

Lösungen der Zusatzaufgaben

Aufgabe 1: Further Drache

- a) $\varphi = 10.76^\circ$
- b) $P_2 = 0.5 G = 34\,335 \text{ N}$
 $P_3 = 0.1 G = 6\,867 \text{ N}$
 $P_4 = 0.4 G = 27\,468 \text{ N}$

Aufgabe 2: Radlastmessungen

- a) $G = 16.0 \text{ kN}$
- b) $x_S = 1451 \text{ mm}$
- c) $y_S = 9 \text{ mm}$

Aufgabe 3: Lampe durch Seil gehalten

$$\frac{a}{1+2 e^{\mu_0 \alpha}} \leq x \leq \frac{a e^{\mu_0 \alpha}}{2+e^{\mu_0 \alpha}}$$

Aufgabe 4: Tragwerk mit angestelltem Lager

- a) $A_H = 0.896 \text{ kN}$
 $A_V = 6.448 \text{ kN}$
 $B_\alpha = 1.792 \text{ kN}$
- b) z. B.: $Q_z(x \rightarrow a) = -4.000 \text{ kN}$
 $Q_z(a \leftarrow x) = 2.448 \text{ kN}$
- c) z. B.: $M_y(x \rightarrow a) = -4.000 \text{ kNm}$
 $M_y(a \leftarrow x) = -5.792 \text{ kNm}$

Aufgabe 5: Doppelquerlenker

- a) $F_{AB} = \frac{1}{3} G + \frac{5}{3} S - \frac{1}{3} P$
- b) z. B.: $F_{EF} = \frac{25}{17}(P - G)$

Aufgabe 6: Gerberträger

a) $A = -\frac{1}{6} F$

$$B = \frac{5}{6} F$$

$$C = \frac{5}{12} F$$

$$D = -\frac{1}{12} F$$

b) z. B.: $M_y(x=0) = -\frac{2}{3} a F$ (Punkt B)

$$M_y(x=2a) = \frac{2}{3} a F \text{ (Krafteinleitung)}$$

$$M_y(x=5a) = -\frac{1}{3} a F \text{ (Punkt C)}$$

Aufgabe 7: Rahmentragwerk

a) $A_H = -\frac{1}{2} F - q_0 a$

$$A_V = q_0 2a$$

$$C_H = -\frac{1}{2} F - q_0 a$$

$$C_V = 0$$

$$D_H = -\frac{1}{2} F + q_0 a$$

$$D_V = 0$$

b) z. B.: $N^{max} = 32 \text{ kN}$

$$Q_z^{max} = 40 \text{ kN}$$

$$M_y^{max} = 80 \text{ kNm}$$

Aufgabe 8: Seil durch feststehende Pfosten

a) $Z e^{-\mu\pi} \leq H \leq Z e^{\mu\pi}$

b) $H = H_{min} : S_1 = Z e^{-\mu \frac{3\pi}{4}}$ und $S_2 = Z e^{-\mu \frac{\pi}{4}}$

$$H = H_{max} : S_1 = Z e^{\mu \frac{3\pi}{4}} \text{ und } S_2 = Z e^{\mu \frac{\pi}{4}}$$

Aufgabe 9: Seiltrommel

a) $S_{PQ} = 2598.2 \text{ N}$

b) $A_x = 750 \text{ N}$

$$A_y = -300 \text{ N}$$

$$A_z = 375 \text{ N}$$

$$B_y = -2175 \text{ N}$$

$$B_z = 375 \text{ N}$$

c) $\alpha = 17.7146^\circ$ und $\mu = 0.2566$

Aufgabe 10: Fachwerk nichteinfach

$S_1 = F_1 - F_2$	$S_2 = -\frac{1}{2}\sqrt{2} F_2$
$S_3 = \frac{1}{2}\sqrt{2} F_2 - \sqrt{2} F_1$	$S_4 = \frac{1}{2}\sqrt{2} F_2$
$S_5 = -\frac{1}{2}\sqrt{2} F_2$	$S_6 = \frac{1}{2}\sqrt{2} F_2$
$S_7 = \frac{1}{2}\sqrt{2} F_2 - \sqrt{2} F_1$	$S_8 = -F_2$

Aufgabe 11: Kiste

a) $V = 0.1080 \text{ m}^3$

b) $h_K = 0.088 \text{ m}$

Aufgabe 12: Rahmen

a) $A_H = \frac{1}{8}F, \quad A_V = \frac{3}{4}F$

$C_H = -\frac{1}{8}F, \quad C_V = \frac{1}{4}F$

$E_H = -\frac{1}{8}F, \quad E_V = \frac{1}{4}F$

b) $M_y(x=0) = -2 \text{ kNm}$ (Punkt B)
 $M_y(x=a) = 1 \text{ kNm}$ (Krafteinleitung)
 $M_y(x=2a) = 0$ (Gelenk C)
 $M_y(x=4a) = -2 \text{ kNm}$ (Punkt D)

Aufgabe 13: Bulldozerschaukel

a) -

b) $B_H = -\frac{5}{6}P$ und $B_V = \frac{1}{6}P$

$S_{AD} = -\frac{\sqrt{2}}{6}P$ und $S_{CE} = -\frac{\sqrt{13}}{6}P$

Aufgabe 14: Roller

$\mu = 0.164$

Aufgabe 15: Quader mit Gewicht

$$\text{a) } \frac{2 e^{-\mu_2 \frac{2}{3}\pi}}{1+\sqrt{3} \mu_1} G \leq Q \leq \frac{2 e^{\mu_2 \frac{2}{3}\pi}}{1-\sqrt{3} \mu_1} G$$

$$\text{b) } Q_{\max} \rightarrow \infty$$

Aufgabe 16: Erdbohrer

$$\vec{F} = \begin{bmatrix} -5 \\ -20 \\ 50 \end{bmatrix} \text{ und z. B. } \vec{M}_B = \begin{bmatrix} -12.0 \\ 0.5 \\ 105 \end{bmatrix}$$

Aufgabe 17: Absperrkordel

$$\text{a) } f_M = 0.30434 \text{ m}$$

$$\text{b) } \varphi_A = -27.3674^\circ$$

$$\text{c) } S_A = 16.3152 \text{ N}$$

$$\text{d) } G_p = 86.7646 \text{ N}$$

$$\text{e) } \mu = 0.1537$$

Aufgabe 18: Gelenkträger

$$Q_z(x \rightarrow 2a) = -\frac{1}{4} F \quad \text{und} \quad Q_z(x \rightarrow 4a) = \frac{1}{2} F$$

$$Q_z(2a \leftarrow x) = -\frac{1}{2} F \quad \text{und} \quad Q_z(4a \leftarrow x) = -\frac{1}{2} F$$

$$M_y(x = 2a) = -\frac{1}{2} a F \quad \text{und} \quad M_y(x = 4a) = \frac{1}{2} a F$$

Aufgabe 19: Betonrohr

$$\mu_B = 0.095 \quad \text{und} \quad \mu_S = 0.281$$

Aufgabe 20: Kniehebel

a) -

$$\text{b) } \frac{F}{P} = \frac{z}{\sqrt{a^2 - z^2}} + \frac{z}{\sqrt{b^2 - z^2}}$$

Aufgabe 21: Stehaufmännchen

$$\text{a) } z_S = r + \frac{h^2 - 3r^2}{4h + 8r}$$

$$\text{b) } \frac{h}{r} = \sqrt{3}$$

Aufgabe 22: Hebebühne

$$\text{a) } F = \frac{Q+G}{\tan \alpha}$$

$$\text{b) z. B.: } F_D = \frac{bQ+cG}{2a \cos \alpha}$$

Aufgabe 23: Fachwerk-Umlenkhebel

$S_1 = \sqrt{5} P$	$S_2 = -2P$
$S_3 = -3P$	$S_4 = 2\sqrt{2} P$
$S_5 = -\frac{8}{3} P$	$S_6 = -2P$
$S_7 = \frac{2}{3}\sqrt{10} P$	

$$Q = S_7 \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{2}{3}\sqrt{10} P \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{2}{3} P$$

Aufgabe 24: Kran auf Schiene

$$\text{a) } A_H = 0 \text{ kN, } A_V = 50 \text{ kN, } M_A = 120 \text{ kNm}$$

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

$$\text{b) z. B.: } M_y(x=0) = -120 \text{ kNm}$$

$$M_y(x=b=2 \text{ m}) = -20 \text{ kNm}$$

$$M_y(x=a=3 \text{ m}) = 0 \text{ kNm}$$

$$M_y(x=b+c=4 \text{ m}) = 20 \text{ kNm}$$

$$M_y(x=2a=6 \text{ m}) = 0 \text{ kNm}$$

Aufgabe 25: Bauteil durch Seil abgespannt

$$\text{a) } A_H = G \text{ kN } A_V = \frac{1}{4}G \text{ kN und } S = \frac{5}{4}G \text{ kN}$$

$$\text{b) z. B.: } M_y(x=1.5 \text{ m}) = 11.25 \text{ kNm}$$

$$M_y(x=4.0 \text{ m}) = -20 \text{ kNm}$$

Aufgabe 26: Eckpfosten

$$\text{a) } \vec{F} = \begin{bmatrix} 0 \\ F \\ 3F \end{bmatrix} \text{ und } \vec{M}_0 = \begin{bmatrix} -d F \\ -3 h F \\ h F \end{bmatrix}$$

$$\text{b) } \mu = 0.14$$

Aufgabe 27: Hochspannungsleitung mit Isolator

$$S_1 = S_2 = -386 \text{ N und } S_3 = 863 \text{ N}$$

Aufgabe 28: Abtrennklappe

$$B = \frac{g b}{2 a} \left[\rho_1 h_1^2 \left(a - \frac{h_1}{3} \right) - \rho_2 h_2^2 \left(a - \frac{h_2}{3} \right) \right]$$

$$= 3\,500.2 \text{ N}$$

Aufgabe 29: Seilklemme

$$\text{a) } A_H = B_H = \frac{1}{2} F \text{ und } A_V = -B_V = -\frac{r}{h} \frac{1}{2} F$$

$$\text{b) } \mu = \frac{h}{r}$$

Aufgabe 30: Welle an Seildreieck

a) -

$$\text{b) z. B.: } s = 0 : M_y(x = a) = \frac{1}{4} a G$$

$$s = a : M_y(x = a) = -\frac{1}{4} a G$$

$$\text{c) } s = a \left(\sqrt{2} - 1 \right)$$

Aufgabe 31: Fachwerkvarianten

$$\text{Variante a) } A_V = \frac{5}{3} F, B_H = 2F \text{ und } B_V = -\frac{2}{3} F$$

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
$-\frac{5}{3} F$	$\frac{3}{4} F$	$\frac{25}{12} F$	0	$-F$	0	$\frac{5}{4} F$	$-\frac{3}{4} F$	0

Variante b) $A_H = 2F$, $A_V = \frac{5}{3}F$ und $B_V = -\frac{2}{3}F$

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
$-\frac{5}{3}F$	$\frac{3}{4}F$	$\frac{25}{12}F$	$-2F$	0	$\frac{3}{4}F$	$-\frac{5}{4}F$	0	F

Aufgabe 32: Gepäckträger

a) $A = -11.3 \text{ N}$, $B = 167.0 \text{ N}$ und $C = 17.9 \text{ N}$

b) $N^{max} = 8.0 \text{ N}$
 $Q_z^{min} = -83.0 \text{ N}$ und $Q_z^{max} = 84.0 \text{ N}$

Aufgabe 33: Silomantel

$G = 827.77 \text{ N}$

Aufgabe 34: Ladebaum

$S_1 = 2.688 \text{ kN}$, $F_{BC} = 16.896 \text{ kN}$, $S_2 = 2.945 \text{ kN}$

$A_H = 11.725 \text{ kN}$ und $A_V = 14.764 \text{ kN}$

Aufgabe 35: Riemetrieb mit Vorspannung

$G = 4993 \text{ N}$

Aufgabe 36: Fahnenhalterung

a) $N_A = \frac{s-a-x}{a} G \cos \alpha$ und $N_B = \frac{s-x}{a} G \cos \alpha$

b) $\frac{x}{a} = \frac{3-\sqrt{3}}{2}$

Aufgabe 37: Hubwerk eines Traktors

z. B.: $F_{OL} = 6185 \text{ N}$ und $S = 9000 \text{ N}$

Aufgabe 38: Rahmenbelastung eines Lkws

a) z. B.: $F_{BD} = 55.43 \text{ kN}$

b) z. B.: $M_y(x = 1000) = -32 \text{ kNm}$
 $M_y(x = 2500) = 55 \text{ kNm}$
 $M_y(x = 4000) = 70 \text{ kNm}$

Aufgabe 39: Arbeitsbühne mit Gurtbefestigung

$$\frac{P}{G} \leq \frac{1}{2}(e^{\mu\pi} - 1)$$

Aufgabe 40: Fachwerkausleger

a) $A_V = 1.5 F$, $A_H = 2.5 F$ und $Z = 3.5355 F$

b) $S_1 = S_2 = 1.3463 F$ und $S_N = F$

c) $U = -0.25 F$

Aufgabe 41: Greifgeschirr

a) $S_{AB} = -\frac{5}{6} G$ und $S_{AB} = \frac{5}{2} G$

b) $\mu = \frac{3}{11}$

Aufgabe 42: Rahmentragwerk

$$A_H = \frac{1}{2} F \text{ und } M_B = 2a F$$

Aufgabe 43: Tragwerk mit Bogen

z. B.: $M_y\left(x = \frac{4}{3}a\right) = \frac{8}{9} q_0 a^2$

$$M_y(x = 2a) = \frac{2}{3} q_0 a^2$$

Aufgabe 44: Kipptest

a) $x_S = 0.1207 \text{ m}$ und $z_S = 1.7257 \text{ m}$

a) $\mu = 0.6494$

Aufgabe 45: Bandbremse

$$F \geq \frac{b - a e^{\mu\pi}}{(a + b)(e^{\mu\pi} - 1)} \frac{2M}{a + b}$$

Aufgabe 46: Tragwerk mit Seil

a) $A_H = G$, $A_V = G$ und $M_A = 3a G$

b) z. B.: $M_y(x=0) = -3a G$

$$M_y(x \rightarrow 2a) = -a G$$

$$M_y(2a \leftarrow x) = -\frac{8}{5} a G$$

$$M_y(x=6a) = 0$$

Aufgabe 47: Fahrdrahtabspannung

a) $A_H = 0$, $A_V = 4 \text{ kN}$, $M_A = 6.5 \text{ kNm}$, $S = 2.96 \text{ kNm}$

b) z. B.: $M_y(x_2=0) = 0$

$$M_y(x_2=2 \text{ m}) = 0.4 \text{ kNm}$$

$$M_y(x_2 \rightarrow 4 \text{ m}) = 0.0$$

$$M_y(4 \text{ m} \leftarrow x_2) = 1.0 \text{ kNm}$$

$$M_y(x_2=5 \text{ m}) = 0.0$$

Aufgabe 48: Regal

$$x_S = 0.284 r$$

$$y_S = 0.946 r$$

$$z_S = 0.284 r$$

Aufgabe 49: Schwenkvorrichtung

a) $S = 10.8 \text{ kN}$

b) $A_y = -8.325 \text{ kN}$ $A_z = -1.05 \text{ kN}$

$$B_y = -0.675 \text{ kN} \quad B_z = 4.05 \text{ kN}$$

Aufgabe 50: Hängebrücke

a) $y_1(x_1) = h \left(\frac{x_1}{3a} \right)^2$

b) $H_{01} = \frac{9}{2} \frac{a}{h} q_0 a$

c) $y_2(x_2) = \frac{1}{9} h \left(4 \left(\frac{x_2}{2a} \right)^2 + 5 \frac{x_2}{2a} \right)$

d) $f_{M1} = 7.50 \text{ m}$ und $f_{M2} = 3.33 \text{ m}$

e) $L_1 = 68.87 \text{ m}$ und $L_2 = 50.38 \text{ m}$

f) $S_1^{max} = 1527 \text{ kN}$ und $S_2^{max} = 1592 \text{ kN}$

g) $F_L = 1080 \text{ kN}$ und $F_R = 1170 \text{ kN}$