

Statik 2

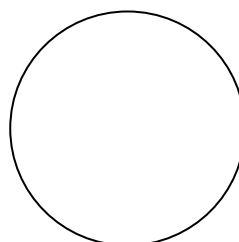
09.03.2022

Bearbeitungszeit: 135 Minuten

Rechenteil

Aufgabe	Punkte	
	max.	erreicht
AF	45	
1	25	
2	25	
3	23	
4	25	
5	20	
6	17	
Σ	180	

Note:

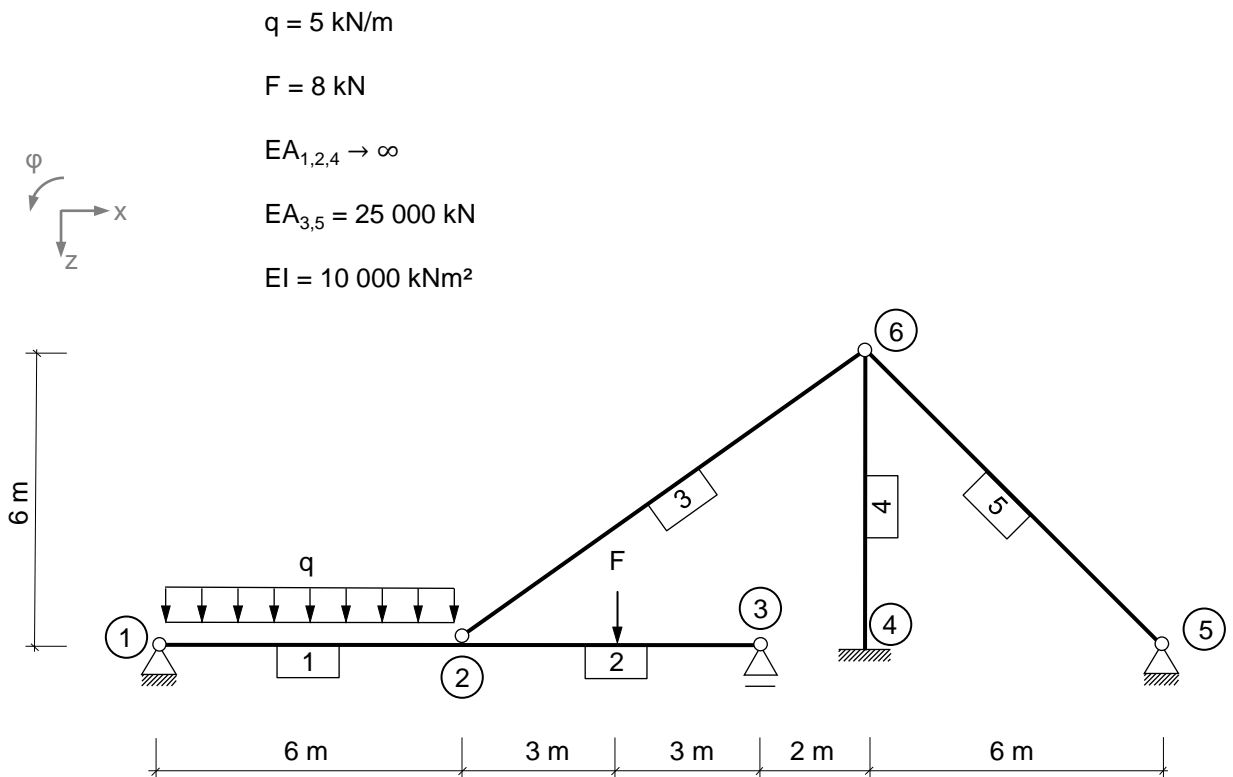


Bitte keine grünen Farbstifte verwenden.
Der Lösungsweg muss lückenlos nachvollziehbar sein.

Aufgabe 1

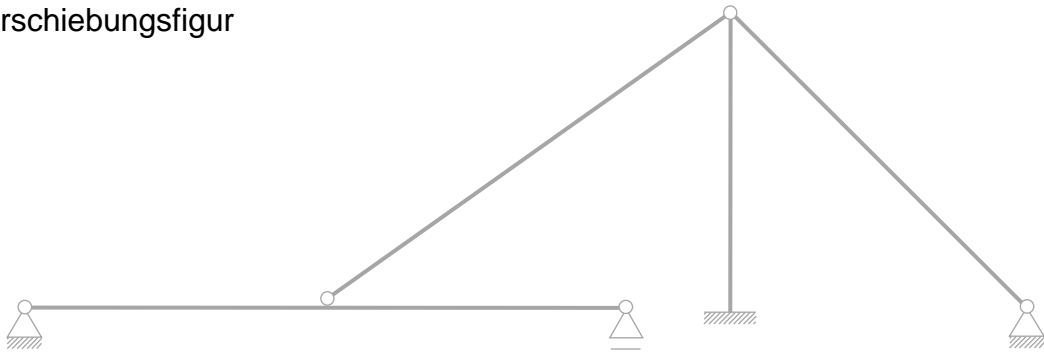
(..... / 25 Punkte)

- Berechnen Sie das gegebene Tragwerk mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren**.
- Skizzieren Sie die Verformung des Systems. Tragen Sie die in Teilaufgabe a) berechneten Ergebnisse in die Skizze ein.
- Skizzieren Sie qualitativ den Normalkraft- und Momentenverlauf. Die Angabe von Werten ist nicht erforderlich.



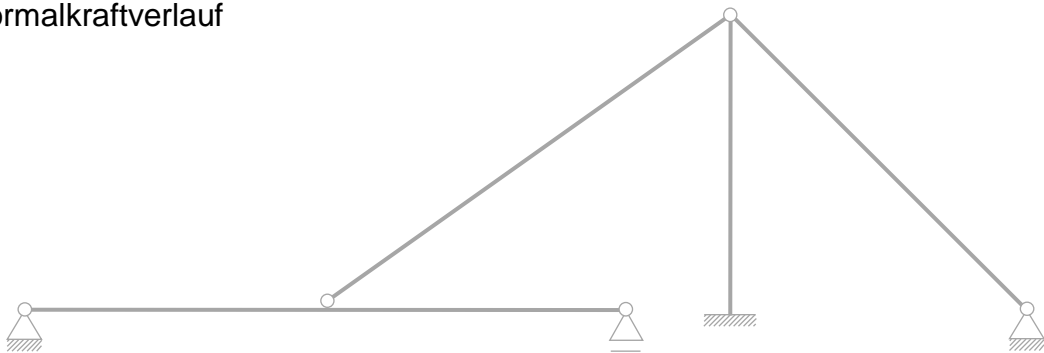
b)

Verschiebungsfigur

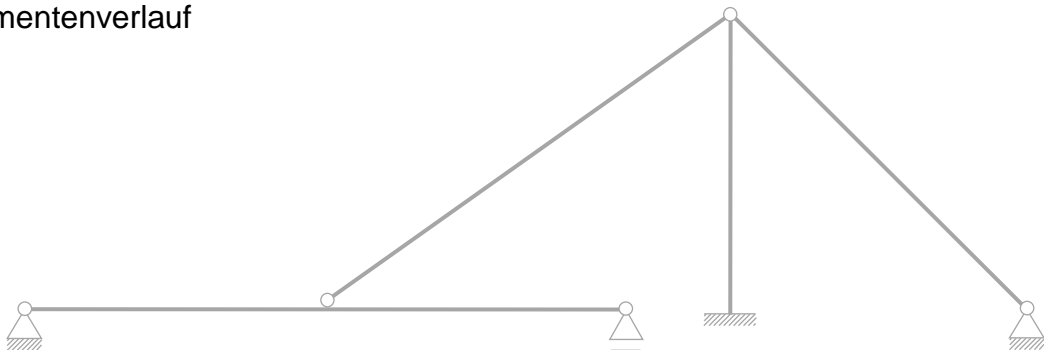


c)

Normalkraftverlauf



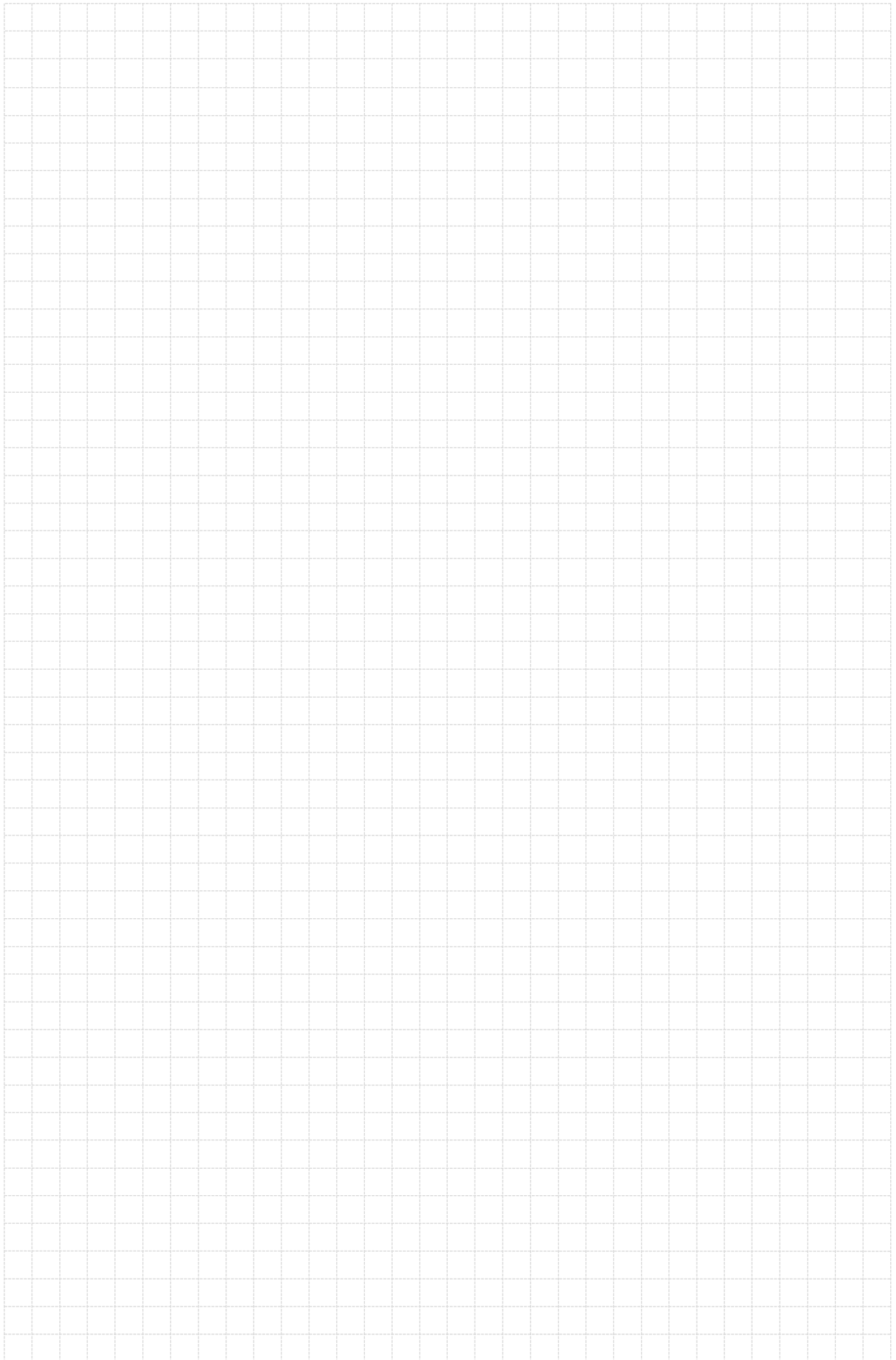
Momentenverlauf











Aufgabe 2

(..... / 25 Punkte)

- a) Bestimmen Sie die geometrische Unbestimmtheit des Systems und legen Sie die Freiheitsgrade fest. Sämtliche eventuell vorhandenen kinematischen Kopplungen sind explizit anzugeben.
- b) Berechnen Sie die zu den gewählten Freiheitsgraden gehörenden Knotenverschiebungen mit dem **Verschiebungsgrößenverfahren**. Für alle Einheits- und Lastzustände sind aussagekräftige Skizzen anzufertigen.

System und Belastung:

gegeben:

$$EI_1 \rightarrow \infty$$

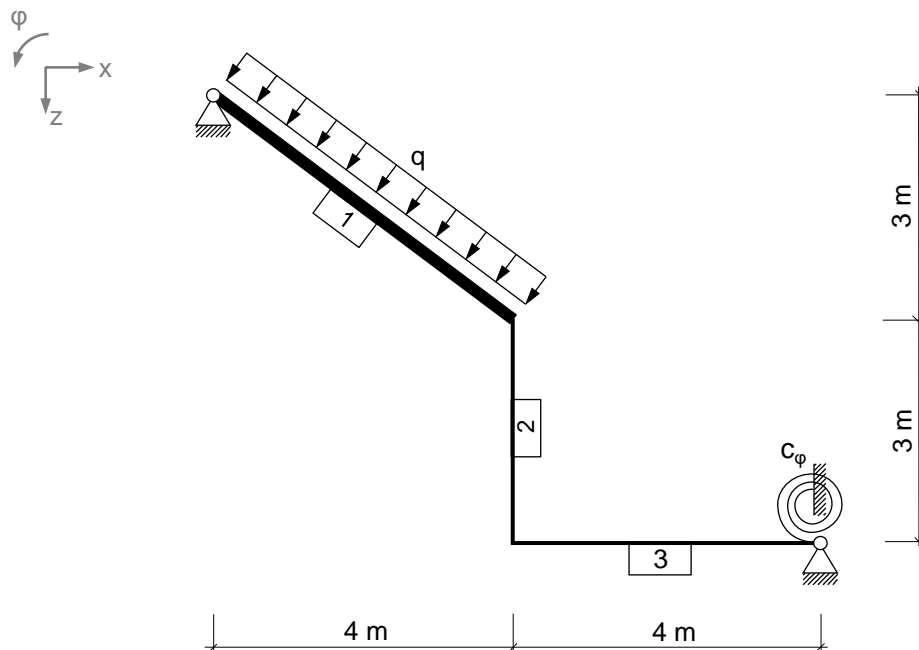
$$EI_{2-3} = 1\,000 \text{ kNm}^2$$

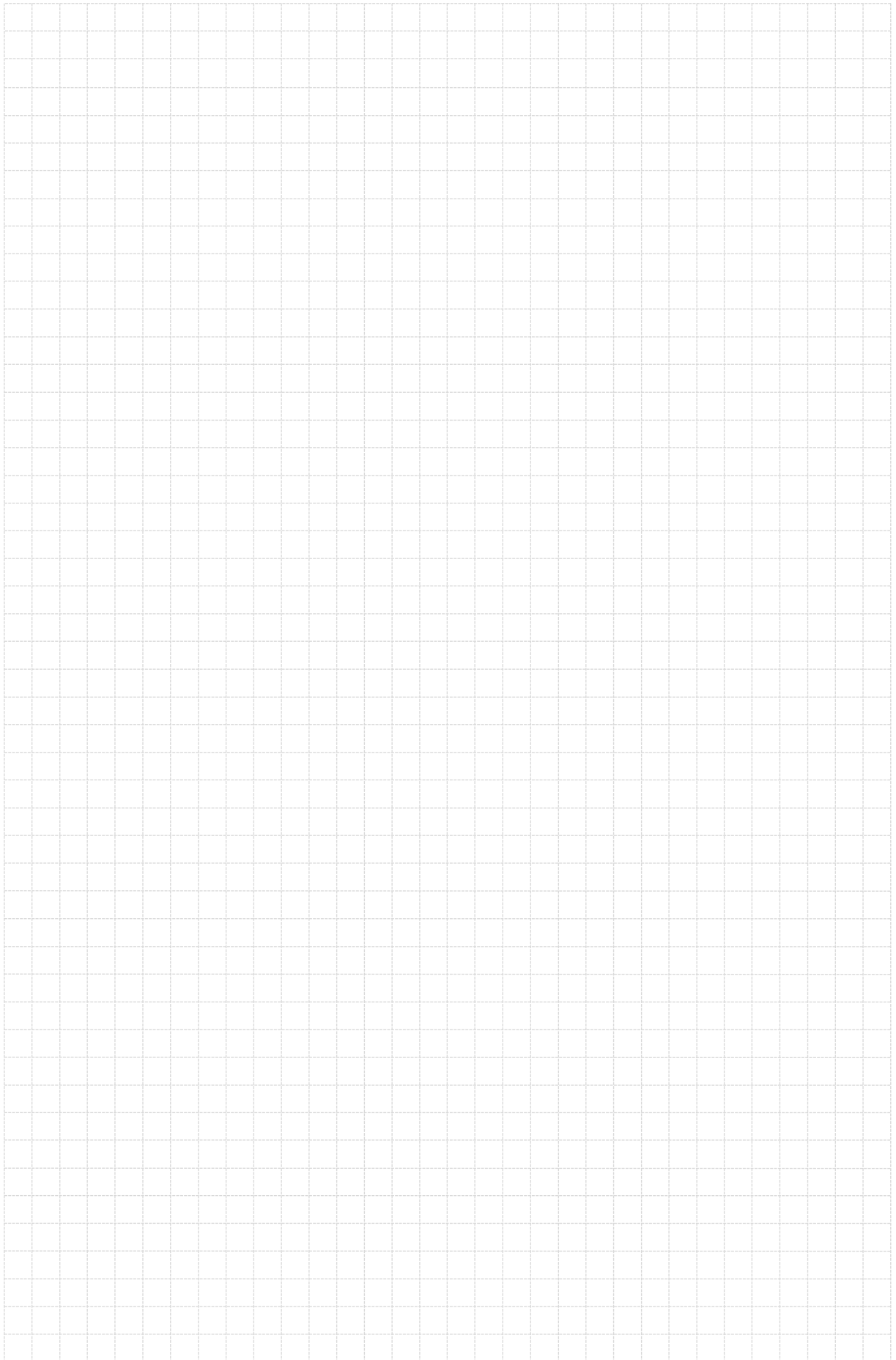
$$EA \rightarrow \infty$$

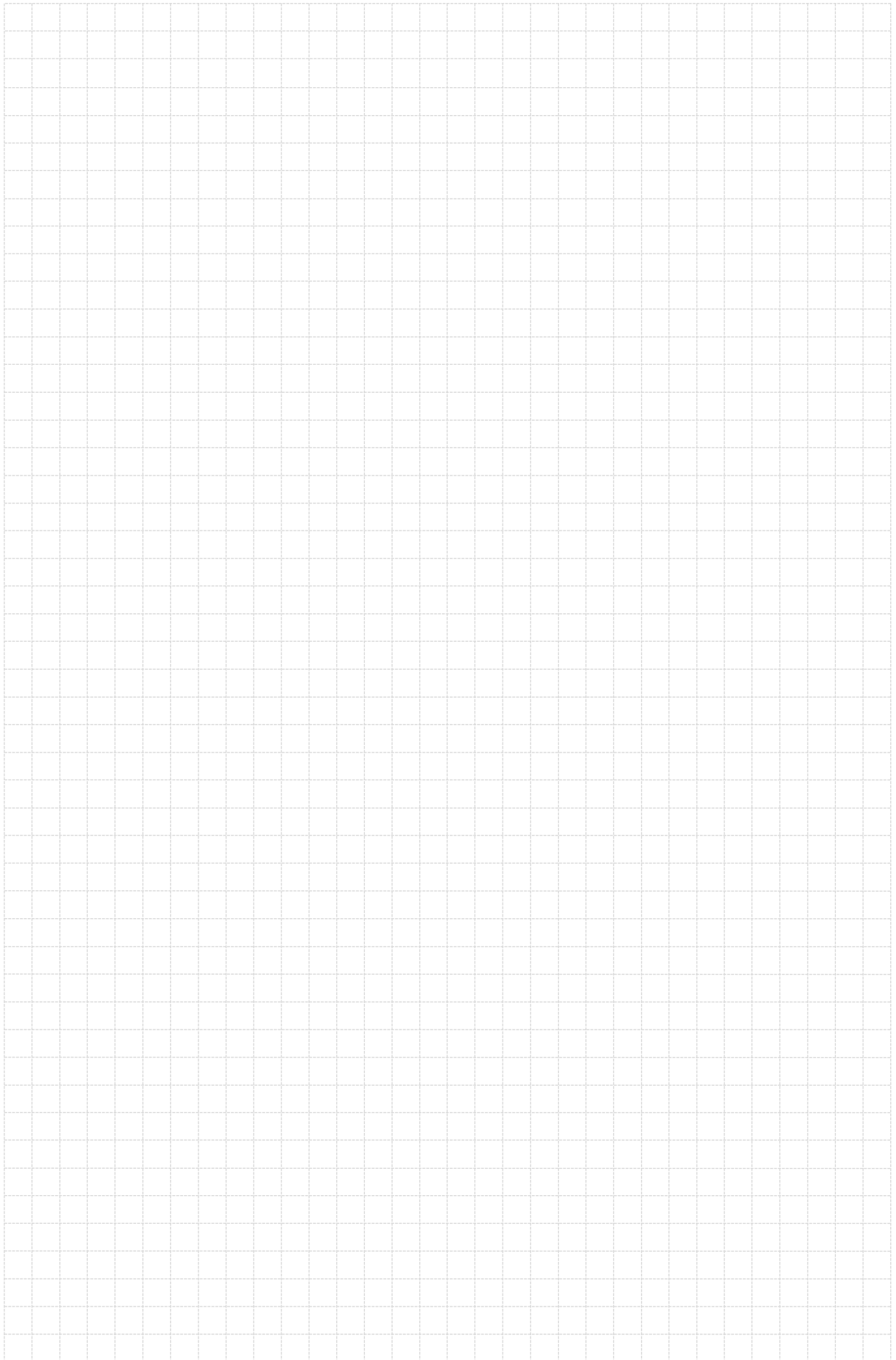
$$c_\varphi = 500 \text{ kNm/rad}$$

Belastung:

$$q = 1 \text{ kN/m}$$











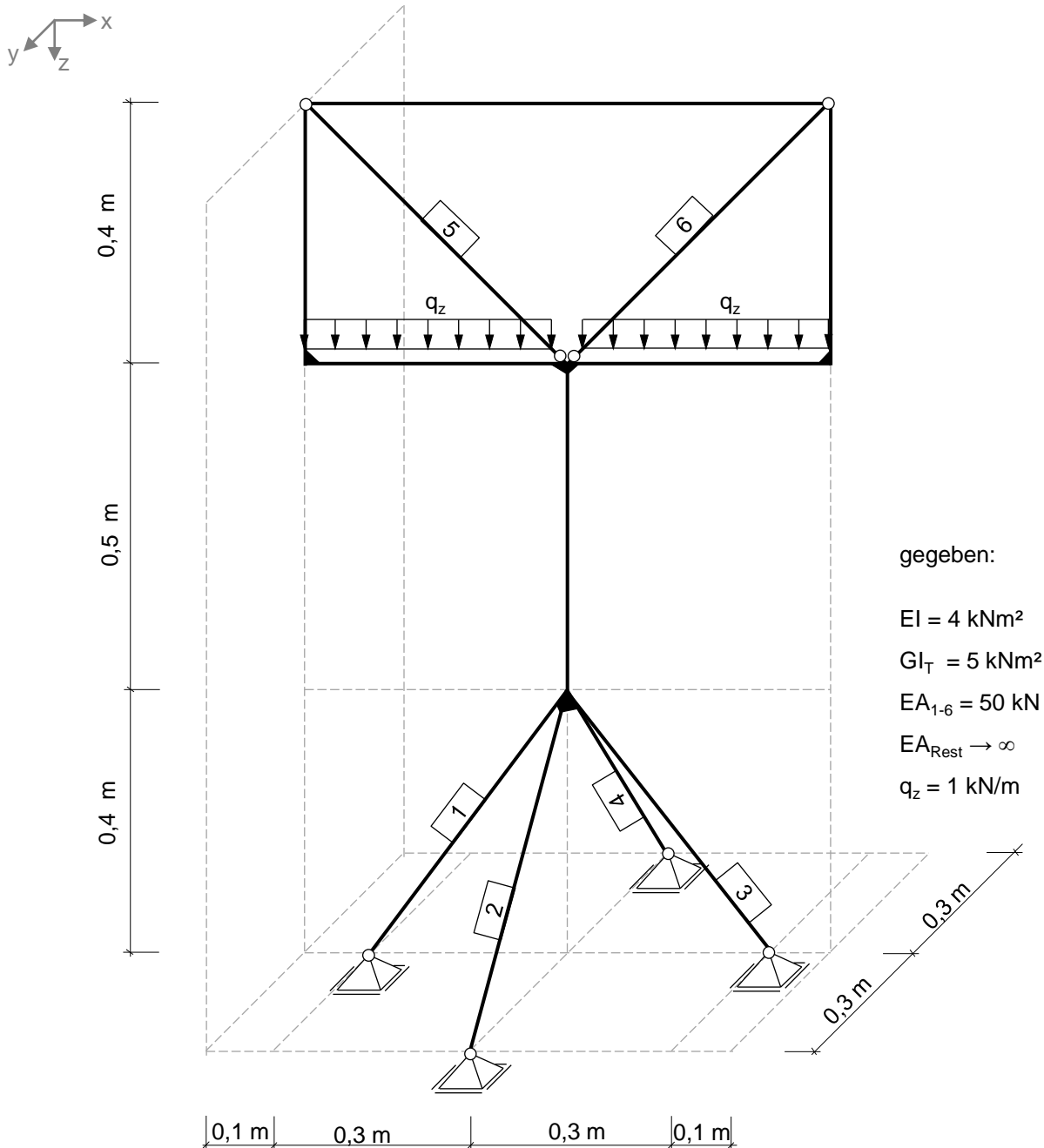


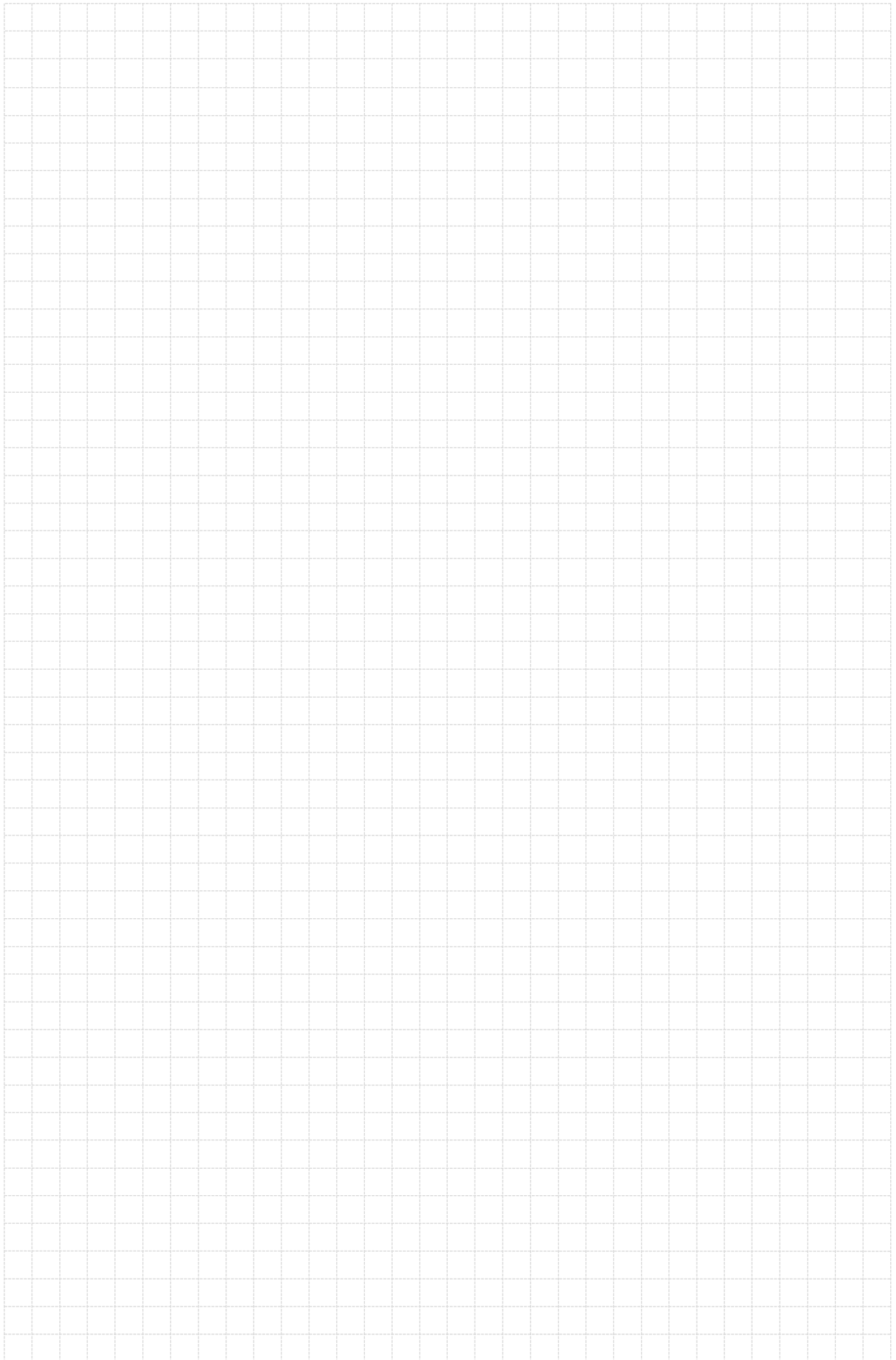
Aufgabe 3

(..... / 23 Punkte)

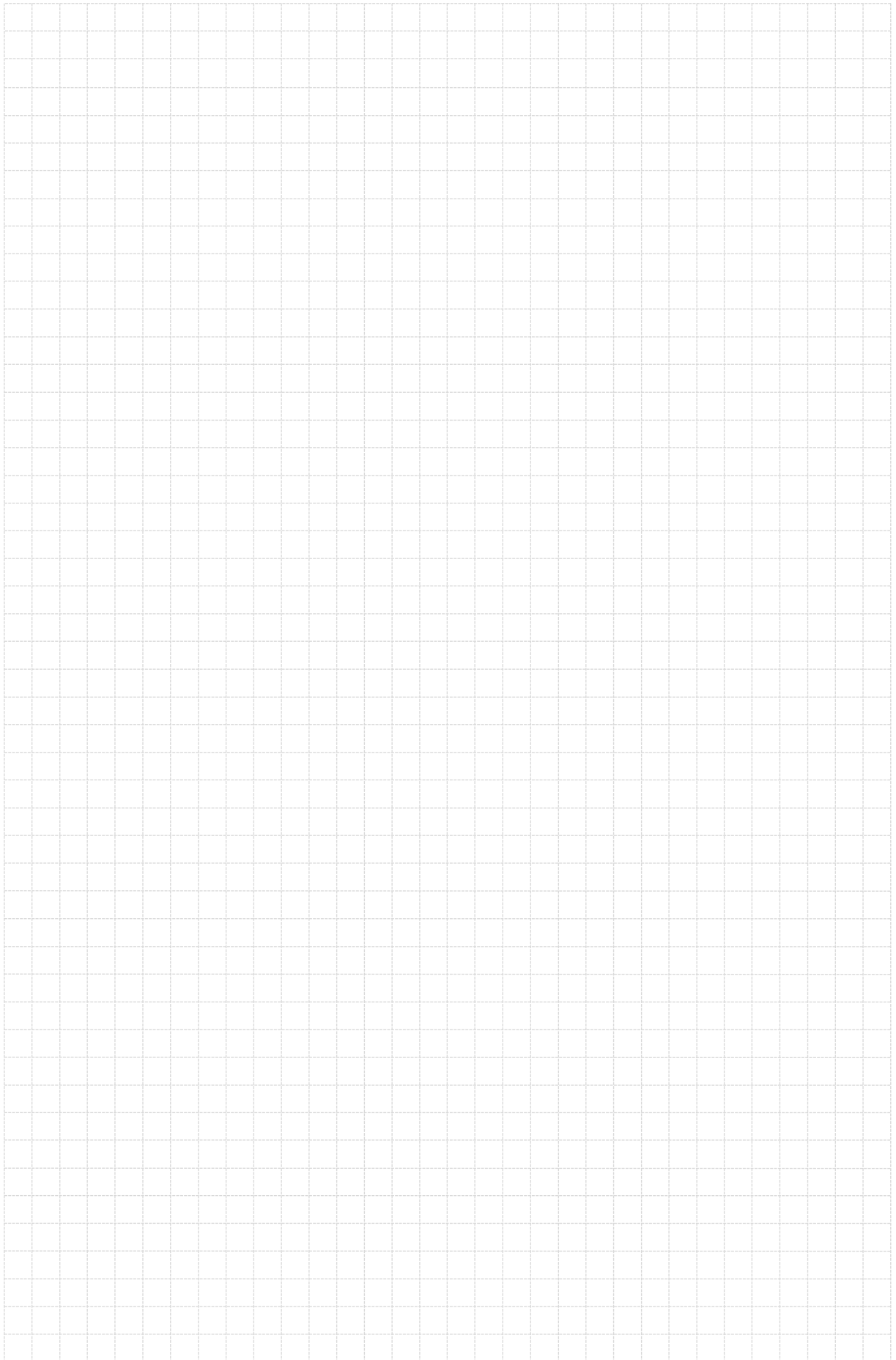
Berechnen Sie für den gegebenen Notenständer die charakteristischen Knotenverformungen mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**.

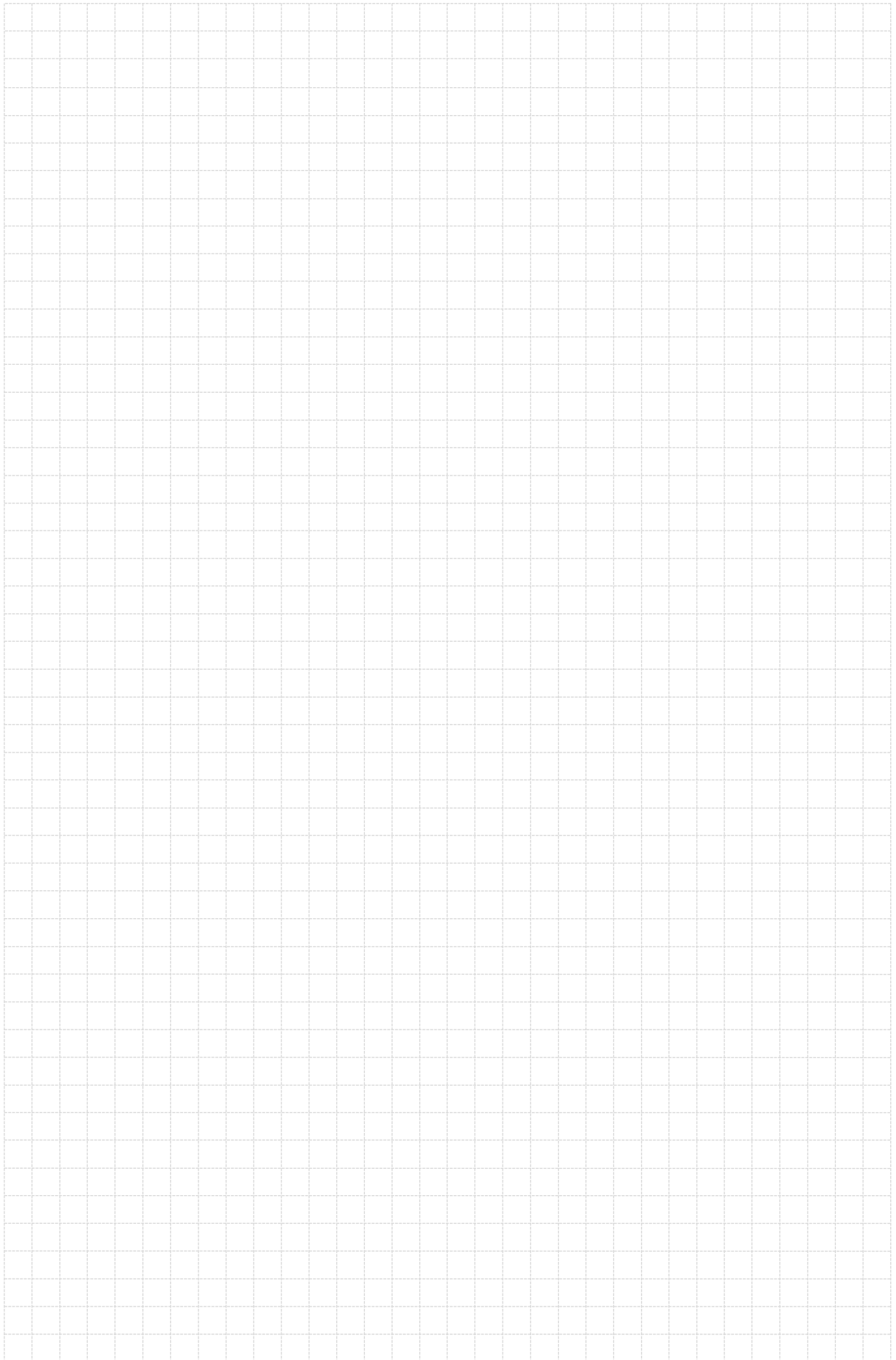
Hinweis: Zeichnung nicht maßstabsgetreu.











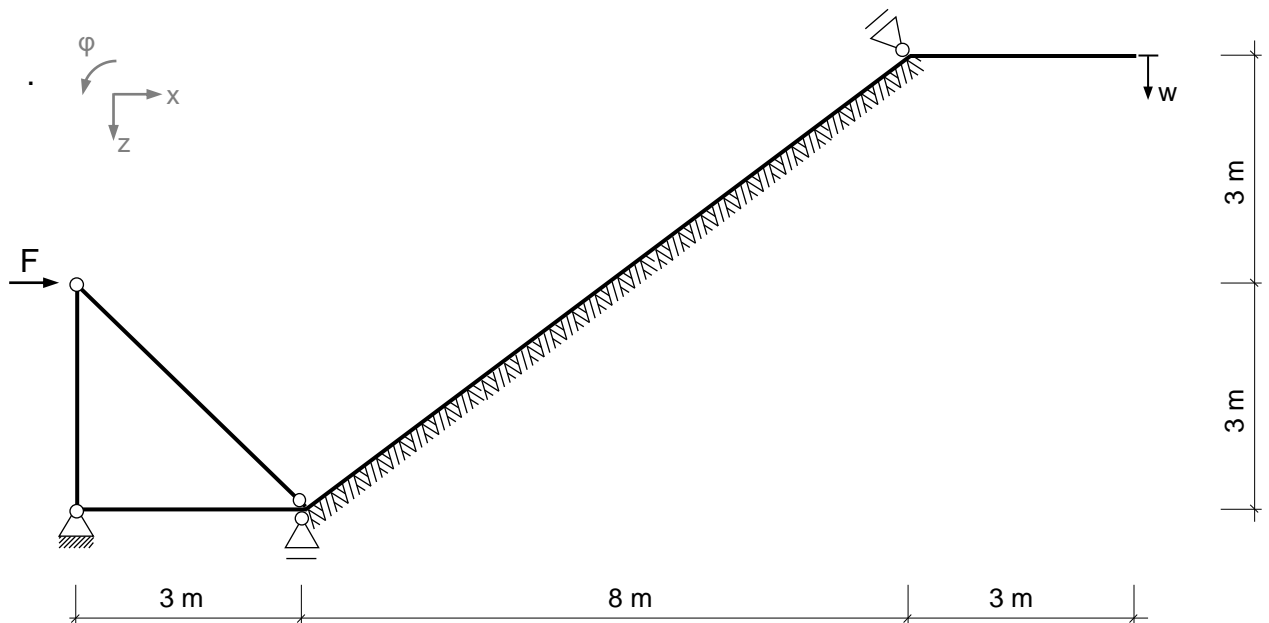


Aufgabe 4

(..... / 25 Punkte)

Berechnen Sie für das dargestellte System die vertikale Knotenverschiebung w mit Hilfe des **Verschiebungsgrößenverfahrens**.

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



Stäbe

$EI = 10\,000 \text{ kNm}^2$
 $EA = 100\,000 \text{ kN}$

Bettung

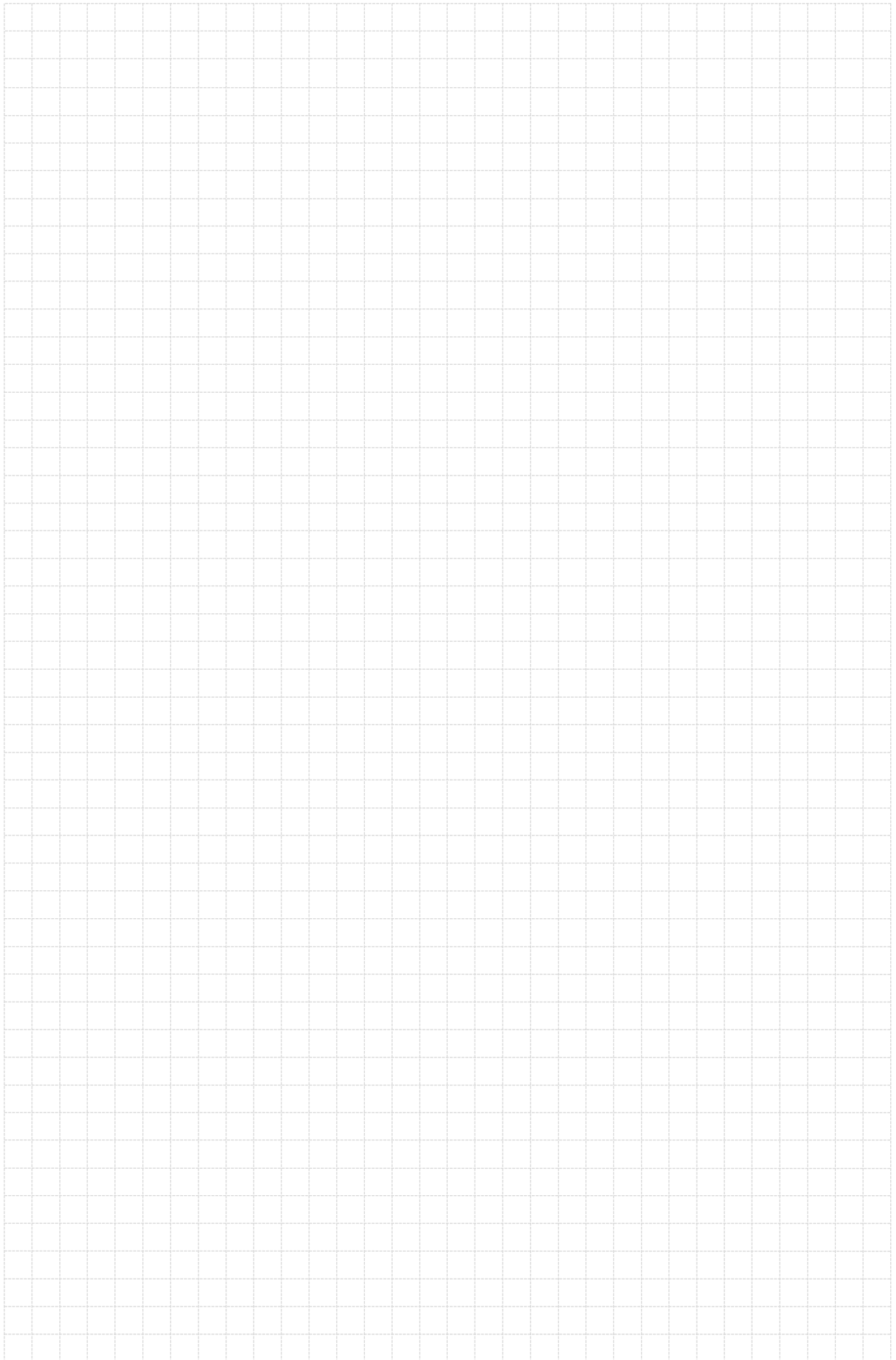
$EI_B = 10\,000 \text{ kNm}^2$
 $k_B = 4\,000 \text{ kN/m}^2$

Lasten

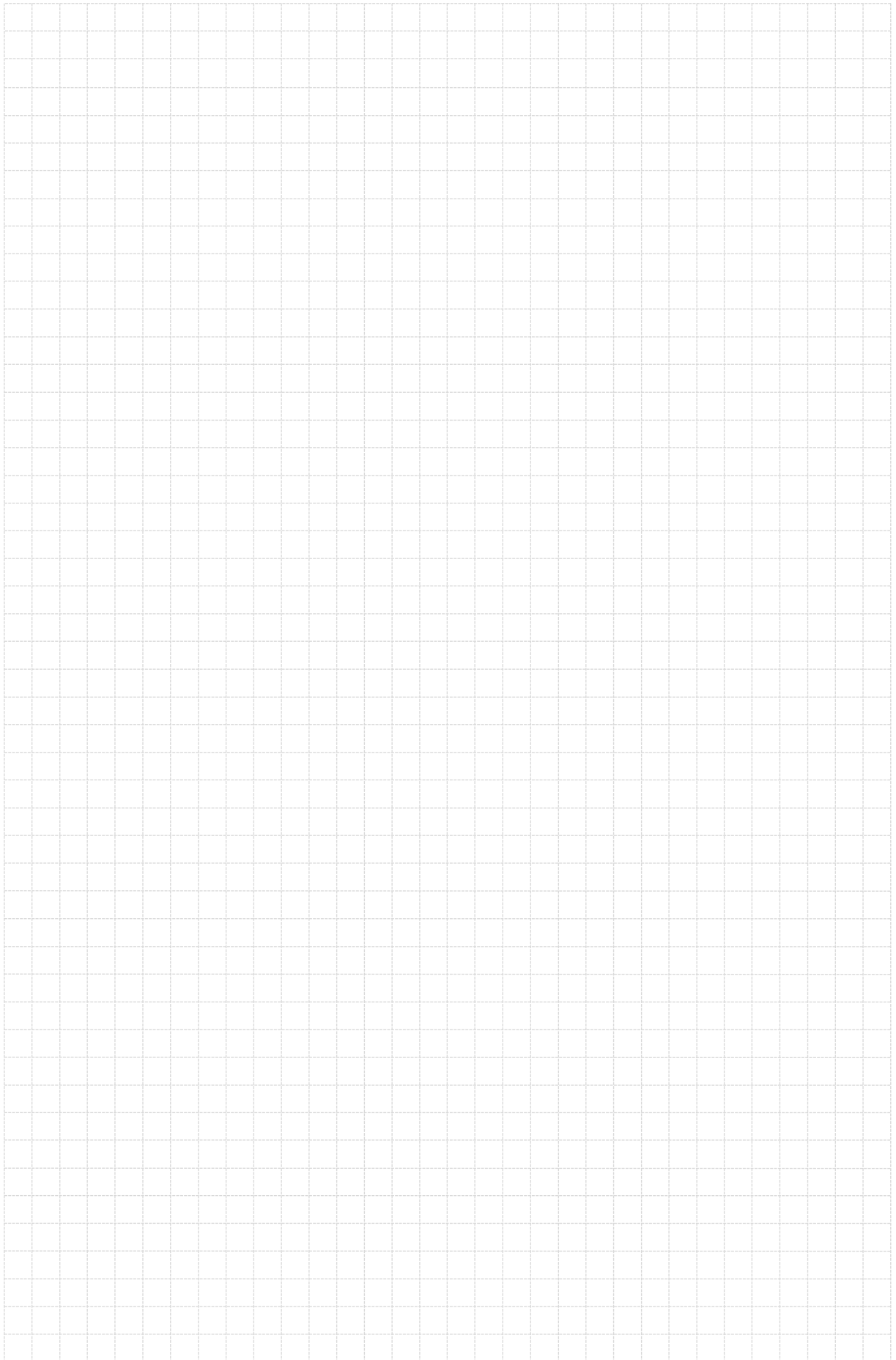
$F = 100 \text{ kN}$







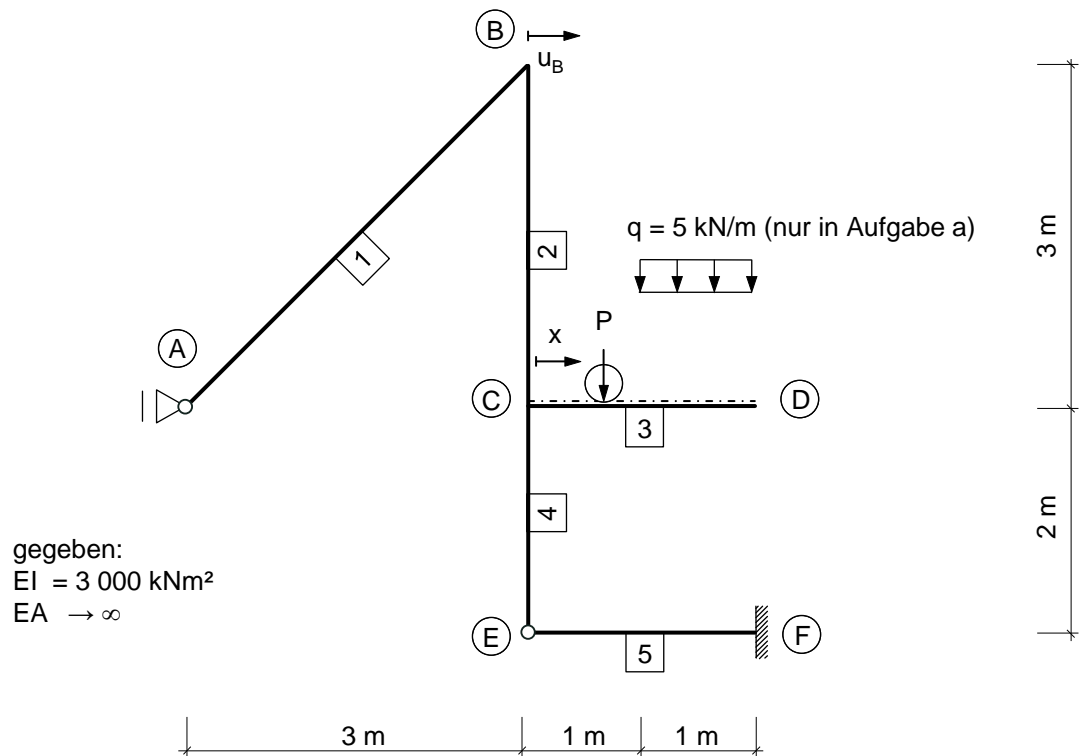




Aufgabe 5

(..... / 20 Punkte)

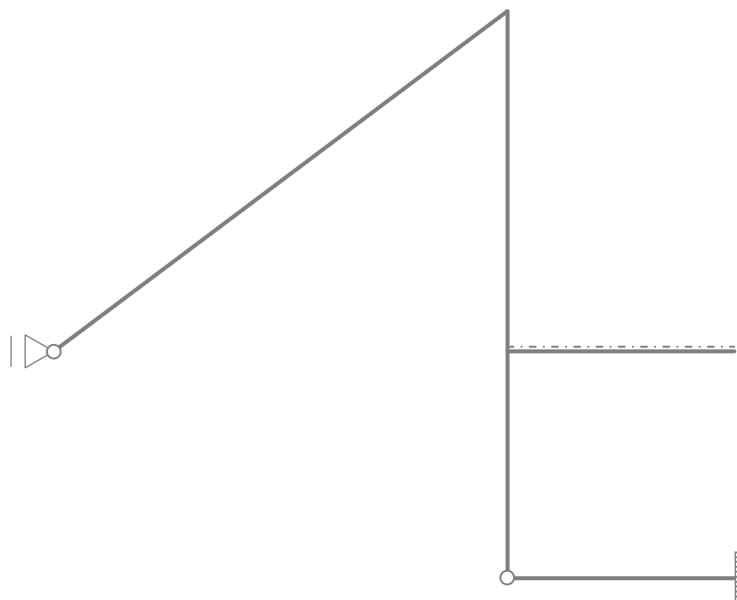
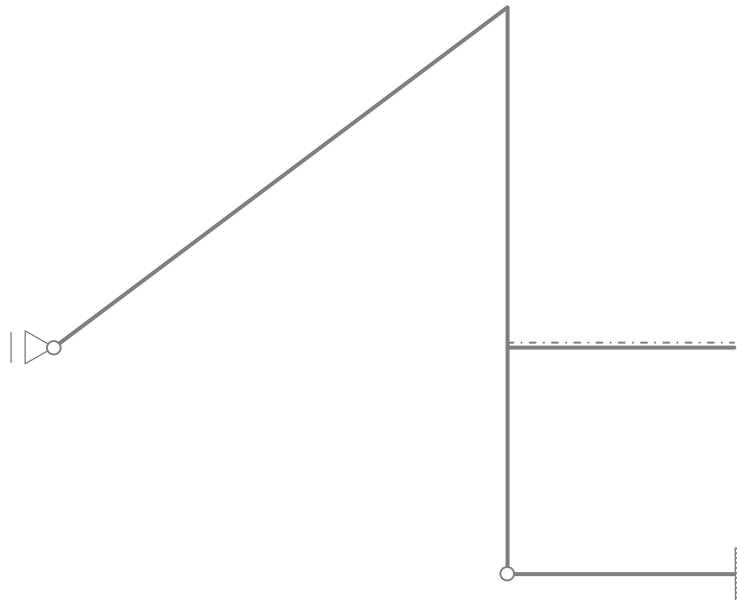
Gegeben ist folgendes System:



Bestimmen Sie die quantitative Einflusslinie für die Wanderlast P auf dem Lastgurt x für...

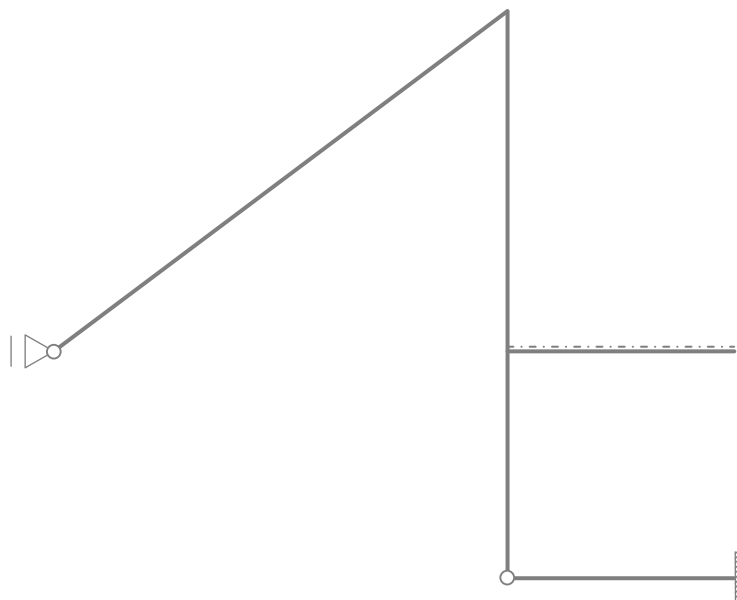
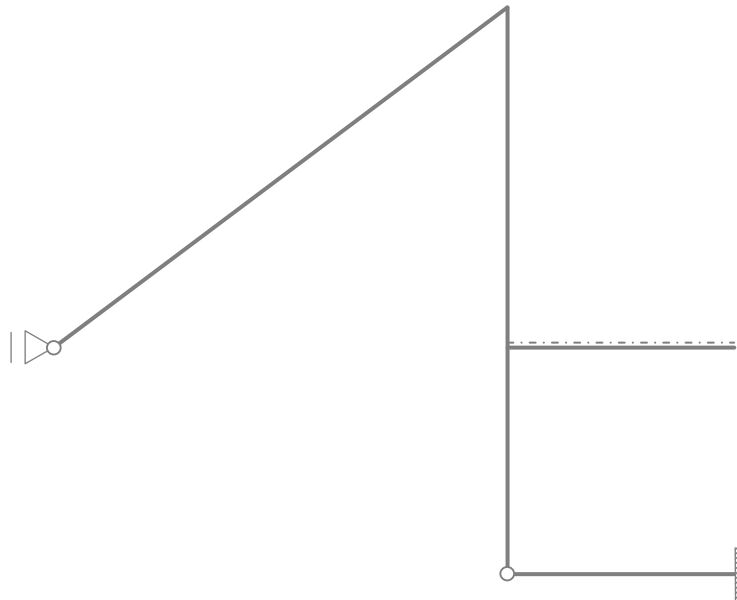
- ...die horizontale Auflagerkraft am Knoten A.
Geben Sie die Formel des Funktionsverlaufs $\eta(x)$ an.
Werten Sie die Einflusslinie für die Last q aus.
- ...das Biegemoment M_B am Knoten B.
- ...die Normalkraft in Stab 1.
- ...die horizontale Verschiebung u_B am Knoten B.

a)



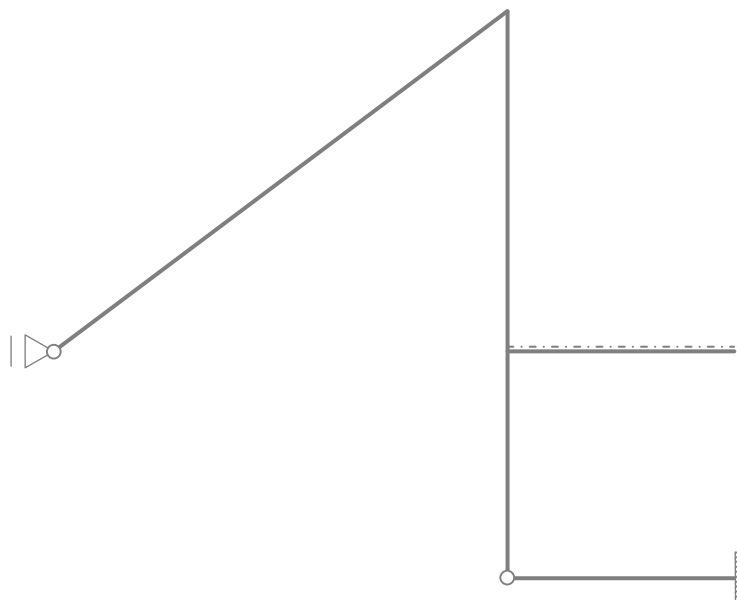
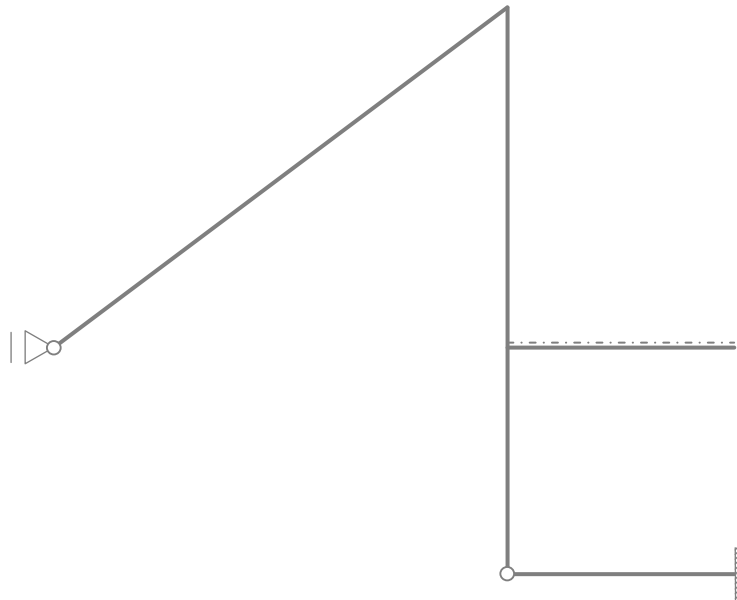
EL-A_H

b)



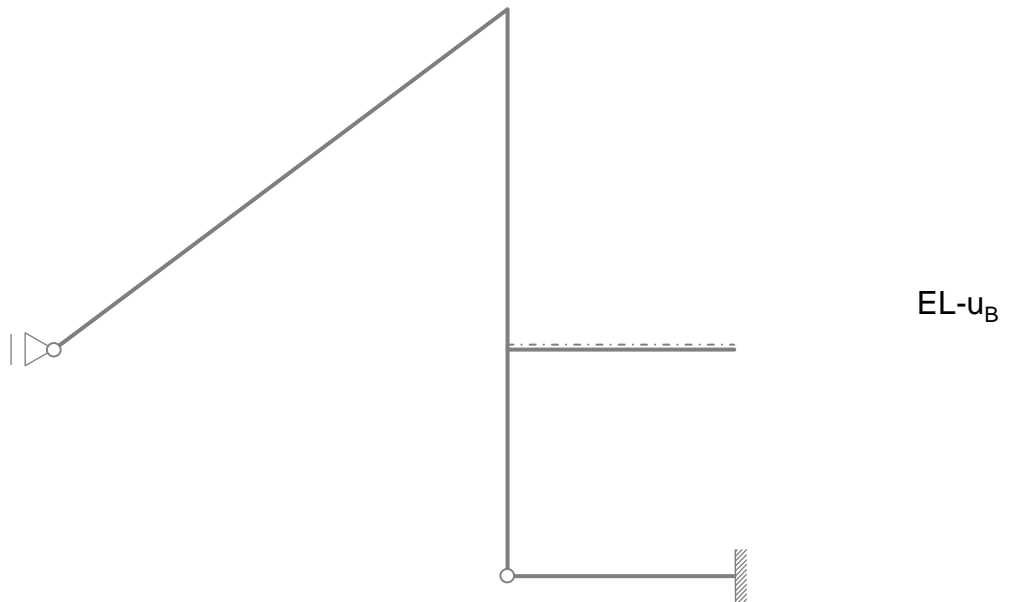
EL- M_B

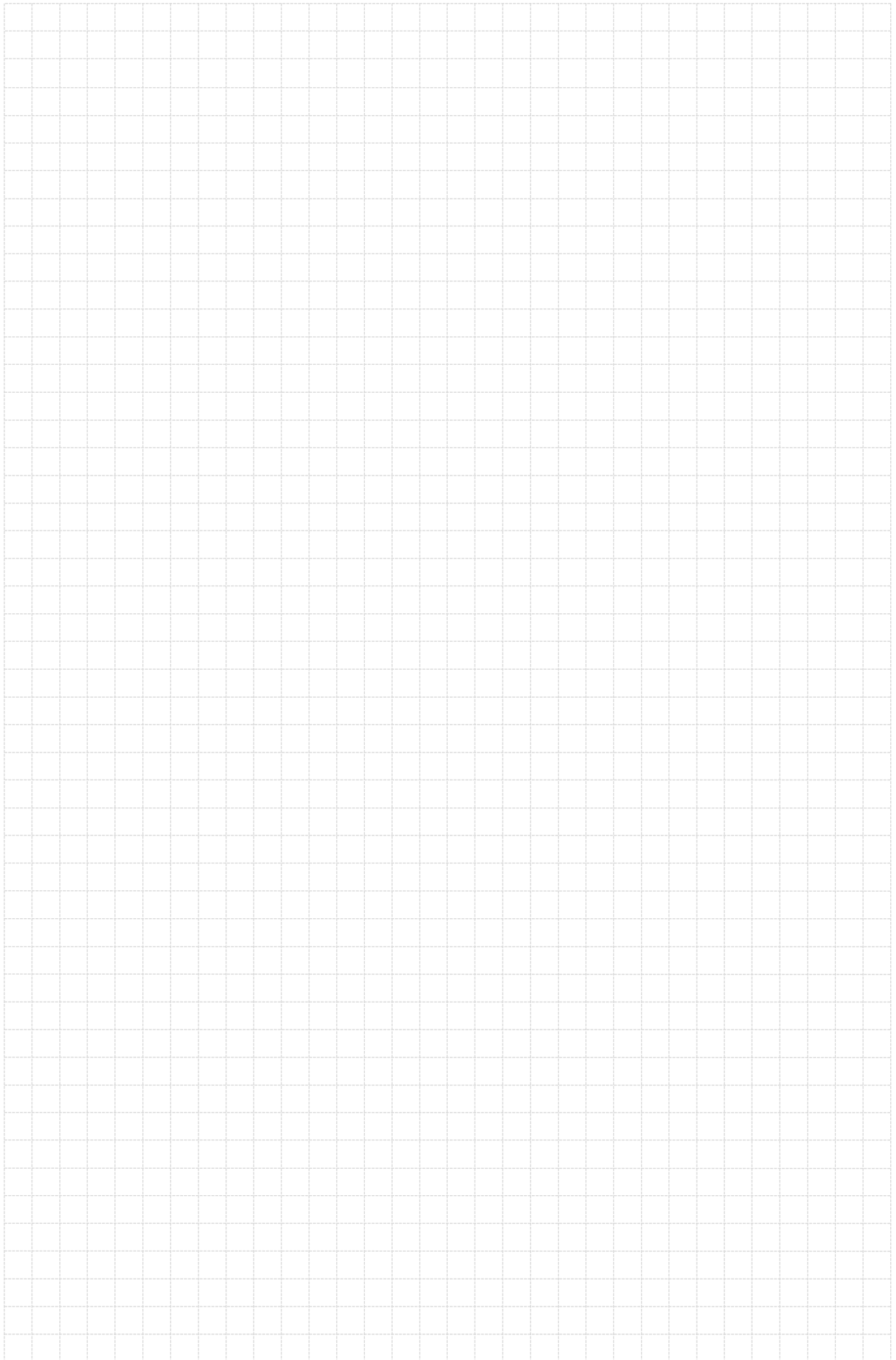
c)



EL- N_1

d)





Aufgabe 6

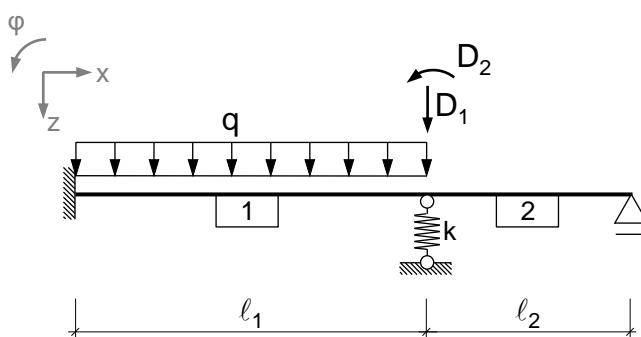
(..... / 17 Punkte)

Mittels Sensitivitätsanalyse soll das Verhalten der vertikalen Verschiebung D_1 bei sich ändernden Steifigkeitswerten untersucht werden. Hierzu sind folgende Schritte zu bearbeiten:

- a) Approximieren Sie die Ableitungen dD_1/dEI_1 und dD_1/dk mit dem Differenzenquotienten. Nutzen Sie hierfür die gegebene Steifigkeitsmatrix \mathbf{K} und den gegebenen Lastvektor \mathbf{F} . Verwenden Sie die unten stehenden Referenzwerte, $\Delta EI_1 = 2,0 \text{ MNm}^2$ und $\Delta k = 1,0 \text{ MN/m}$.

Sollten Sie Teilaufgabe a) nicht gelöst haben, so verwenden Sie bitte im Folgenden: $dD_1/dEI_1 = -0,000384$ und $dD_1/dk = -0,000131$.

- b) Berechnen Sie, welchen Wert die Biegesteifigkeit EI_1 annehmen muss, damit sich die Verschiebung D_1 um 10% reduziert. Welchen Wert muss die Federsteifigkeit k annehmen, um denselben Effekt zu erzielen? Verwenden Sie zur Berechnung die Sensitivitäten aus Teilaufgabe a). Begründen Sie ob und ggf. warum es sich hierbei um eine Abschätzung handelt.
- c) Berechnen Sie mit Hilfe der Sensitivitäten aus Teilaufgabe a), um wie viel Prozent sich die vertikale Verschiebung D_1 ändert, wenn gleichzeitig die Biegesteifigkeit EI_1 um $5,0 \text{ MNm}^2$ und die Federsteifigkeit k um $1,0 \text{ MN/m}$ vergrößert werden.



gegebene Referenzwerte:

$$\begin{aligned} EA &\rightarrow \infty \\ EI_1 &= 20 \text{ MNm}^2 \\ EI_2 &= 20 \text{ MNm}^2 \\ l_1 &= 2,0 \text{ m} \\ l_2 &= 1,0 \text{ m} \\ k &= 10 \text{ MN/m} \\ q &= 1 \text{ MN/m} \end{aligned}$$

Gleichgewicht: $\mathbf{KU} = \mathbf{F}$ mit

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \left(\frac{12EI_1}{l_1^3} + \frac{3EI_2}{l_2^3} + k \right) & \left(\frac{6EI_1}{l_1^2} - \frac{3EI_2}{l_2^2} \right) \\ \left(\frac{6EI_1}{l_1^2} - \frac{3EI_2}{l_2^2} \right) & \left(\frac{4EI_1}{l_1} + \frac{3EI_2}{l_2} \right) \end{bmatrix} \quad \mathbf{U} = \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \end{bmatrix} \quad \mathbf{F} = \begin{bmatrix} \frac{ql_1}{2} \\ \frac{ql_1^2}{12} \end{bmatrix}$$

