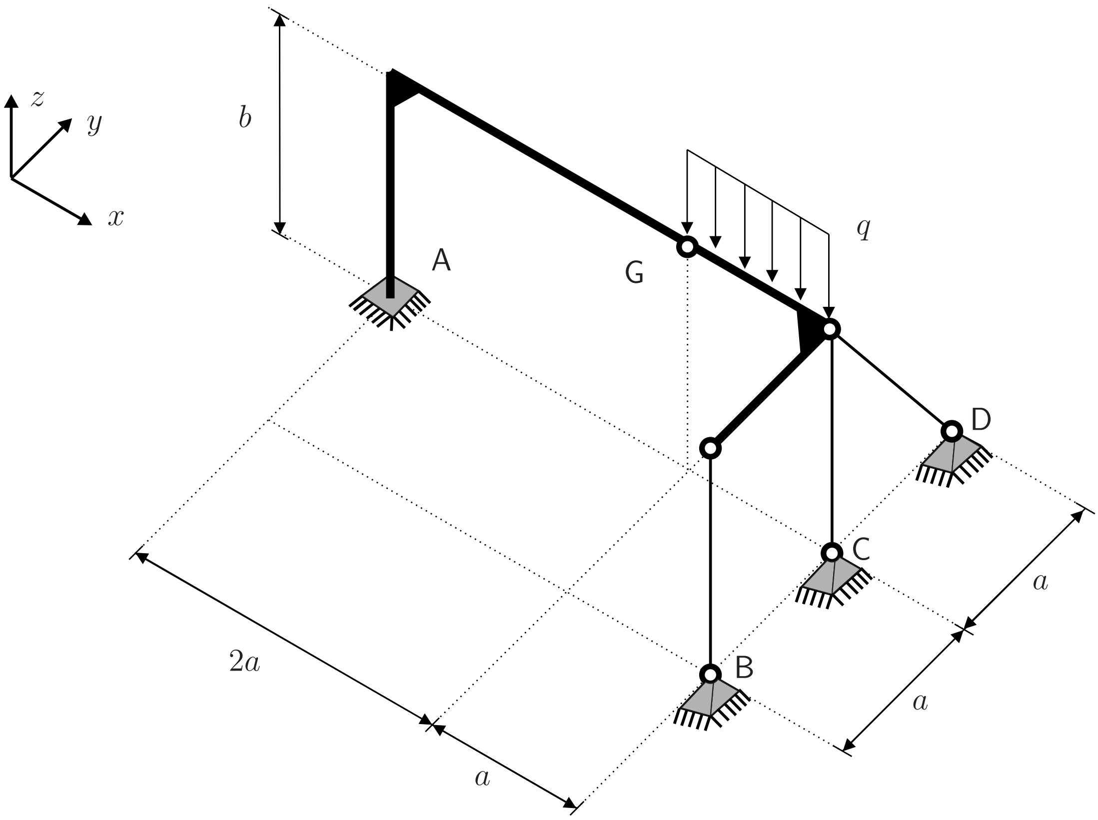
## 1. Aufgabe (ca. 31 % der Gesamtpunktzahl)



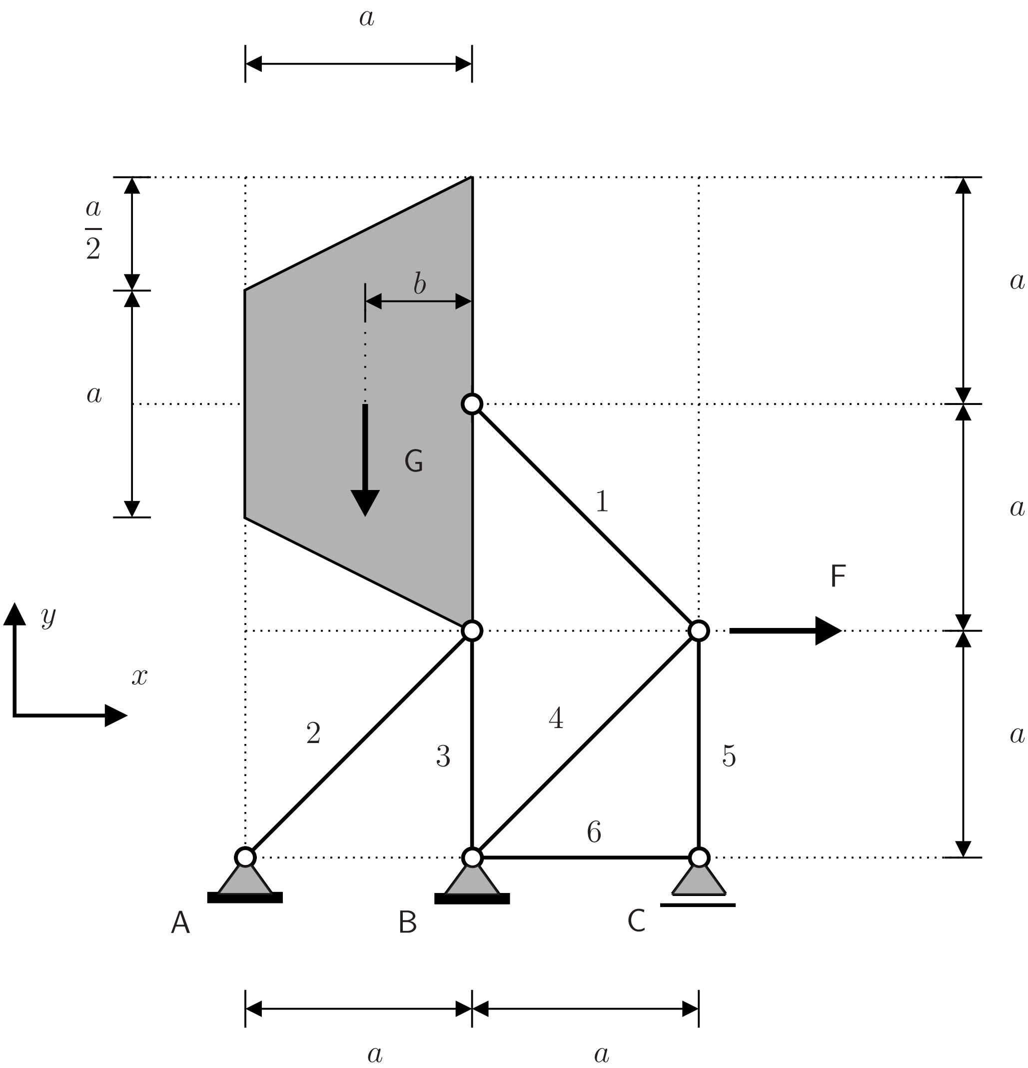

Zwei rechtwinklige starre Rahmen sind in G gelenkig miteinander verbunden. Die Lagerung und die Belastung ist der Darstellung zu entnehmen.

a) Beurteilen Sie das Tragwerk hinsichtlich der statischen Bestimmtheit.

b) Berechnen Sie die Lagerreaktionen an der Einspannstelle A

Gegeben: $a,\ b,\ q$

**2. Aufgabe** (ca. 31 % der Gesamtpunktzahl)




Das dargestellte Tragwerk wird durch eine Kraft F und durch die Gewichtskraft G (im Schwerpunkt des starren Körpers) belastet.

a) Kennzeichnen Sie die Nullstäbe sofern welche vorhanden sind.

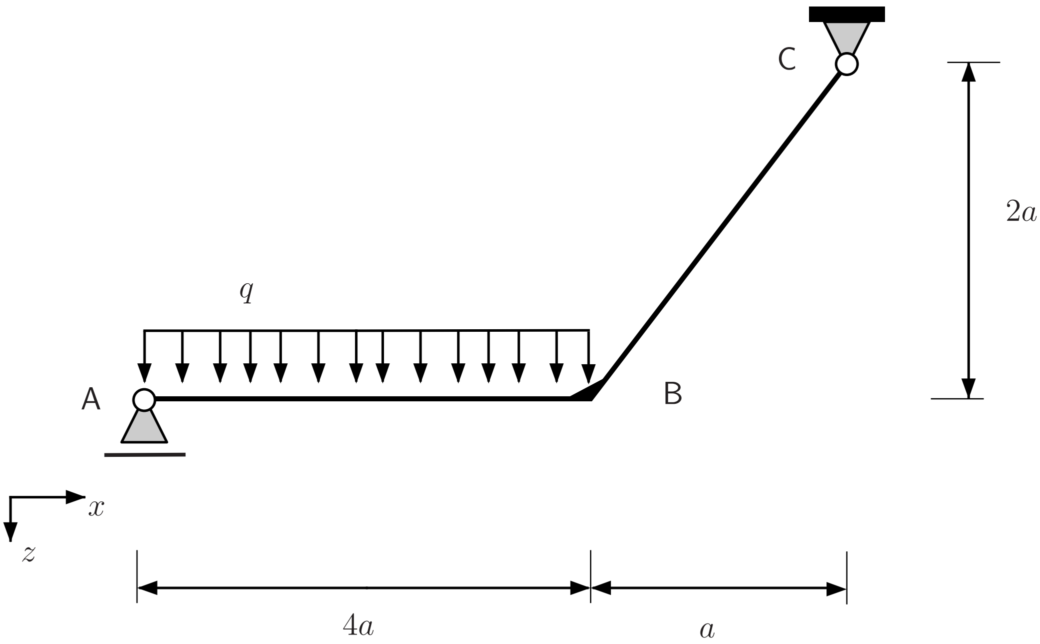
b) Beurteilen Sie das Tragwerk hinsichtlich der statischen Bestimmtheit.

c) Bestimmen Sie die Schwerpunktkoordinate $b$.

d) Bestimmen Sie die Stabkraft $S_4$ in Abhängigkeit von $b$.

Gegeben: $F$, $G$, $a$

# 3. Aufgabe (ca. 18 % der Gesamtpunkte)




Für das dargestellte Tragwerk unter der Belastung $q$ sind die folgenden Aufgabenteile zu bearbeiten:

a) Bestimmen Sie die Lagerreaktion in A.

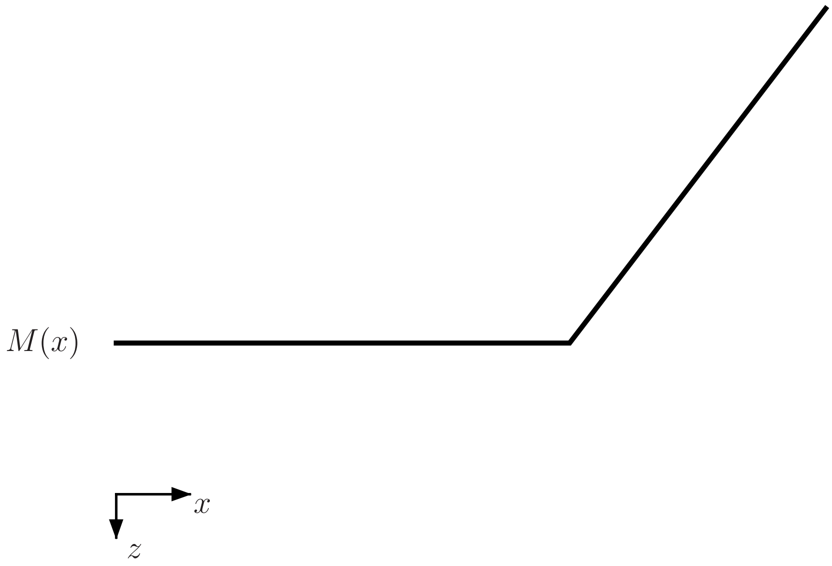
b) Bestimmen Sie die formelmäßigen Verläufe der Schnittgrößen $M(x)$ und $Q(x)$ im Bereich A-B.

c) Skizzieren Sie den Verlauf des Biegemoments im Bereich A-C in der **beigefügten Vorlage.**

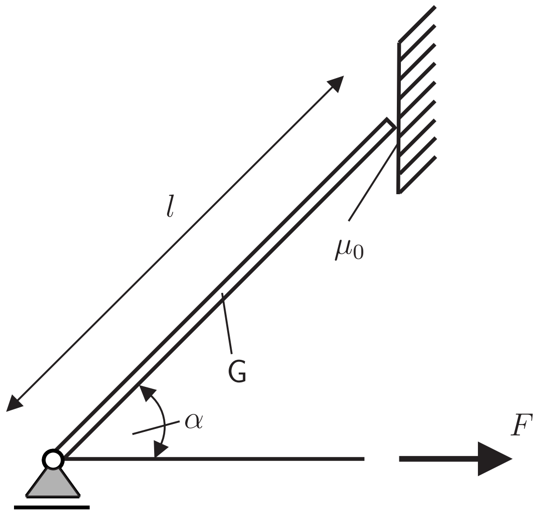
Gegeben: $a, q$

| | |
|---|---|
| Institut für Mechanik | Prüfung in |
| Prof. Dr.-Ing. habil. P. Betsch | Statik starrer Körper |
| Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Seelig | 10. März 2015 |

# Vorlage zur 3. Aufgabe, c)



# 4. Aufgabe (ca. 20 % der Gesamtpunkte)



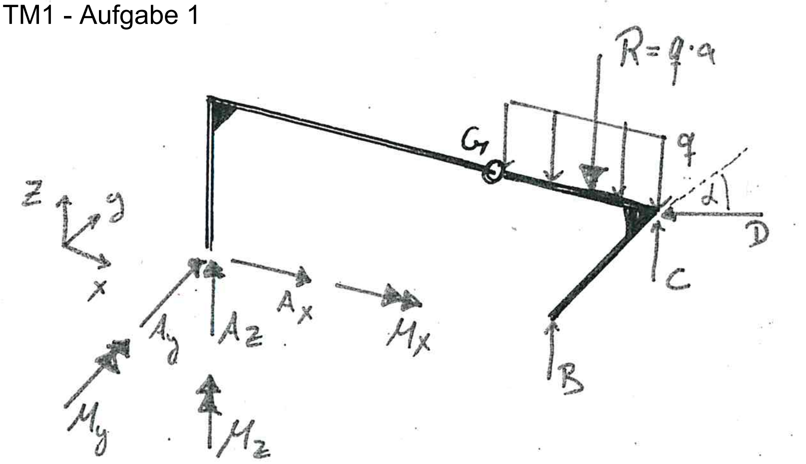

Ein Stab der Länge $l$ und Gewicht G lehnt unter dem Winkel $\alpha$ gegen eine raue Wand. Am unteren Ende wird er durch ein Seil gehalten, das durch die horizontale Kraft F auf Zug belastet wird.

In welchen Grenzen muss die Kraft $F$ liegen, damit das System im Gleichgewicht ist?

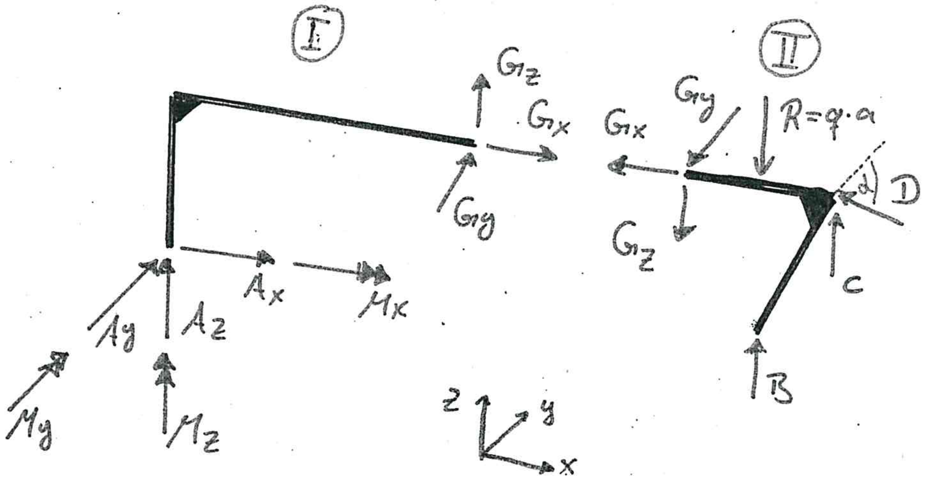
Gegeben: $G$, $\mu_0$, $\alpha$

# Lösungen:

TM1 - Aufgabe 1




- Freischnitt




a) • Formel $a + g = \underbrace{6}_{\text{3D-Fall}} \cdot n$ mit $a = 6$ in $A + 1B + 1C + 1D = 9$

$g = 3$

$n = 2$

$\Rightarrow 9 + 3 = 6 \cdot 2$

Notwendige Bedingung erfüllt

• System ist nicht kinematisch gelagert.

Hinreichende Bedingung erfüllt

$\Rightarrow$ System ist statisch bestimmt

(II) $\sum F_{ix} = 0: \quad -G_x = 0 \quad \Rightarrow G_x = 0$ (1)

$\sum F_{iy} = 0: \quad -G_y - D\cos\alpha = 0 \quad \Rightarrow G_y = -D\cdot\cos\alpha$ (2)

$\sum F_{iz} = 0: \quad -G_z + B + C + D\sin\alpha - q\cdot a = 0 \quad \Rightarrow G_z = -\frac{q\cdot a}{2}$ (3)

$\sum M_x^G = 0: \quad -B\cdot a = 0 \quad \Rightarrow B = 0$ (4)

$\sum M_y^G = 0: \quad -B\cdot a - Ca - D\sin\alpha\cdot a + R\cdot\frac{a}{2} = 0$ (5)

$\sum M_z^G = 0: \quad -D\cdot\cos\alpha\cdot a = 0 \quad \Rightarrow D = 0$ (6)

Aus (2),(6): $G_y = 0$

Aus (5): $-C\cdot a + R\cdot\frac{a}{2} = 0 \quad \Rightarrow C = \frac{R}{2} = \frac{q\cdot a}{2}$

(I) $\sum F_{ix} = 0: \quad \underbrace{G_x}_{=0} + A_x = 0 \quad \Rightarrow \boxed{A_x = 0}$

$\sum F_{iy} = 0: \quad \underbrace{G_y}_{=0} + A_y = 0 \quad \Rightarrow \boxed{A_y = 0}$

$\sum F_{iz} = 0: \quad G_z + A_z = 0 \quad \Rightarrow \boxed{A_z = -G_z = \frac{q\cdot a}{2}}$

$\sum M_x^A = 0: \quad -\underbrace{G_y}_{=0}\cdot b + M_x^A = 0 \quad \Rightarrow \boxed{M_x^A = 0}$

$\sum M_y^A = 0: \quad -G_z\cdot 2a + M_y^A + \underbrace{G_x}_{=0}\cdot b = 0 \quad \Rightarrow \boxed{M_y^A = G_z\cdot 2a = -qa^2}$

$\sum M_z^A = 0: \quad \underbrace{G_y}_{=0}\cdot 2a + M_z^A = 0 \quad \Rightarrow \boxed{M_z^A = 0}$

2. Aufgabe TM 1

a) Stab 6 ist Nullstab.

b)

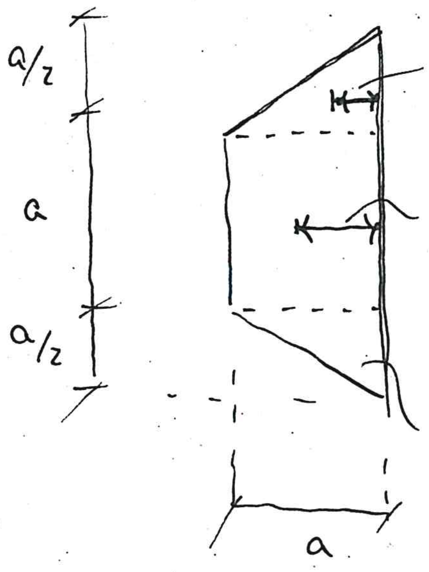
Aufbau: Stäbe 4–6 ($\hat{=}$ Starrkörper) in B & C stat. best. gelagert und mit Stäben 3 & 1 nicht kinematisch mit weiterem Starrkörper verbunden.
Stab 2 ist Pendelstab.

→ Alle Körper nicht kinematisch gelagert ✓ (Hinreichend)

„Abzählformel": Auflager $a = 4$ (Stab 2 Pendelstab zu A)
Gelenkkräfte $g = 4 \cdot 2 = 8$
Starrkörper $n = 4$

→ $a + g = 3n$ ✓ (Notwendig)

c) Aufteilung in Dreiecke (D) und Quadrat (Q)




$x_{SD} = \frac{1}{3}a$ $A_D = \frac{1}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot a = \frac{1}{4}a^2$

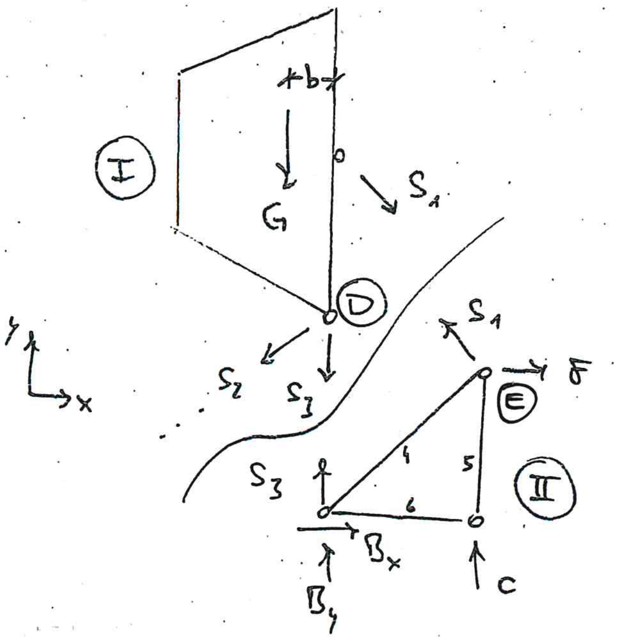
$x_{SQ} = \frac{1}{2}a$ $A_Q = a^2$

Schwerpunktkoordinate $b = \dfrac{2(x_{SD} \cdot A_D) + x_{SQ} \cdot A_Q}{2A_D + A_Q}$

zu c)

$$\underline{b} = \frac{2\left(\frac{1}{3}a\cdot\frac{1}{4}a^2\right)+\frac{1}{2}a\cdot a^2}{2\cdot\frac{1}{4}a^2 + a^2} = \frac{\left(\frac{1}{6}+\frac{1}{2}\right)a^3}{\left(\frac{1}{2}+1\right)a^2} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{2}}a = \underline{\underline{\frac{4}{9}a}}$$

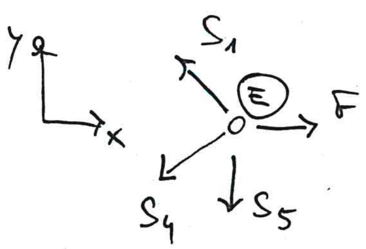
d) <u>Ritterschnitt: Stäbe 1,2 & 3</u>




I: GD: $-\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot S_1\cdot a + G\cdot b = 0$

$$\iff \underline{S_1 = \sqrt{2}\cdot G\cdot\frac{b}{a}}$$

<u>Knotenpunktverfahren: Knoten E</u>

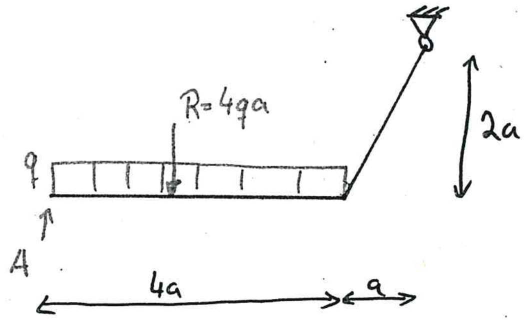



$\rightarrow$ : $-\frac{\sqrt{2}}{2}S_4 - \frac{\sqrt{2}}{2}S_1 + F = 0$

$$\Longrightarrow \underline{\underline{S_4}} = \sqrt{2}\left(F - \frac{\sqrt{2}}{2}\sqrt{2}\cdot G\frac{b}{a}\right)$$

$$\underline{\underline{= \sqrt{2}\left(F - G\frac{b}{a}\right)}}$$

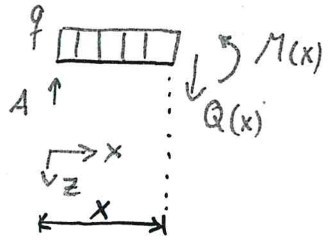
a)




$$\Sigma M^{C} = 0: \quad -A \cdot 5a + 4qa \cdot 3a = 0$$

$$\Rightarrow A = \frac{12}{5} qa$$

b)




Bereich $0 \leq x \leq 4a$

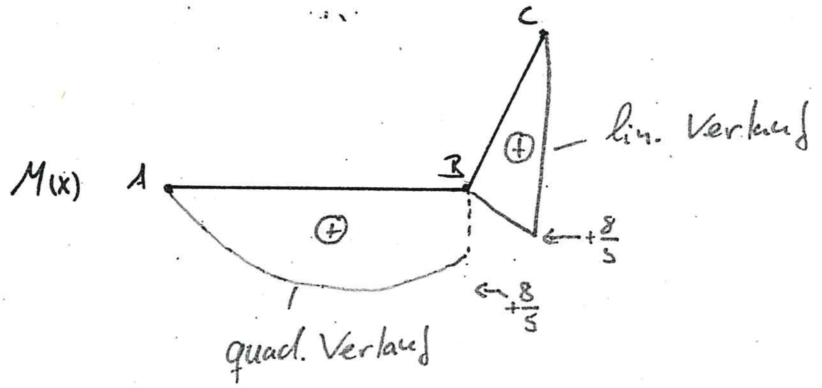
$$\Sigma F_z = 0: \quad Q(x) - A + qx = 0$$

$$\Rightarrow Q(x) = \underbrace{\frac{12}{5} qa}_{A} - qx$$

$$\Sigma M^{S} = 0: \quad M(x) + qx \cdot \frac{x}{2} - Ax = 0$$

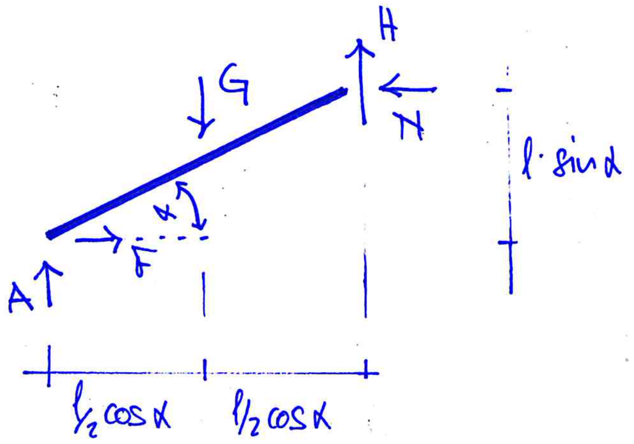
$$\Rightarrow M(x) = \underbrace{\frac{12}{5} q \cdot a}_{A} \cdot x - q \frac{x^2}{2}$$

c) $M(x = 4a) = \frac{8}{5} qa^2$



Lösungsvorschlag 4. Aufgabe

FKB:




HGN: $\rightarrow$: $F - N = 0 \Rightarrow N = F$

$\curvearrowleft A$: $H \cdot l\cos\alpha + N \cdot l\sin\alpha - G \cdot l/2 \cos\alpha = 0$

$\Rightarrow H = \frac{G}{2} - N\tan\alpha = \frac{G}{2} - F\tan\alpha$

Haftung: $|H| \leq \mu_0 \cdot N$

Fall 1: $+\left(\frac{G}{2} - F\tan\alpha\right) \leq \mu_0 \cdot F \Leftrightarrow \frac{G}{2} \leq F(\tan\alpha + \mu_0)$

$\Leftrightarrow \underline{\underline{\frac{G}{2(\tan\alpha + \mu_0)} \leq F}}$

Fall 2: $-\left(\frac{G}{2} - F\tan\alpha\right) \leq \mu_0 \cdot F \Leftrightarrow \frac{-G}{2} \leq F(\mu_0 - \tan\alpha)$

$\Leftrightarrow \frac{G}{2} \geq F(\tan\alpha - \mu_0)$

für $(\tan\alpha - \mu_0) > 0 \Rightarrow \underline{\underline{F \leq \frac{G}{2(\tan\alpha - \mu_0)}}}$