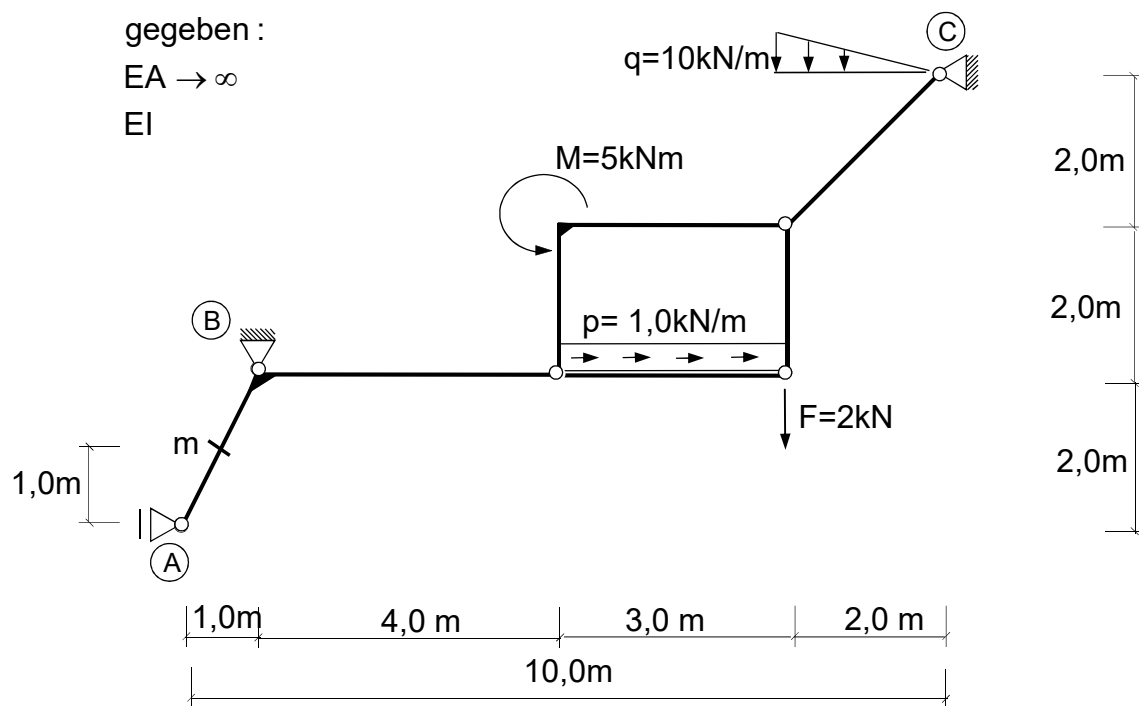
(18 Punkte)

Gegeben ist folgendes System.

- a) Bestimmen Sie die statische Bestimmtheit des Systems

Bestimmen Sie mittels des Prinzips der virtuellen Verschiebungen (PvV):

- b) die vertikale Auflagerkraft am Auflager B
- c) das Moment im Schnitt m

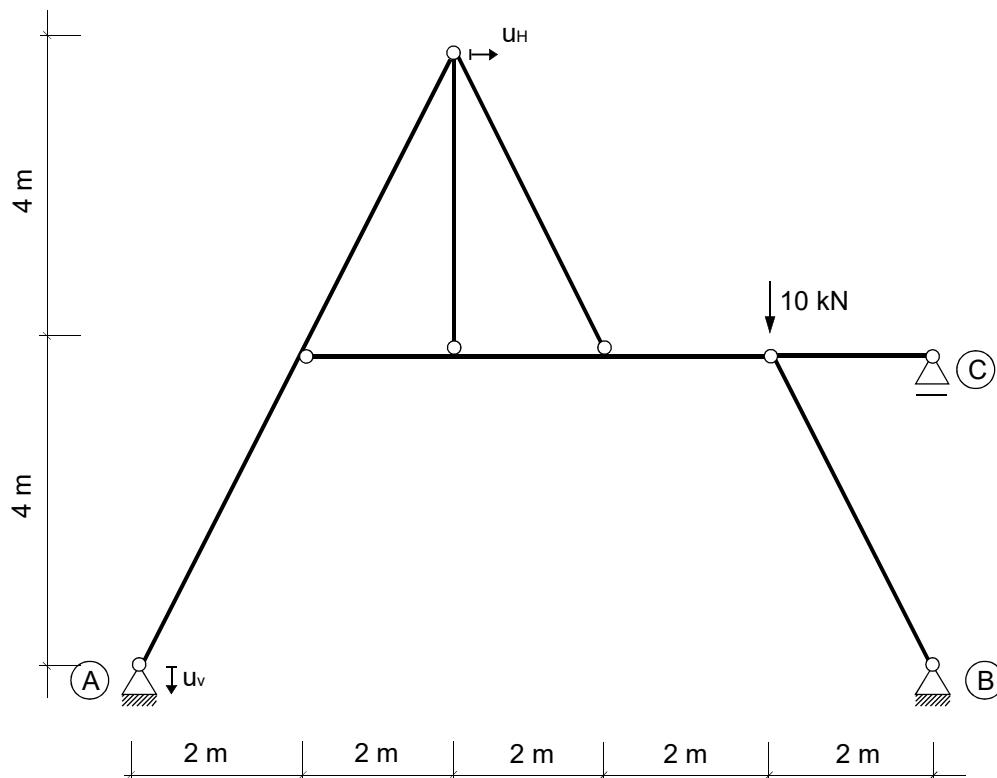




## Aufgabe 4

(20 Punkte)

Gegeben sei eine 4-feldrige Brücke mit Pylon und zwei Abspannungen.



Gegeben:

Alle Stäbe:  $EA \rightarrow \infty$       $EI = 1.000 \text{ kNm}^2$

- Bestimmen Sie den Momentenverlauf der Brückenkonstruktion infolge der vertikalen Einzellast mit Hilfe des Kraftgrößenverfahrens (KV) und geben Sie die charakteristischen Werte an.
- Berechnen Sie die horizontale Verformung  $u_H$  am oberen Ende des Pylons infolge der vertikalen Last.
- Ermitteln Sie die Auflagerverschiebung  $u_v$  am Auflager A, so dass sich die horizontale Verformung  $u_H$  an der Pylonspitze infolge aller Einwirkungen aufhebt.

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Probeklausur 10

Bearbeitungszeit: 63 Minuten

	<b>Punkte</b>	
Aufgabe	max.	erreicht
1	13	
2	18	
3	13	
4	22	
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>63</b>	

**Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.**

Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

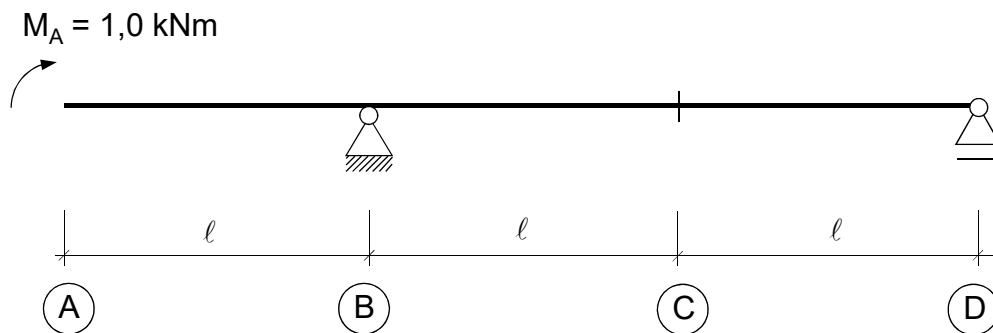
## Aufgabe 1

(13 Punkte)

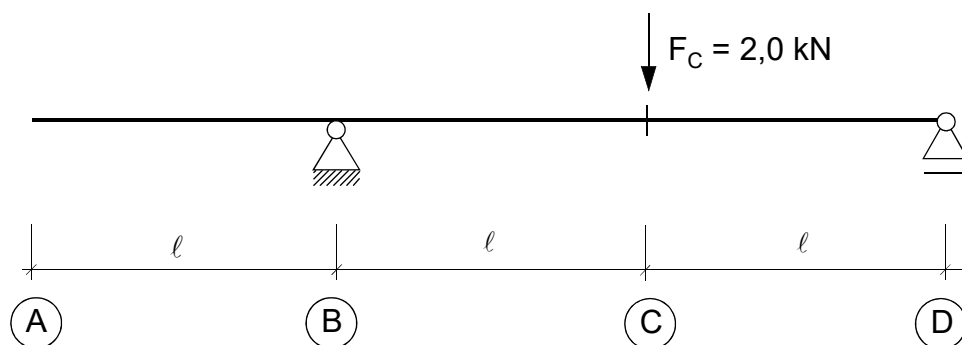
Gegeben ist ein Balken der Länge  $3l$  mit konstantem  $EI$ .

- Berechnen und zeichnen Sie die quantitative Biegelinie (mit charakteristischen Werten), die sich unter dem Lastmoment  $M_A$  ergibt, und werten Sie diese mit Hilfe der  $\omega$ -Tafeln an der Stelle C aus!
- Berechnen Sie mit Hilfe des Prinzips virtueller Kräfte die Verdrehung  $\varphi_A$  unter der Last  $F_C$ !
- Formulieren Sie (in Worten) den Satz von Betti!

### Belastung für Teilaufgabe a): Lastmoment



### Belastung für Teilaufgabe b): Einzellast



## Aufgabe 2

(18 Punkte)

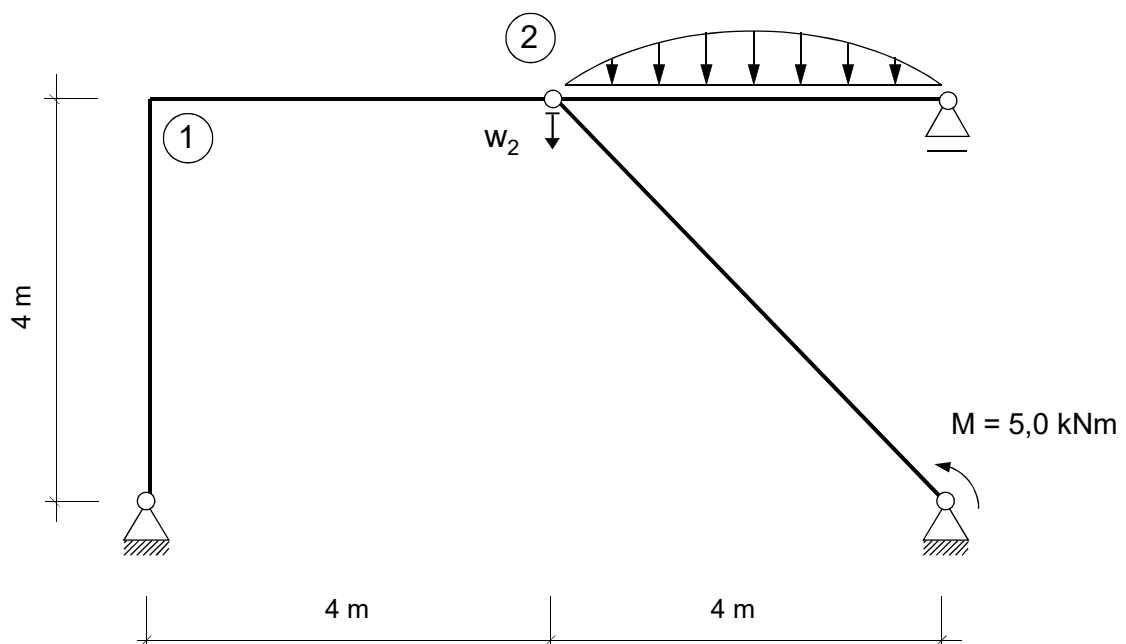
Gegeben ist das folgende System. Bestimmen Sie mittels des Prinzips der virtuellen Kräfte:

- Die Verdrehung am Knoten 1
- Die Durchsenkung  $w_2$  am Knoten 2

Alle Stäbe:  $EI = 10.000 \text{ kNm}^2$

$EA = 2.000 \text{ kN}$

**Hinweis:** Die Resultierende der parabolischen Last mit Stich  $q = 3 \text{ kN/m}$  kann mittels der Integraltafeln ermittelt werden.

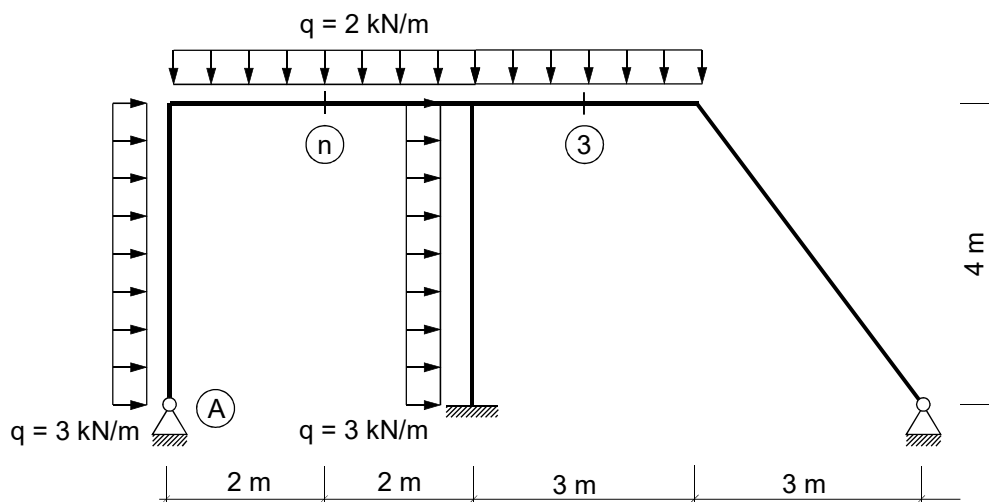


### Aufgabe 3

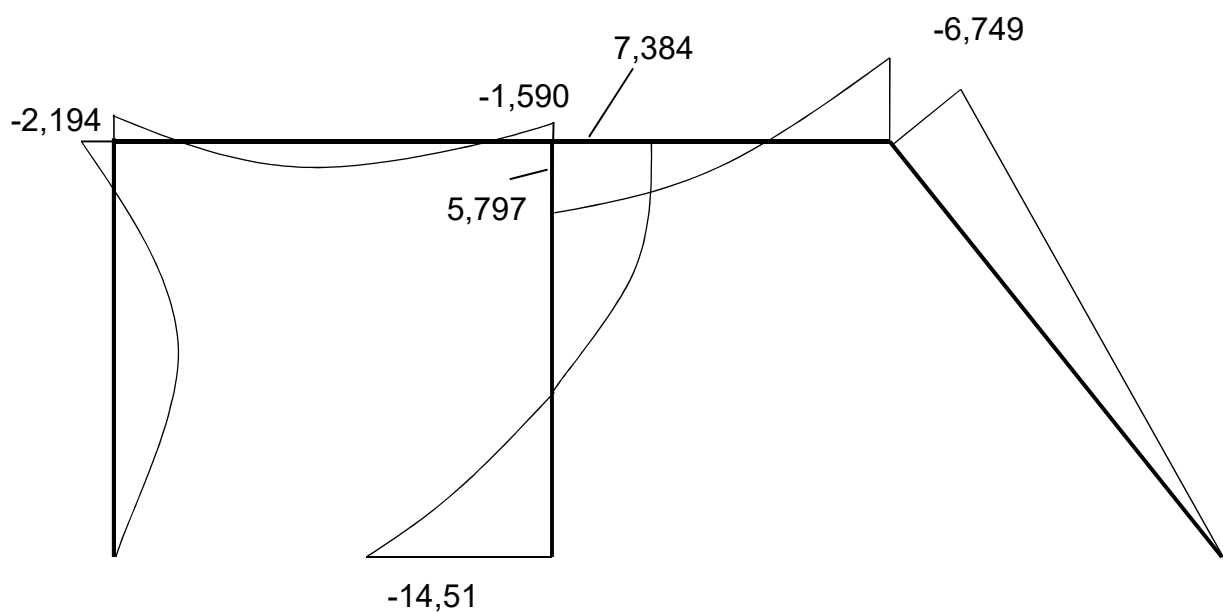
(13 Punkte)

Berechnen Sie für das gegebene, statisch unbestimmte System die folgenden Kraftgrößen mit dem Prinzip der virtuellen Verschiebung (PVV) unter Verwendung des gegebenen Momentenverlauf:

- vertikale Auflagerkraft  $A_v$
- Querkraft  $V_n$  an der Stelle n
- Normalkraft  $N_3$  im Stab 3



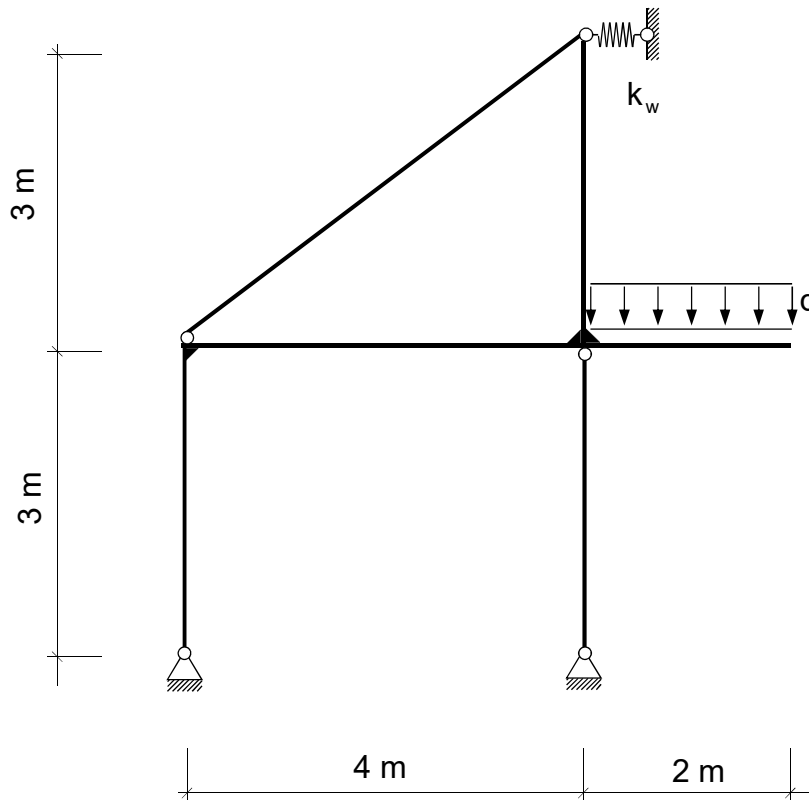
### Momentenverlauf



## Aufgabe 4

(22 Punkte)

Gegeben sei folgendes System.



Gegeben:

Alle Stäbe:  $EA = 500 \text{ MN}$

$EI = 10 \text{ MNm}^2$

$k_w = 10 \text{ MN/m}$

$q = 200 \text{ kN/m}$

- Bestimmen Sie die statische Unbestimmtheit des Systems.
- Bestimmen Sie den Momentenverlauf mit Angabe von charakteristischen Werten mit Hilfe des Kraftgrößenverfahrens