

**FACHPRÜFUNG**

vom 26.09.2011

Modul-Code: 21102

Prüfer: Prof. Dr. Vorbrüggen  
Prof. Dr. Vismann

Modulbezeichnung: Technische Mechanik

Hinweis: Die Klausurergebnisse werden spätestens am 26.10.2011 bekannt gegeben. Eine evtl. mündliche Prüfung findet am 28.10.2011 statt.

Punkte	≥ 40	> 44	> 48	> 52	> 56	> 60	> 65	> 70	> 75	> 80
Note	4,0	3,7	3,3	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0

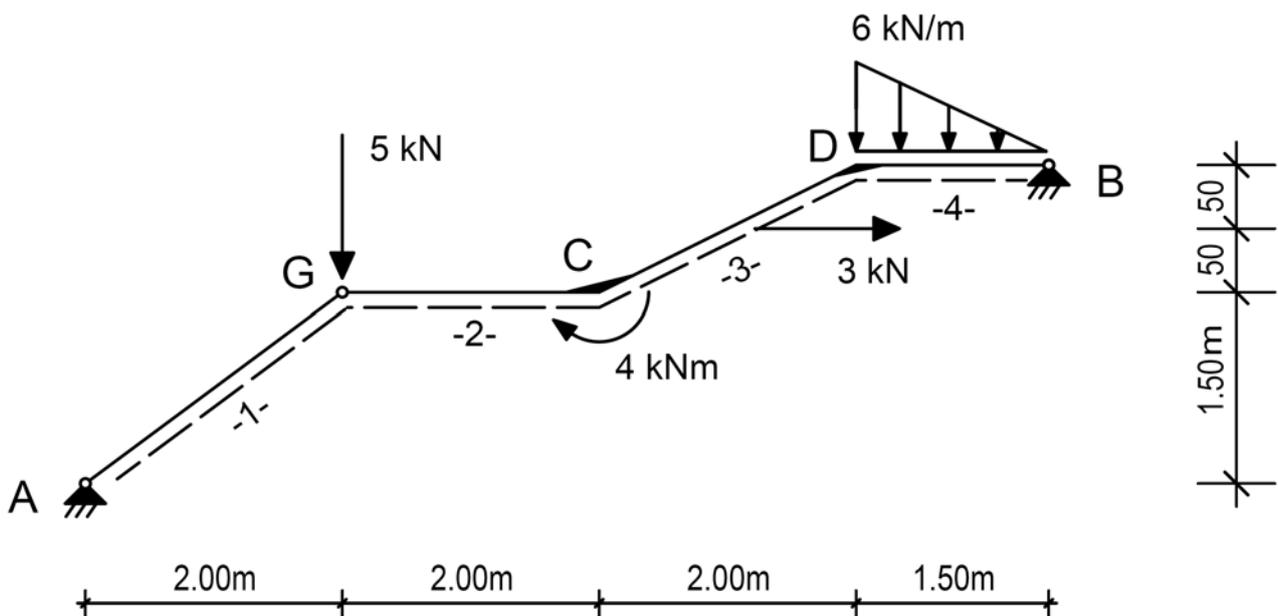
**Aufgabe 1 (34 Punkte)**

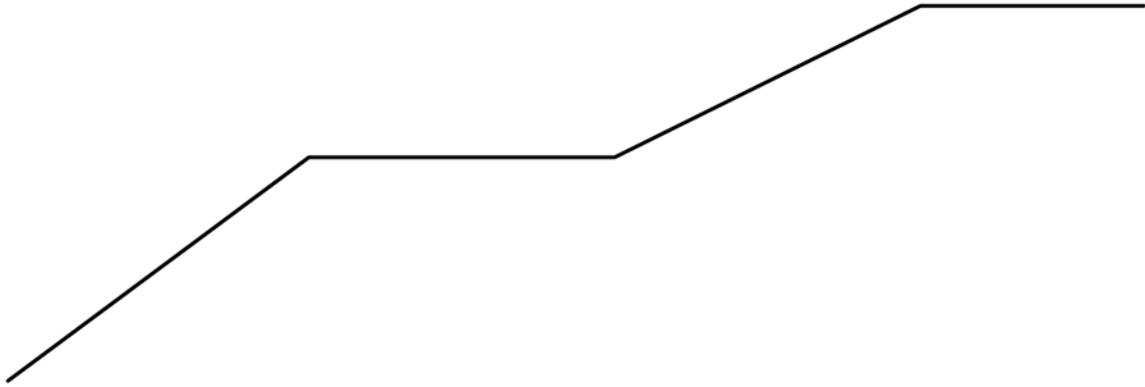
Gegeben ist das dargestellte System mit Belastung.

Die folgenden Punkte sind zu bearbeiten:

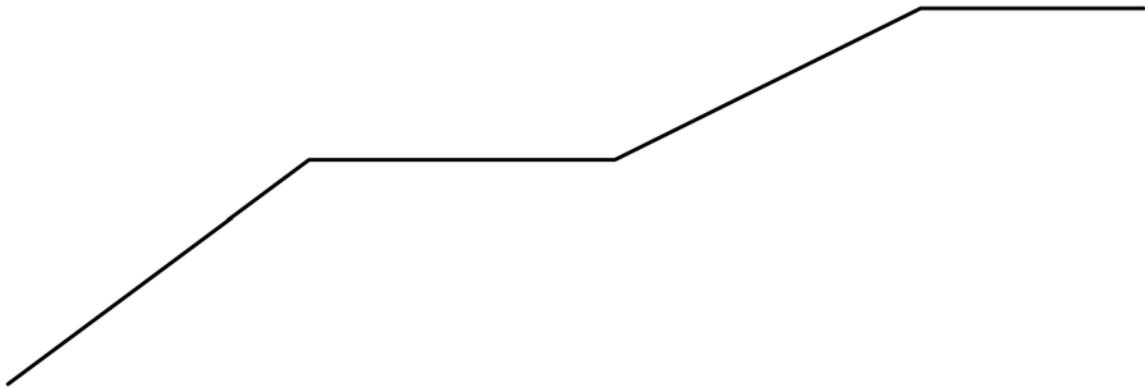
- Bestimmung der statischen und kinematischen Bestimmtheit
- Berechnung der Auflagerreaktionen
- Berechnung und Darstellung der Schnittgrößen

(Die vorgegebene Kennzeichnung der Stab- und Knotennummern ist unbedingt beizubehalten!)

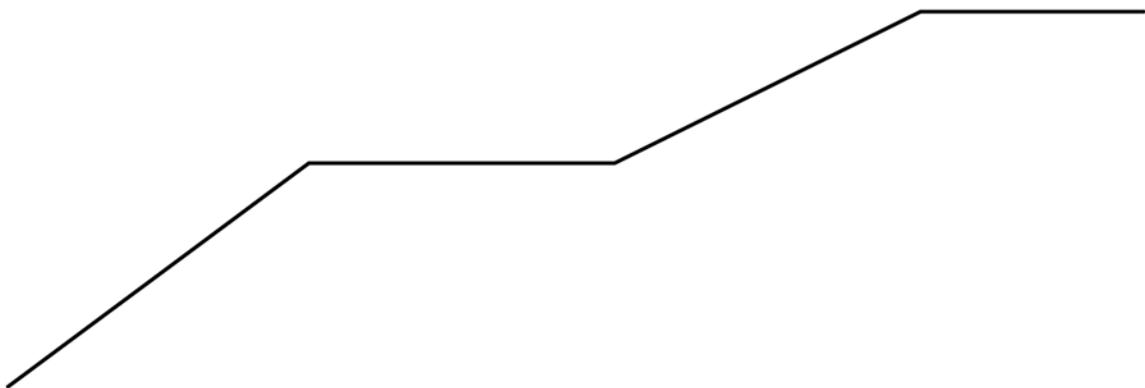




**N**



**Q**

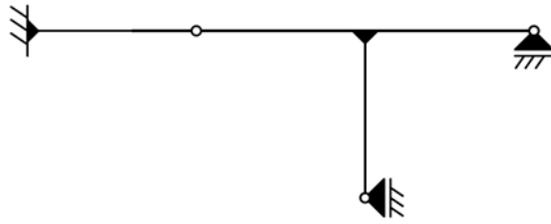


**M**

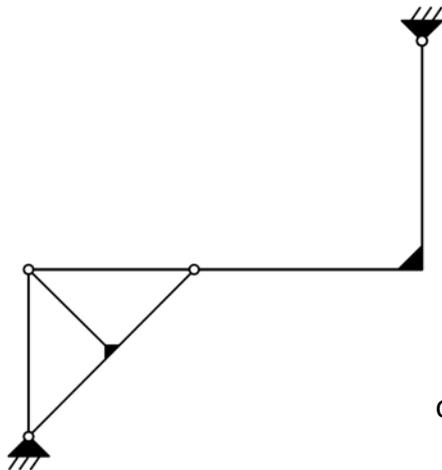
## Aufgabe 2 (20 Punkte)

Gegeben sind die nachfolgend dargestellten Systeme. Bestimmen Sie den Grad der statischen Unbestimmtheit und geben Sie an, ob das System geometrisch bestimmt ist oder nicht!

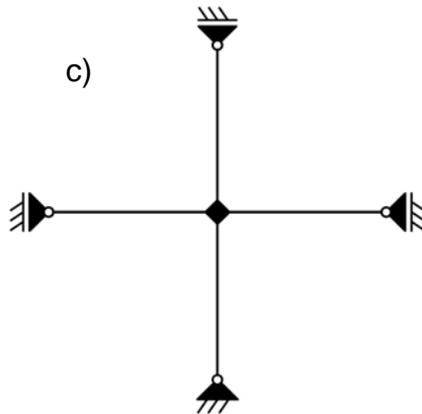
a)



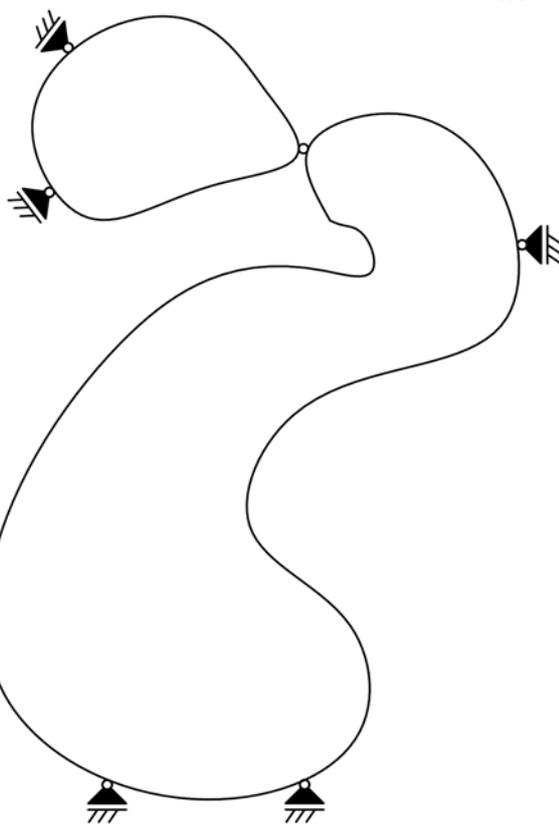
b)



c)



d)



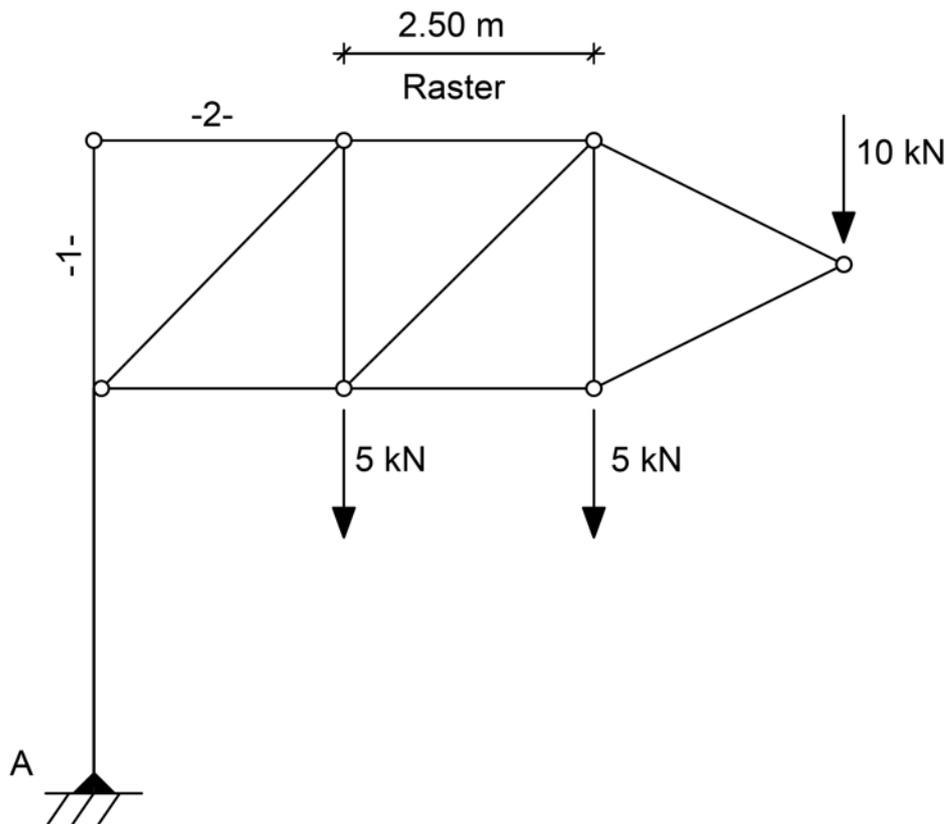
### Aufgabe 3 (22 Punkte)

Gegeben ist das nachfolgend gezeichnete Stabwerk.

Die folgenden Punkte sind zu bearbeiten:

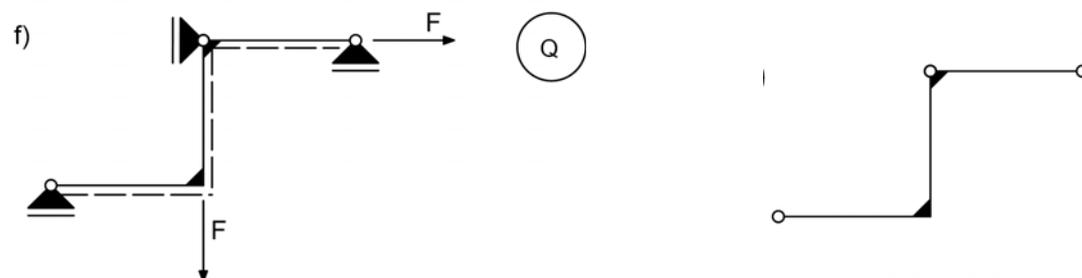
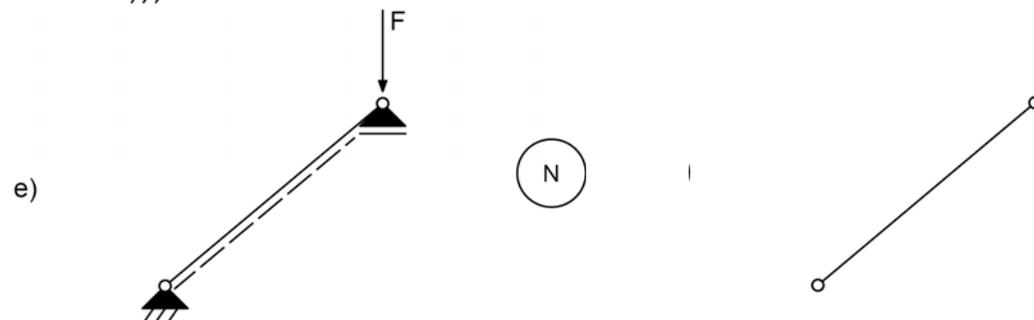
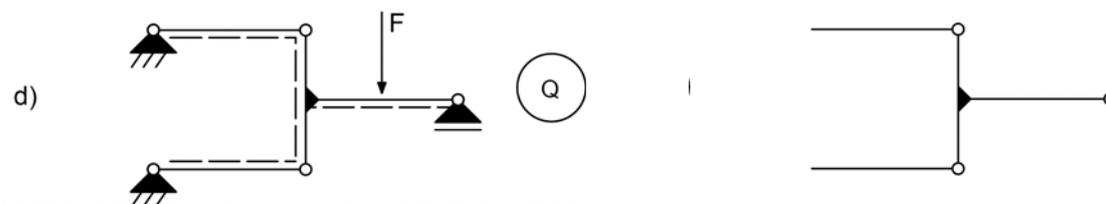
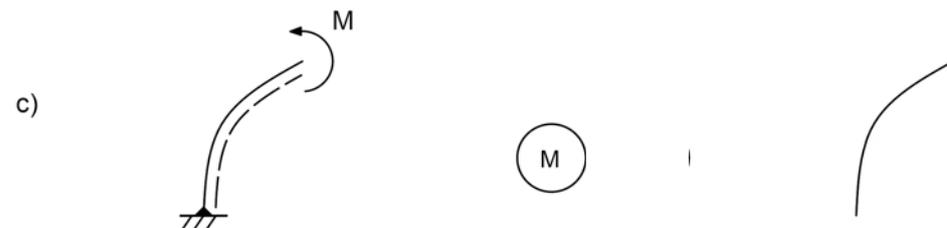
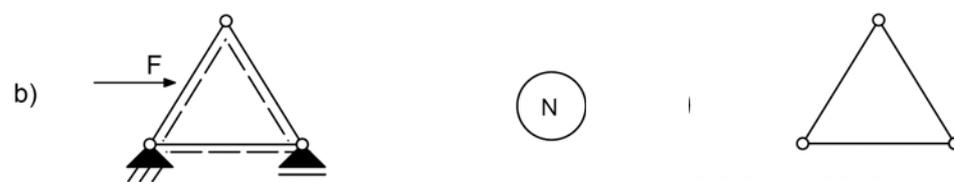
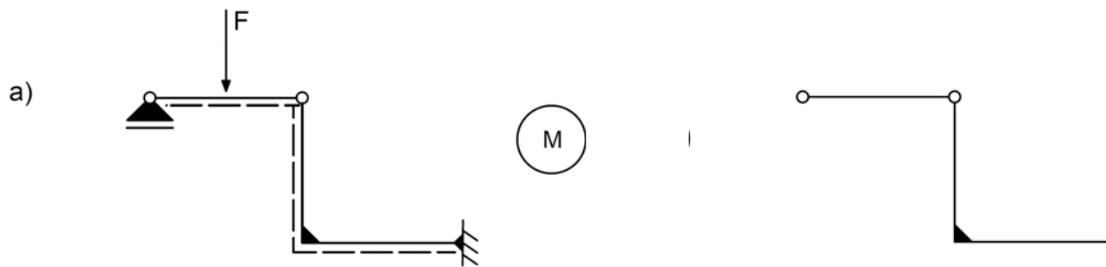
- Statische und kinematische Bestimmtheit
- Berechnung der Auflagerkräfte
- Berechnung der Schnittgrößen in den Stäben 1 und 2

*!!!Achtung: die Aufgabe ist mal etwas anders als sonst!!!*



### Aufgabe 4 „Quicky“ (24 Punkte)

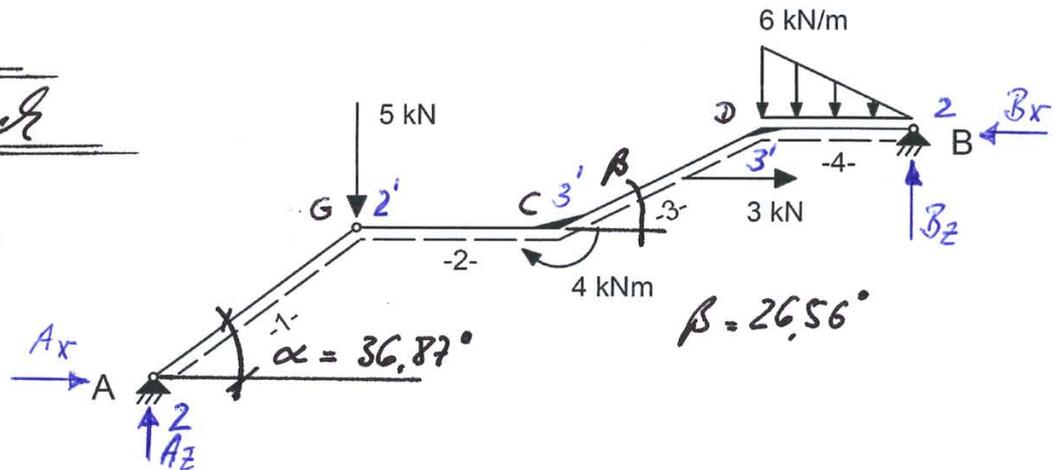
Gegeben sind die folgenden Systeme mit Belastung. Tragen Sie auf dem Lösungsblatt rechts von der Aufgabe den qualitativen Verlauf der jeweilig geforderten Schnittgröße ein. Achten Sie auf eventuelle Knicke, Sprünge, Vorzeichen und die mathematische Ordnung der Verlaufsfunktion und geben Sie diese an.



Aufgabe 1:

$$n = 4 + 8 - 3 \cdot 4 = 0 \quad \checkmark$$

System statisch  
und kinematisch  
bestimmt!



$$\Sigma M_{G_r} = B_z \cdot 5,5 + B_x \cdot 1,0 - 4,5 \cdot 4,5 - 3 \cdot 0,5 - 4 = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{B_x = -B_z \cdot 5,5 + 25,75} \quad (1)$$

$$\Sigma M_A = B_z \cdot 7,5 + B_x \cdot 2,5 - 4,5 \cdot 6,5 - 3 \cdot 2,0 - 4 - 5 \cdot 2,0 = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{B_x \cdot 2,5 + B_z \cdot 7,5 = 49,25} \quad (2)$$

1 in 2:  $-13,75 B_z + 64,375 + B_z \cdot 7,5 = 49,25$

$$\Rightarrow \underline{\underline{B_z = 2,42 \text{ kN}}}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{B_x = 12,44 \text{ kN}}}$$

$$\Sigma F_z = 4,5 + 5 - 2,42 - A_z = 0 \Rightarrow \underline{\underline{A_z = 7,08 \text{ kN}}}$$

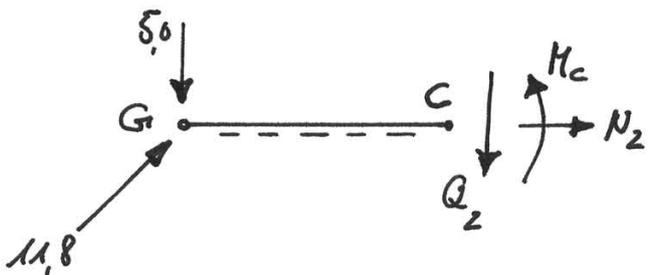
$$\Sigma F_x = 3 + A_x - 12,44 = 0 \Rightarrow \underline{\underline{A_x = 9,44 \text{ kN}}}$$

Stab 1: Pendelstab  $Q=0, M=0$

$$N_1 = -\sqrt{A_x^2 + A_y^2} = \underline{\underline{-11,8 \text{ kN}}}$$

(Kontrolle:  $\frac{A_x}{N_1} = \frac{9,44}{11,8} = 0,8 = \cos 36,87^\circ$ )

Stab 2:  $q=0$ ;  $Q_2$  konstant;  $M_2$  linear



$$\underline{\underline{M_G = 0}}$$

$$\Sigma M_C = M_C + 5,0 \cdot 2,0 - 11,8 \cdot \sin \alpha \cdot 2,0$$

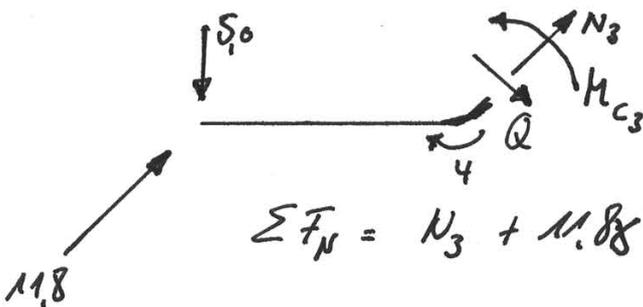
$$\leadsto \underline{\underline{M_C = 4,16 \text{ kNm}}}$$

$$\Sigma F_x = 11,8 \cdot \cos \alpha + N_2 = 0 \leadsto \underline{\underline{N_2 = -9,44 \text{ kN} = \text{konstant}}}$$

$$\Sigma F_z = 5,0 - 11,8 \cdot \sin \alpha + Q_2 = 0 \leadsto \underline{\underline{Q_2 = 2,08 \text{ kN} = \text{konstant}}}$$

Stab 3:  $q=0$ ;  $Q_3$  konstant;  $M_3$  linear

$$M_{C_2} = M_{C_2} + 4,0 = \underline{\underline{8,16 \text{ kNm} = M_{C_3}}}$$



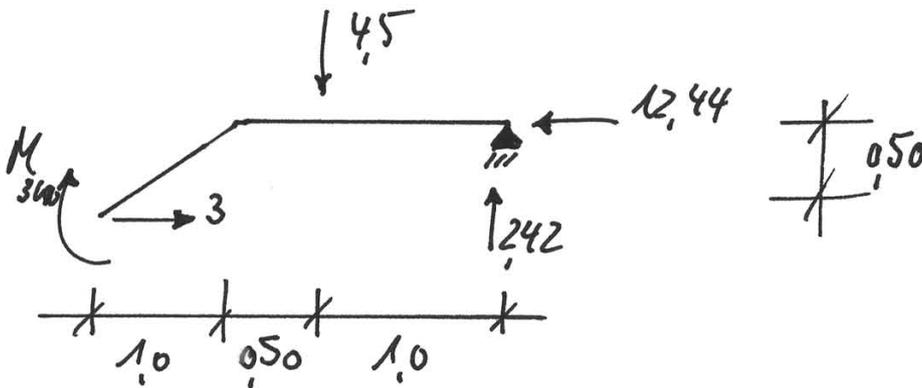
$$\gamma = \cos(\alpha - \beta) = 0,9839^\circ$$

$$\alpha = \sin(\gamma) = 0,1789$$

$$\Sigma F_N = N_3 + 11,8 \alpha - 5 \sin \beta = 0 \leadsto \underline{\underline{N_{3c} = -9,37 \text{ kN}}}$$

$$\Sigma F_Q = Q_3 - 11,8 \alpha + 5 \cos \beta = 0 \leadsto \underline{\underline{Q_{3c} = -2,36 \text{ kN}}}$$

Wegen des Aufwandes des beiden unterbrochlichen Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  wird das Moment in Stab 3 von rechts entwickelt



Das Moment am Aufriffs punkt der 3kN besitzt einen Knick:  $\sum M_{3kN} = 0 \rightarrow$

$$M_{3kN} = -4.5 \cdot 1.5 + 2.42 \cdot 2.50 + 12.44 \cdot 0.50 = \underline{\underline{+5.52 \text{ kNm}}}$$

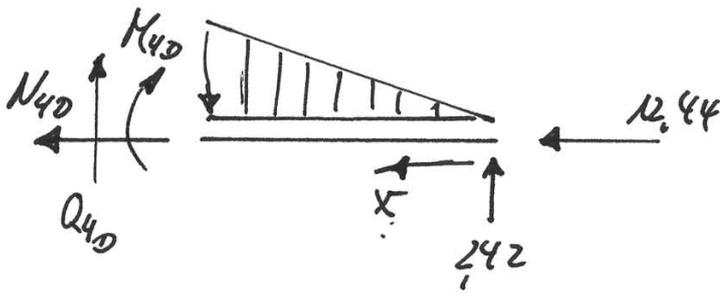
$$M_{3c} = -4.5 \cdot 0.5 + 2.42 \cdot 1.5 = \underline{\underline{+1.38 \text{ kNm}}}$$

Querkraft und Normalkraft besitzen einen Sprung am besagten Aufriffs punkt:

$$[N] = -3 \cdot \cos \beta = -2.68 \text{ kN} \rightarrow \underline{\underline{N_{3D} = -12.06 \text{ kN}}}$$

$$[Q] = -3 \cdot \sin \beta = -1.34 \text{ kN} \rightarrow \underline{\underline{Q_{3D} = -3.70 \text{ kN}}}$$

Stab 4:  $q = \text{linear}$ ;  $Q = \text{quadr.}$ ;  $M = \text{kubisch}$



$N = \text{konstant: } \sum \bar{F}_x = -N_{40} - 12,44 = 0 \Rightarrow \underline{\underline{N_{40} = -12,44 \text{ kN}}}$

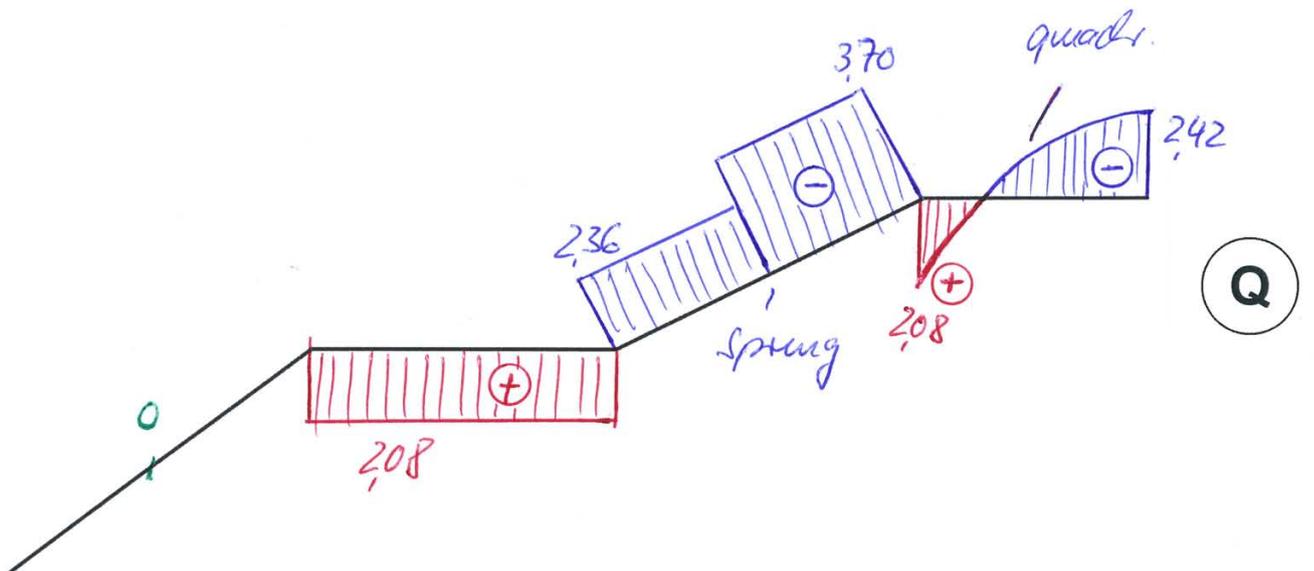
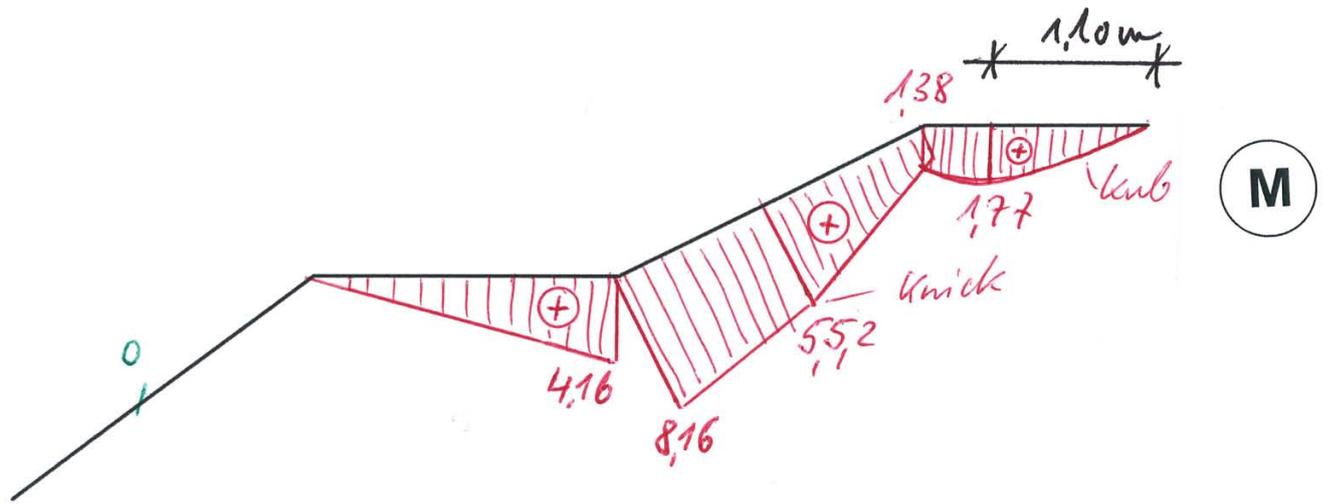
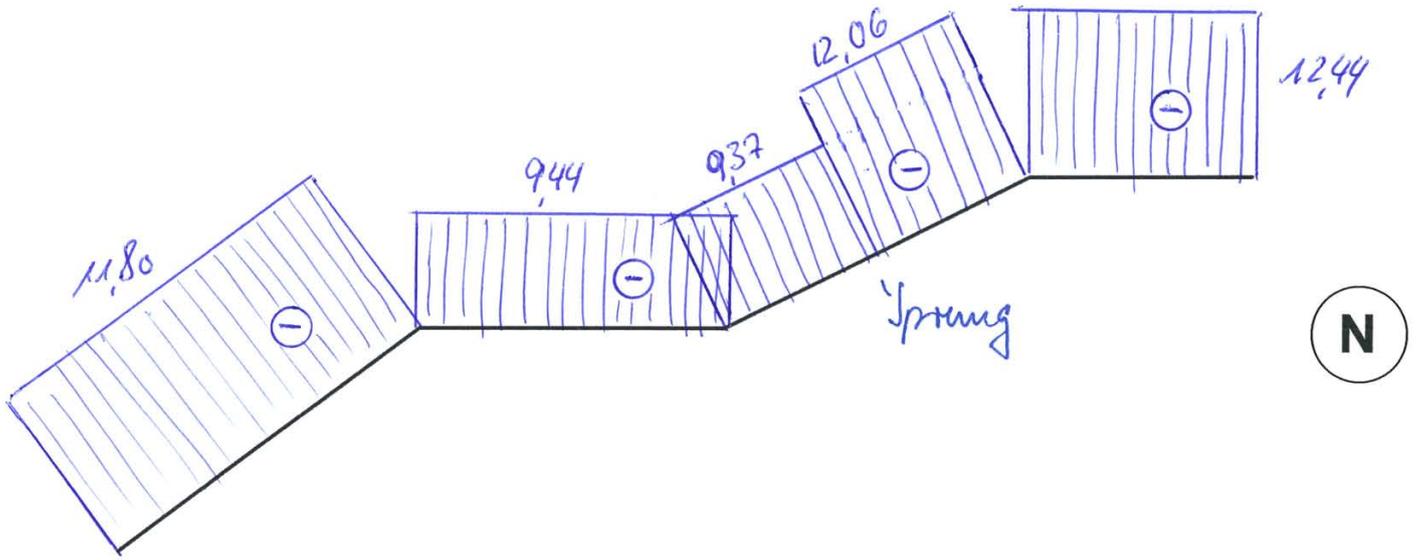
$\sum \bar{F}_z = -Q_{40} + 45 - 242 = 0 \Rightarrow \underline{\underline{Q_{40} = +2,08 \text{ kN}}}$

$\underline{\underline{Q_{43} = -B_2 = -242 \text{ kN}}}$

$q(x) = \frac{6}{1,5} x = 4x$

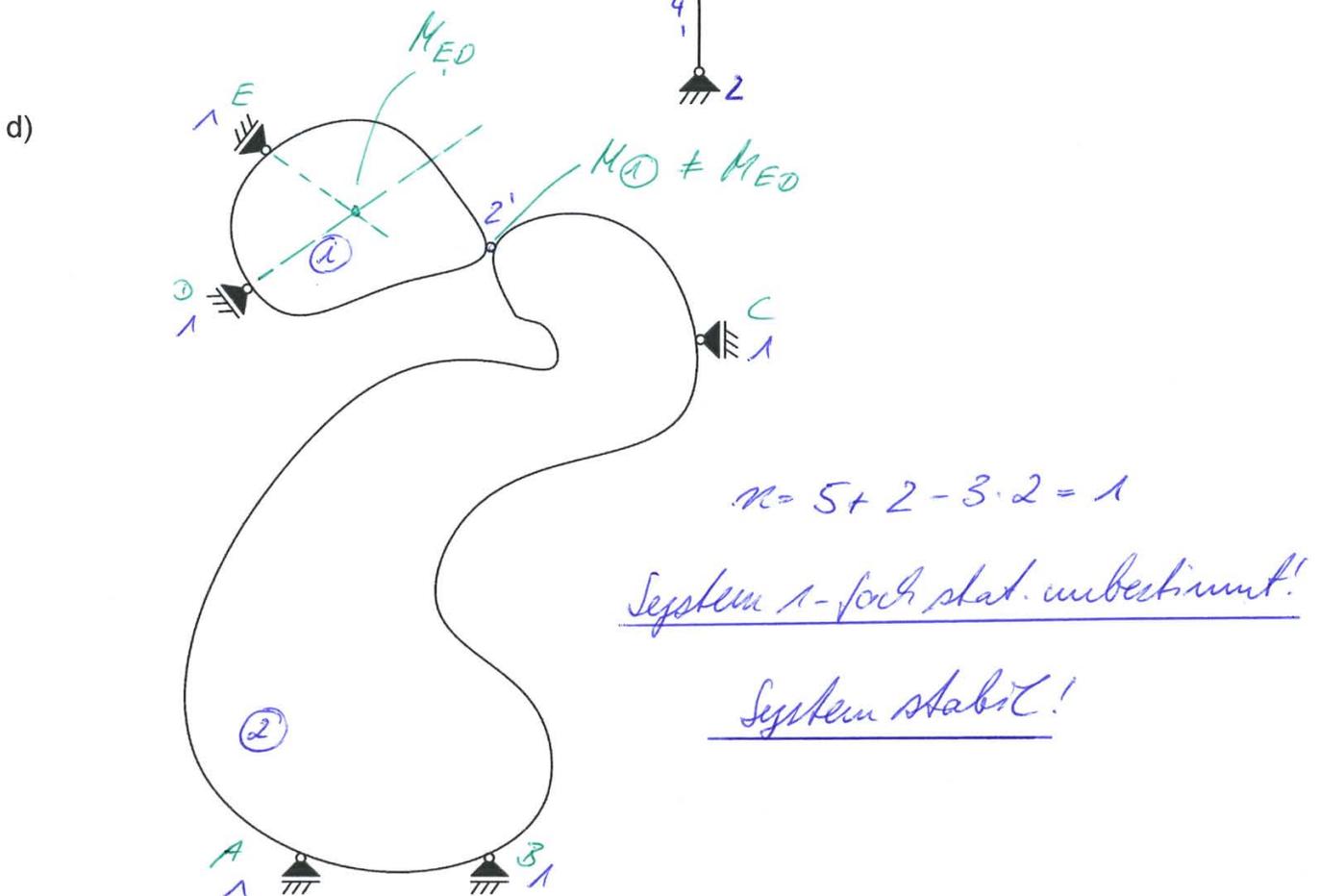
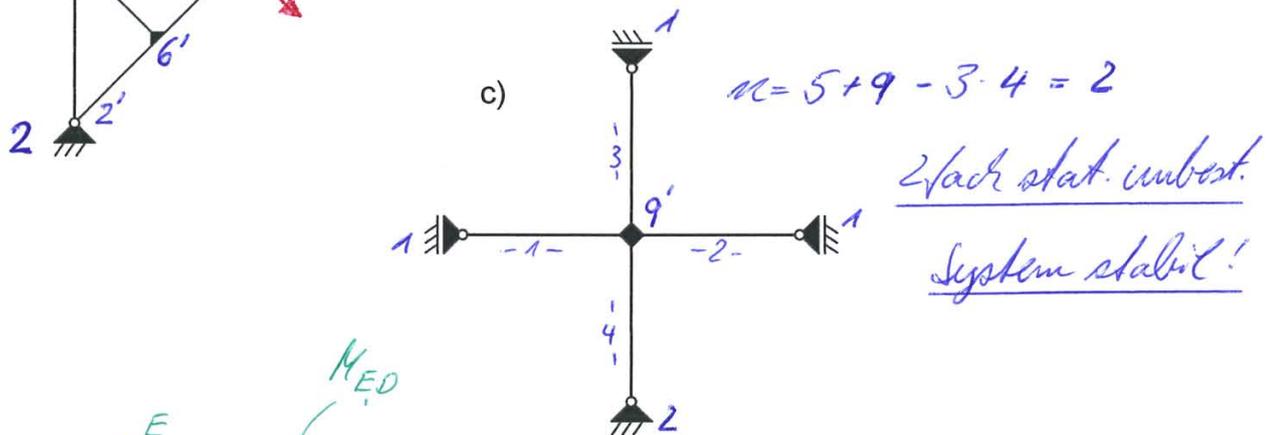
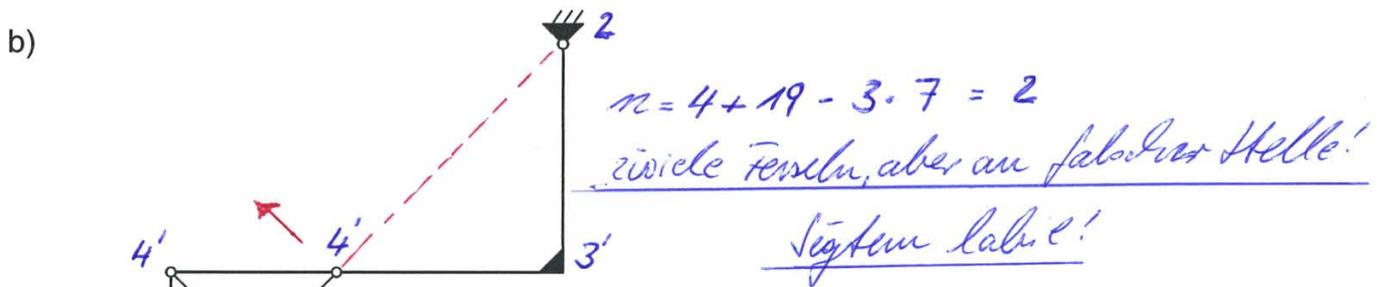
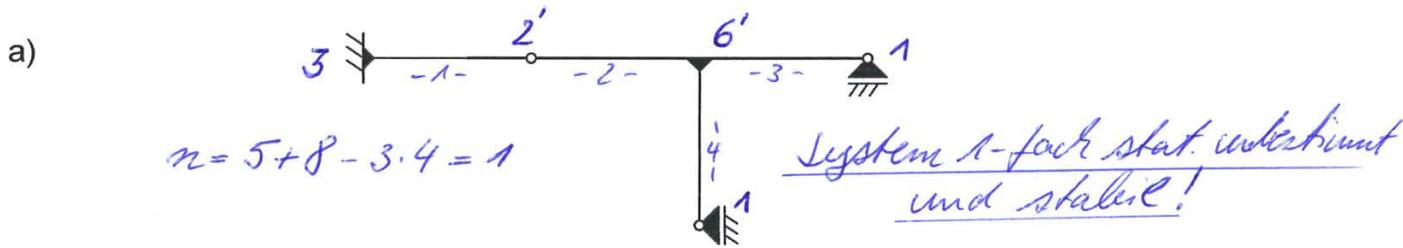
$Q(x) = -242 + 4x \cdot x \cdot \frac{1}{2} = 0 \Rightarrow x_0 = \pm 1,10 \text{ m}$

$M(x=1,1) = 242 \cdot 1,1 - 4 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,1 = \underline{\underline{+1,77 \text{ kNm} = M_{\text{max}}}}$



## Aufgabe 2 (20 Punkte)

Gegeben sind die nachfolgend dargestellten Systeme. Bestimmen Sie den Grad der statischen Unbestimmtheit und geben Sie an, ob das System geometrisch bestimmt ist oder nicht!

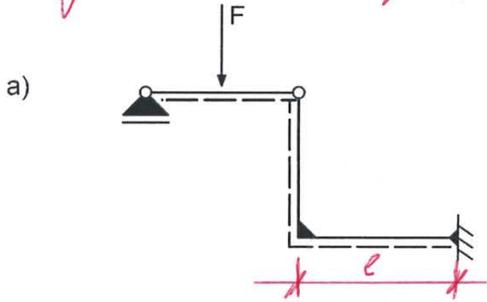




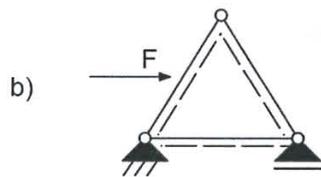
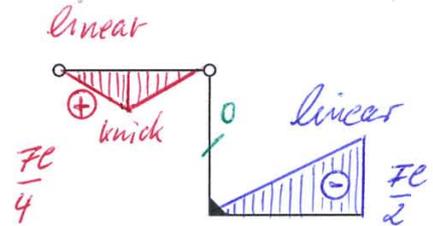
### Aufgabe 4 „Quicky“ (24 Punkte)

Gegeben sind die folgenden Systeme mit Belastung. Tragen Sie auf dem Lösungsblatt rechts von der Aufgabe den qualitativen Verlauf der jeweilig geforderten Schnittgröße ein. Achten Sie auf eventuelle Knicke, Sprünge, Vorzeichen und die mathematische Ordnung der Verlaufsfunktion und geben Sie diese an.

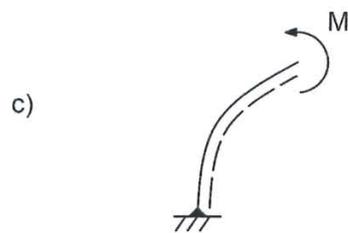
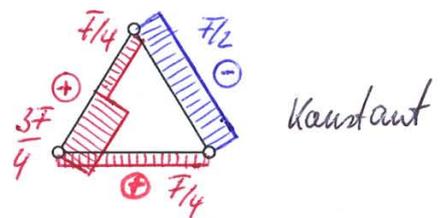
*(Die Angabe der Werte ist für die volle Punktzahl nicht erforderlich!)*



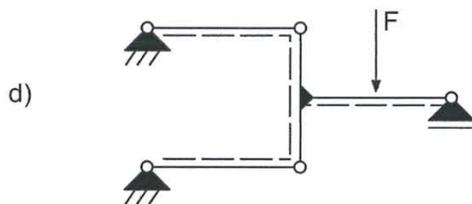
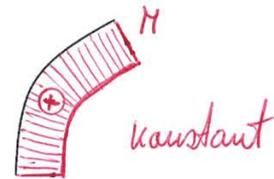
(M)



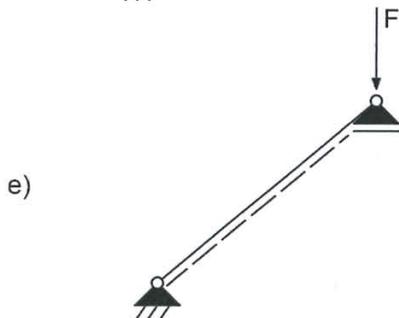
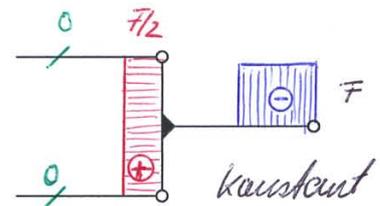
(N)



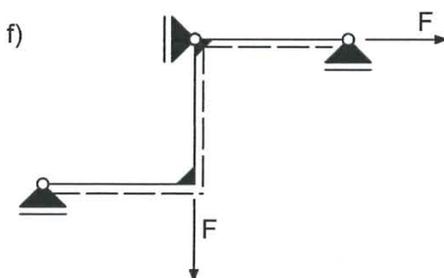
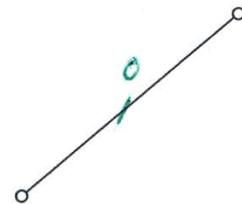
(M)



(Q)



(N)



(Q)

