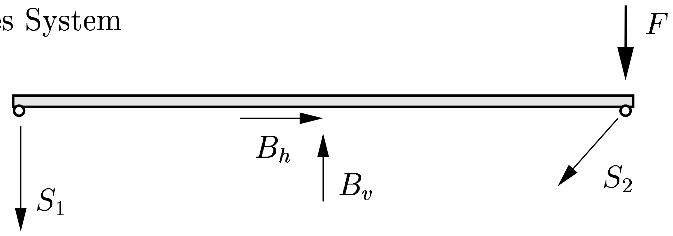
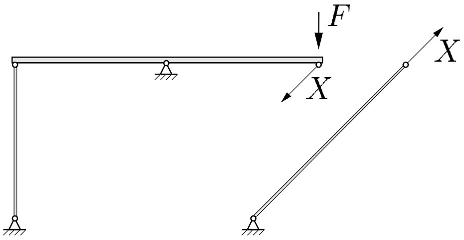
MUSTERLÖSUNGEN TM II

Lösung zu Aufgabe 1 [23 Punkte]

a) Statisch unbestimmtes System



Statisch bestimmtes System: Auslösen der Stabkraft S_2:



$$
\begin{array}{lll}
\text{0-System:} & S_1^0 = F & \\
 & S_2^0 = 0 & \\
\text{1-System:} & S_1^1 = \sqrt{2}/2 & \\
 & S_2^2 = 1 & \\
X = -\dfrac{\delta_{10}}{\delta_{11}} & \delta_{10}^F = \int \dfrac{S^1 S^0}{EA}\mathrm{d}x = \dfrac{1}{2}\dfrac{\sqrt{2}Fl}{EA} & \\
 & \delta_{11} = \int \dfrac{S^1 S^1}{EA}\mathrm{d}x = \dfrac{1}{2}(1+2\sqrt{2})\dfrac{l}{EA} & \\
\rightsquigarrow & X^F = -\dfrac{\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}F \quad (= S_2) & \\
 & S_1^F = \dfrac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}F &
\end{array}
$$

b) $w = \Delta l_1 = \dfrac{S_1 l_1}{EA_1} = \dfrac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}\dfrac{Fl}{EA}$

c) Lastfall ΔT:

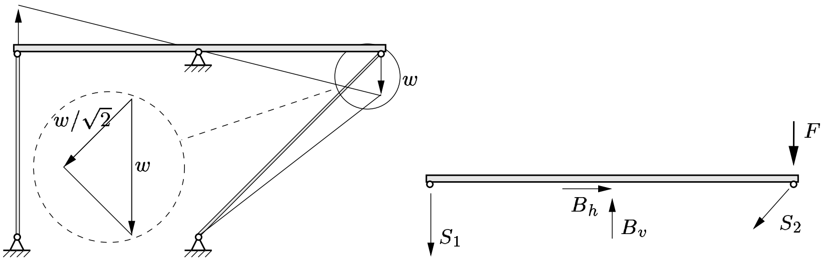
$$
\begin{array}{rcl}
\delta_{10}^{\Delta T} & = & \alpha_T \Delta T \sqrt{2} l \\
\delta_{11} & = & \dfrac{1}{2}(1+2\sqrt{2})\dfrac{l}{EA}\text{s.o.} \\
\rightsquigarrow \quad X^{\Delta T} & = & -\dfrac{2\sqrt{2}\alpha_T \Delta T}{1+2\sqrt{2}}EA \\
S_1^{\Delta T} & = & -\dfrac{2}{1+2\sqrt{2}}\alpha_T \Delta T EA
\end{array}
$$

Superposition der Lastfälle F und ΔT:

$$
S_1 = \frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}F - -\frac{2}{1+2\sqrt{2}}\alpha_T \Delta T EA = \frac{2}{1+2\sqrt{2}}(\sqrt{2}F - \alpha_T \Delta T EA)
$$

$$
\rightsquigarrow \quad \Delta T = \sqrt{2}\frac{F}{EA\alpha_T}
$$

Alternative Lösung mit Verschiebungsfigur:



Kinematik:

$$
\begin{aligned}
\text{Vorgabe}: \quad & w \\
\Delta l_1 &= w \\
\Delta l_2 &= -w/\sqrt{2}
\end{aligned}
$$

Stoffgesetz:

$$
\begin{aligned}
\Delta l_1 &= \frac{S_1 l}{EA} &= w \\
\Delta l_2 &= \frac{S_2\sqrt{2}l}{EA} + \alpha_T \Delta T \sqrt{2} l &= -w/\sqrt{2}
\end{aligned}
$$

Gleichgewicht:

$$\sum M_B = 0 \quad \rightsquigarrow \quad S_2 = \sqrt{2}(S_1 - F)$$

Damit ergibt sich:

a) und

b)

$$
\begin{aligned}
S_1 &= \frac{2(\sqrt{2}F - EA\alpha_T\Delta T)}{1+2\sqrt{2}} \\
S_2 &= \sqrt{2}\left(\frac{2(\sqrt{2}F - EA\alpha_T\Delta T)}{1+2\sqrt{2}} - F\right) = -\frac{\sqrt{2}(F + EA\alpha_T\Delta T)}{1+2\sqrt{2}} \\
\Delta l_1 &= \frac{2(\sqrt{2}F - EA\alpha_T\Delta T)}{1+2\sqrt{2}}\frac{l}{EA} = w
\end{aligned}
$$

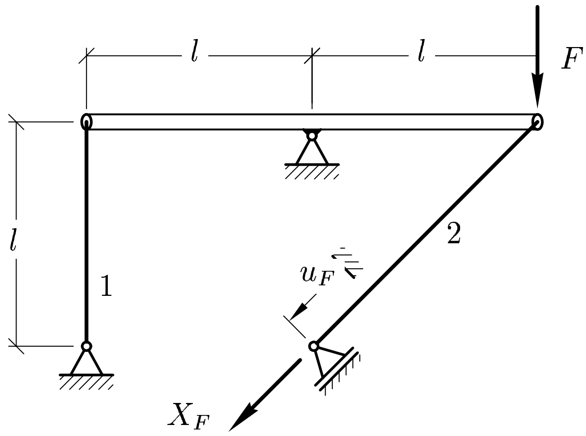
c)

$$
\begin{aligned}
S_1 &= \frac{2(\sqrt{2}F - EA\alpha_T\Delta T)}{1+2\sqrt{2}} = 0 \\
\rightsquigarrow \quad \Delta T &= \frac{\sqrt{2}F}{EA\alpha_T}
\end{aligned}
$$

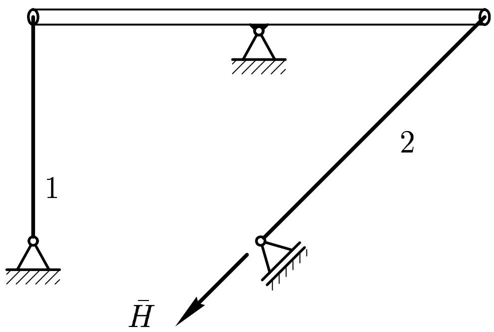
Alternative Lösung zu Aufgabe 1

a) Belastung mit F alleine:

Real belastetes, statisch bestimmtes System:



Virtuell belastetes, statisch bestimmtes System:



$$S_1 = F + X_F \frac{\sqrt{2}}{2}$$
$$S_2 = X_F$$

$$\bar{S}_1 = \bar{H}\frac{\sqrt{2}}{2}$$
$$\bar{S}_2 = \bar{H}$$

Arbeitsprinzip:

$$\bar{H}u_F = \int\limits_{(L_i)} \frac{S\bar{S}}{EA}dx = \frac{1}{EA}\left\{\left(F + X_F\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\bar{H}\frac{\sqrt{2}}{2}l + X_F\bar{H}\sqrt{2}l\right\} = \frac{\bar{H}l}{EA}\left\{\frac{\sqrt{2}}{2}F + \frac{1}{2}X_F\left(1+2\sqrt{2}\right)\right\}$$

Verträglichkeit:

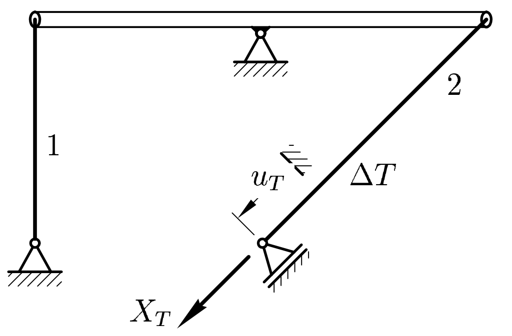
$$u_F = 0 \qquad \Longrightarrow \qquad X_F = -\frac{\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}F$$
$$\Longrightarrow \qquad S_2 = -\frac{\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}F$$
$$\Longrightarrow \qquad S_1 = \frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}F$$

b) Verschiebung von F:

$$w_F = \Delta l_1 = \frac{S_1 l}{EA_1} = \frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}\frac{Fl}{EA}$$

c) „Belastung"durch ΔT_2 alleine:

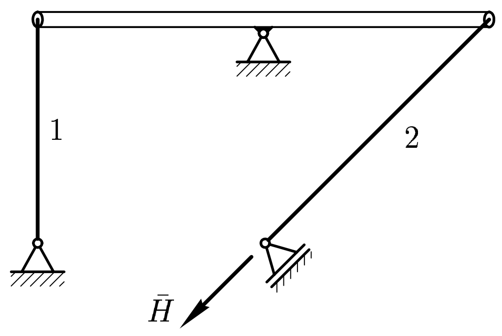
Real belastetes, statisch bestimmtes System:



$$S_1 = X_T \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$S_2 = X_T$$

Virtuell belastetes, statisch bestimmtes System:



$$\bar{S}_1 = \bar{H} \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\bar{S}_2 = \bar{H}$$

Arbeitsprinzip:

$$\bar{H} u_T = \int\limits_{(L_i)} \frac{(S + \alpha_T \Delta T EA)\bar{S}}{EA} dx = \frac{1}{EA} \left\{ \frac{\sqrt{2}}{2} X_T \frac{\sqrt{2}}{2} \bar{H} l + \Big(X_T + \alpha_T \Delta T EA \Big) \bar{H} \sqrt{2} l \right\}$$

$$= \frac{\bar{H} l}{EA} \left\{ \sqrt{2} \alpha_T \Delta T EA + \frac{1}{2} X_T (1 + 2\sqrt{2} \Big) \right\}$$

Verträglichkeit:

$$u_T = 0 \qquad \Longrightarrow \qquad X_T = -\frac{2\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}}\, \alpha_T \Delta T EA$$

$$\Longrightarrow \qquad S_2 = -\frac{2\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}}\, \alpha_T \Delta T EA$$

$$\Longrightarrow \qquad S_1 = -\frac{2}{1 + 2\sqrt{2}}\, \alpha_T \Delta T EA$$

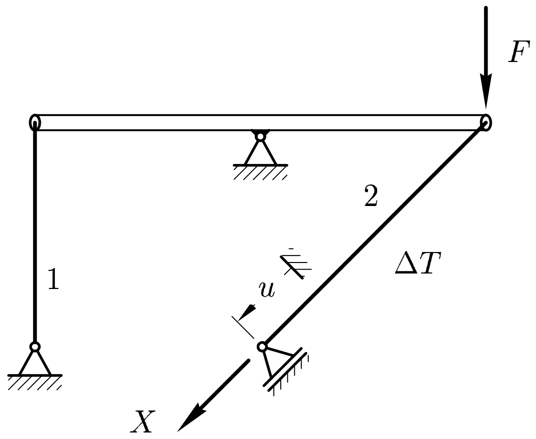
Superposition der Lastfälle F und ΔT:

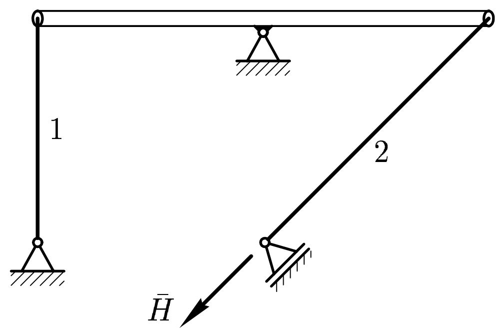
$$S_1 = \frac{2\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}} F - \frac{2}{1 + 2\sqrt{2}} \alpha_T \Delta T EA = \frac{2}{1 + 2\sqrt{2}} (\sqrt{2} F - \alpha_T \Delta T EA)$$

$$S_1 = 0 \quad \textit{für} \qquad \Delta T = \sqrt{2} \frac{F}{EA \alpha_T}$$

Alternative: Belastung F und ΔT gleich von Anfang an

Real belastetes, statisch bestimmtes System: *Virtuell belastetes, statisch bestimmtes System:*





$$S_1 = F + X\frac{\sqrt{2}}{2} \quad \text{mit} \quad \Delta T = 0$$
$$S_2 = X \quad \text{mit} \quad \alpha_T \Delta T E A$$

$$\bar{S}_1 = \bar{H}\frac{\sqrt{2}}{2}$$
$$\bar{S}_2 = \bar{H}$$

Arbeitsprinzip:

$$\bar{H}u = \int\limits_{(L_i)} \frac{(S + \alpha_T \Delta T E A)\bar{S}}{EA}dx = \frac{1}{EA}\left\{\left(F + X\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\bar{H}\frac{\sqrt{2}}{2}l + \left(X + \alpha_T \Delta T E A\right)\bar{H}\sqrt{2}l\right\}$$
$$= \frac{\bar{H}l}{EA}\left\{\frac{\sqrt{2}}{2}F + \sqrt{2}\alpha_T \Delta T E A + \frac{1}{2}X(1 + 2\sqrt{2})\right\}$$

Verträglichkeit:

$$u = 0 \qquad \Longrightarrow \qquad X = -\frac{\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}}\{2\alpha_T \Delta T E A + F\}$$
$$\Longrightarrow \qquad S_1 = \frac{2\sqrt{2}F - 2\alpha_T \Delta T E A}{1 + 2\sqrt{2}}$$

Sonderfälle:

a) F alleine: $S_1 = \dfrac{2\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}}F, \qquad S_2 = -\dfrac{\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}}F, \qquad w = \Delta l_1 = \dfrac{S_1 l_1}{EA_1} = \dfrac{2\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}}\dfrac{Fl}{EA}$

c) $S_1 = 0 \quad \text{für} \quad \Delta T = \sqrt{2}\dfrac{F}{EA\alpha_T}$

Lösung zu Aufgabe 2 [19 Punkte]

a) Endverdrehung ϑ_e

$$\vartheta_e = \vartheta_1 + \vartheta_2$$
$$= \frac{M_T}{G}\Big(\frac{2a}{I_{T1}} + \frac{a}{I_{T2}}\Big) \quad ②$$

$$\text{mit} \quad I_{T1} = 2\pi(2R)^3 t = 16\pi R^3 t \quad ①$$
$$I_{T2} = \frac{\pi}{2}R^4 \quad ①$$

$$\vartheta_e = \frac{M_T}{G}\Big(\frac{2a}{16\pi R^3 t} + \frac{2a}{\pi R^4}\Big)$$
$$= \frac{2\sqrt{3}Fa}{G\pi R^3}\Big(\frac{1}{16t/R} + 1\Big) \quad ①$$

b) Hauptnormalspannung σ_1

Normalspannung: $\sigma_x = \dfrac{F}{A}$

$$\sigma_x^{(1)} = \frac{F}{4\pi Rt} \quad ②$$
$$\sigma_x^{(2)} = \frac{F}{\pi R^2} \quad ②$$

Schubspg: $\tau_{xy} = \tau_{\max} = \dfrac{M_T}{I_T} r_{\max}$

$$\tau_{xy}^{(1)} = \frac{\sqrt{3}FR}{2\pi(2R)^2 t} = \frac{\sqrt{3}F}{8\pi Rt} \quad ②$$
$$\tau_{xy}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}FR}{(\pi/2)R^3} = \frac{2\sqrt{3}F}{\pi R^2} \quad ②$$

größte Normalspannung:

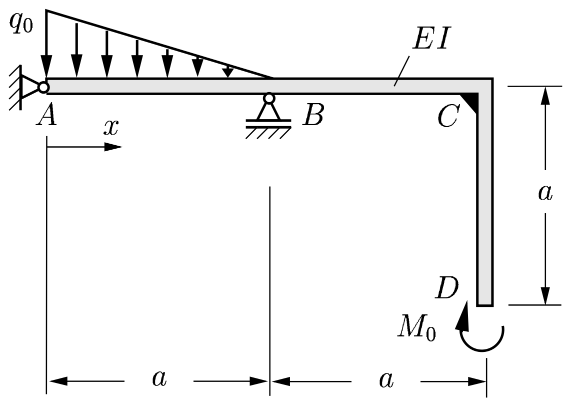
$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\Big(\frac{\sigma_x}{2}\Big)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_1^{(1)} = \frac{F}{\pi Rt}\left[\frac{1}{8} + \sqrt{\Big(\frac{1}{8}\Big)^2 + \Big(\frac{\sqrt{3}}{8}\Big)^2}\,\right] = \frac{3F}{8\pi Rt} \quad ②$$
$$\sigma_1^{(2)} = \frac{F}{\pi R^2}\left[\frac{1}{2} + \sqrt{\Big(\frac{1}{2}\Big)^2 + \big(2\sqrt{3}\big)^2}\,\right] = \frac{4F}{\pi R^2} \quad ②$$

c) Verhältnis t/R

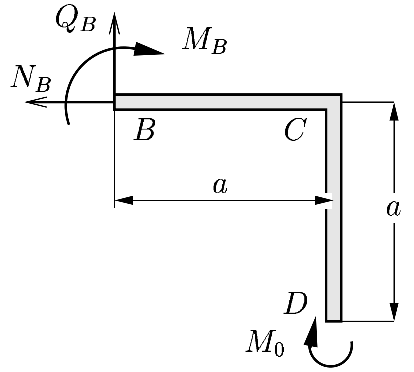
$$\sigma_1^{(1)} = \sigma_1^{(2)} \quad \Rightarrow \quad \frac{3F}{8\pi Rt} = \frac{4F}{\pi R^2} \quad ① \qquad \Rightarrow \quad \frac{t}{R} = \frac{3}{32} \quad ①$$

Lösung zu Aufgabe 3 [20 Punkte]



a) Ermitteln Sie die Biegelinie im Bereich zwischen den Punkten A und B:

$$
\begin{aligned}
EIw_{AB}^{IV} &= -\frac{q_o}{a}x + q_0\,,\\
EIw_{AB}''' &= -Q = -\frac{1}{2}\frac{q_0}{a}x^2 + q_0 x + C_1\,,\\
EIw_{AB}'' &= -M = -\frac{1}{6}\frac{q_0}{a}x^3 + \frac{1}{2}q_0x^2 + C_1x + C_2\,,\\
EIw_{AB}' &= -\frac{1}{24}\frac{q_0}{a}x^4 + \frac{1}{6}q_0x^3 + \frac{1}{2}C_1x^2 + C_2x + C_3\,,\\
EIw_{AB} &= -\frac{1}{120}\frac{q_0}{a}x^5 + \frac{1}{24}q_0x^4 + \frac{1}{6}C_1x^3 + \frac{1}{2}C_2x^2 + C_3x + C_4\,.
\end{aligned}
$$



Randbedingung:

$$
\begin{aligned}
w(0) &= 0 \quad \rightarrow \quad C_4 = 0\,,\\
M(0) &= 0 \quad \rightarrow \quad C_2 = 0\,,\\
&\qquad \overset{\curvearrowleft}{B}: \qquad M_B + M_0 = 0 \quad \rightarrow \quad M_B = -M_0\,,\\
M(a) &= M_B = -M_0 \quad \rightarrow \quad -\frac{1}{6}\frac{q_0}{a}a^3 + \frac{1}{2}q_0a^2 + C_1a = M_0\\
&\qquad \rightarrow \quad C_1 = \frac{1}{a}\left(M_0 - \frac{1}{3}q_0a^2\right)\,,\\
w(a) &= 0 \quad \rightarrow \quad -\frac{1}{120}\frac{q_0}{a}a^5 + \frac{1}{24}q_0a^4 + \frac{1}{6a}\left(M_0 - \frac{1}{3}q_0a^2\right)a^3 + C_3a = 0\\
&\qquad \rightarrow \quad C_3 = \frac{a}{3}\left(\frac{1}{15}q_0a^2 - \frac{1}{2}M_0\right)\,.
\end{aligned}
$$

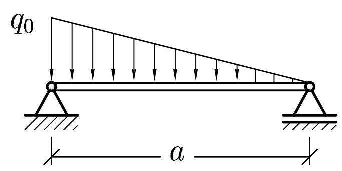
Damit lautet die Biegelinie $w(x)$ im Bereich AB:

$$
w_{AB}(x) = \frac{1}{EI}\left[-\frac{1}{120}\frac{q_0}{a}x^5 + \frac{1}{24}q_0x^4 + \frac{1}{6a}(M_0 - \frac{1}{3}q_0a^2)x^3 + \frac{a}{3}\left(\frac{1}{15}q_0a^2 - \frac{1}{2}M_0\right)x\right]\,.
$$

b) Wie groß ist die Neigung des Balkens am Lager B ?

$$
\begin{aligned}
w_{AB}'(x) &= \frac{1}{EI}\left[-\frac{1}{24}\frac{q_0}{a}x^4 + \frac{1}{6}q_0x^3 + \frac{1}{2a}\left(M_0 - \frac{1}{3}q_0a^2\right)x^2 + \frac{a}{3}\left(\frac{1}{15}q_0a^2 - \frac{1}{2}M_0\right)\right]\,,\\
w_{AB}'(a) &= \frac{1}{EI}\left[-\frac{1}{24}\frac{q_0}{a}a^4 + \frac{1}{6}q_0a^3 + \frac{1}{2a}\left(M_0 - \frac{1}{3}q_0a^2\right)a^2 + \frac{a}{3}\left(\frac{1}{15}q_0a^2 - \frac{1}{2}M_0\right)\right]\,,\\
w_{AB}'(a) &= \frac{1}{EI}\frac{a}{3}\left(M_0 - \frac{7}{120}q_0a^2\right)\,.
\end{aligned}
$$

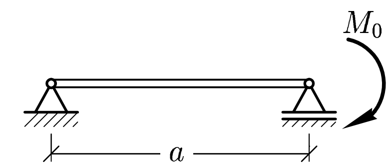
Alternative Lösung zu Aufgabe 3 mittels Biegetafel:



$$w_q(x) = \frac{q_0 a^4}{360EI}\left[7\left(1-\frac{x}{a}\right) - 10\left(1-\frac{x}{a}\right)^3 + 3\left(1-\frac{x}{a}\right)^5\right]$$

$$= -\frac{q_0 a^4}{360EI}\left[-8\frac{x}{a} + 20\frac{x^3}{a^3} - 15\frac{x^4}{a^4} + 3\frac{x^5}{a^5}\right]$$

$$w_q'(a) = -\frac{7}{360EI} q_0 a^3$$



$$w_M(x) = \frac{M_0 a^2}{6EI}\left[-\frac{x}{a} + \left(\frac{x}{a}\right)^3\right]$$

$$w_M'(a) = \frac{2M_0 a}{6EI}$$

$$w = w_q + w_M = \left(\frac{M_0}{6} - \frac{q_0 a^2}{360}\right)\frac{a^2}{EI}\left[-9\frac{x}{a} + 21\frac{x^3}{a^3} - 15\frac{x^4}{a^4} + 3\frac{x^5}{a^5}\right]$$

$$w'(a) = w_q' + w_M' = \left(\frac{M_0}{3} - \frac{7q_0 a^2}{360}\right)\frac{a}{EI}$$

Lösung zu Aufgabe 4a [22 Punkte]

a)

$$u_{\mathrm{P}} = u(a,a) = \frac{3}{2}\beta a \qquad ②$$
$$v_{\mathrm{P}} = v(a,a) = \frac{1}{2}\beta a \qquad ②$$

b)

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} = \beta \qquad ②$$
$$\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\beta}{2} \qquad ②$$
$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\beta}{2} \qquad ②$$

c)

$$\sigma_x = \frac{E}{1-\nu^2}\left(\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y\right) \quad \rightarrow \quad \sigma_x = \frac{\beta}{2}\frac{E}{1-\nu^2}\left(2+\nu\right) \qquad ②$$
$$\sigma_y = \frac{E}{1-\nu^2}\left(\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x\right) \quad \rightarrow \quad \sigma_y = \frac{\beta}{2}\frac{E}{1-\nu^2}\left(1+2\nu\right) \qquad ②$$
$$\tau_{xy} = G\gamma_{xy} = \frac{E}{2(1+\nu)}\gamma_{xy} \quad \rightarrow \quad \tau_{xy} = \frac{\beta}{4}\frac{E}{1+\nu} \qquad ①$$

①

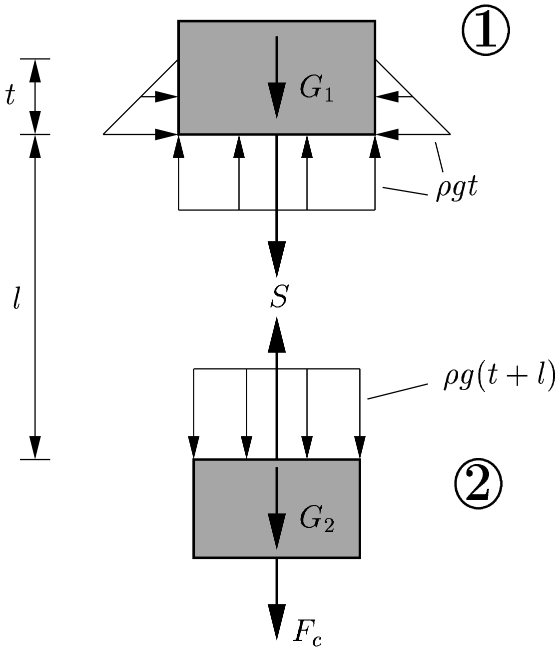
d)

$$\sigma_{1/2} = \frac{\sigma_x+\sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \ldots = \frac{3\beta}{4}\frac{E}{1-\nu} \pm \frac{\beta}{4}\frac{E}{1+\nu}\sqrt{2} \qquad ③$$
$$\tan 2\varphi^* = \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x-\sigma_y} = 1 \qquad ② \qquad \rightarrow \qquad \varphi^* = 22.5^\circ \qquad ①$$

Lösung zu Aufgabe 4b [22 Punkte]

a)

Freikörperbild:



Gleichgewicht:

$$S = 0 \tag{1}$$

Schwimmer $\uparrow$: $-G_1 + \rho g t A_1 = 0$ ① (2)

$$\Rightarrow \quad t = \frac{G_1}{\rho g A_1} \quad ①$$

mit : $h = l + t$

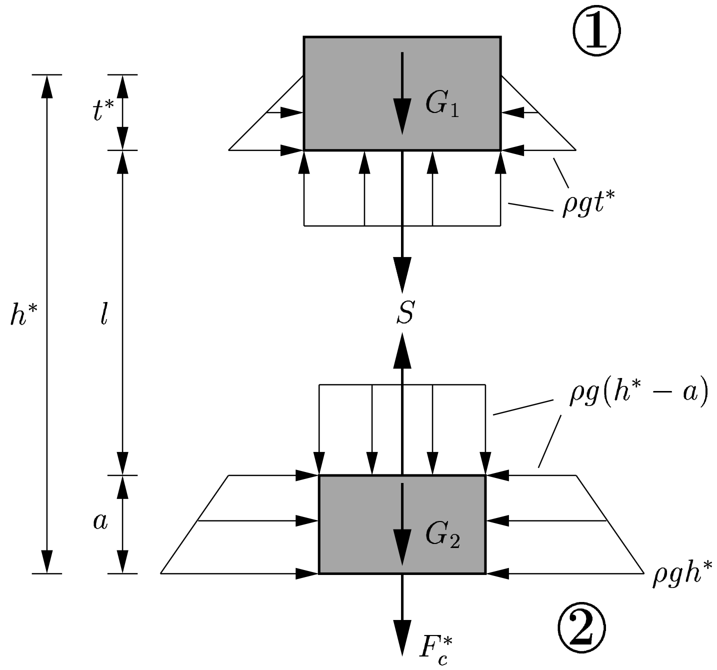
$$\Rightarrow \quad h = l + \frac{G_1}{\rho g A_1} \quad ① \tag{3}$$

Stopfen $\uparrow$: $-G_2 - F_c - \rho g (t + l) A_2 = 0$ ② (4)

$$\Rightarrow \quad F_c = -G_2 - \rho g l A_2 - \frac{A_2}{A_1} G_1 \quad ① \tag{5}$$

b)

Freikörperbild:



mit:

$$h^* = l + a + t^*, \qquad F_c^* = F_c + ca \qquad ② \tag{6}$$

Gleichgewicht:

Schwimmer $\uparrow$: $\quad -G_1 - S + \rho g t^* A_1 = 0 \qquad ②$ (7)

$\Rightarrow \quad S = -G_1 + \rho g(h^* - l - a)A_1$ (8)

Stopfen $\uparrow$: $\quad -G_2 - F_c^* + S - \rho g(h^* - a)A_2 = 0 \qquad ③$ (9)

(6),(8) in (9): $\quad \rho g l A_2 + G_1(A_2/A_1) - ca - G_1 - \rho g(h^* - l - a)A_1 - \rho g(h^* - a)A_2 = 0$

$\rho g(h^* - l - a)(A_1 - A_2) - ca + G_1(A_2/A_1 - 1) = 0$

$\Rightarrow$

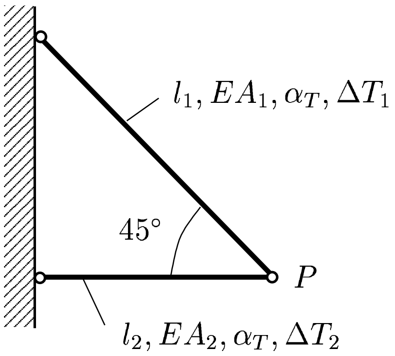
$$h^* = \frac{-G_1(A_2/A_1 - 1) + ca}{\rho g(A_1 - A_2)} + l + a \qquad ① \tag{10}$$

c)

$$\frac{A_1}{A_2} > 1 \qquad ② \tag{11}$$

Lösung zu Aufgabe K1 [2 Punkte]

Bearbeiten Sie die Aufgabe bitte auf diesem Blatt!



Die beiden Stäbe mit den Längen l_1 und l_2 haben unterschiedliche Dehnsteifigkeiten EA_1 und EA_2 aber den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten α_T.

Kreuzen Sie an:

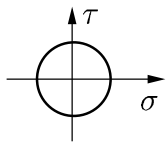
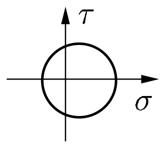
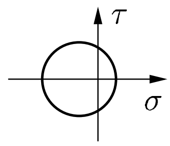
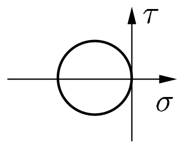
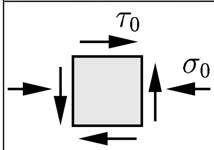
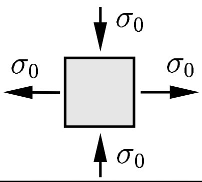
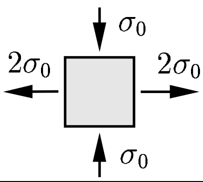
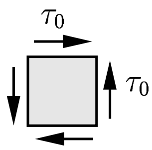
Bei einer Erwärmung der Stäbe um ΔT_1 (Stab 1) und ΔT_2 (Stab 2) erfolgt eine Vertikalverschiebung des Punktes P

	nach oben	nach unten	abhängig von EA_1 und EA_2
$\Delta T_2 = \Delta T_1$			
$\Delta T_2 = 2\Delta T_1$			

Lösung zu Aufgabe K2 [4 Punkte]

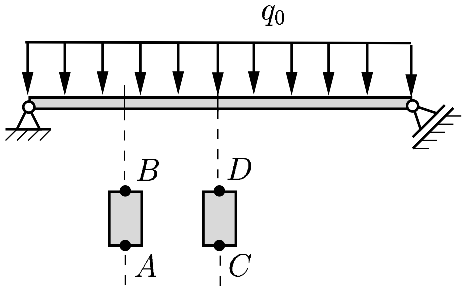
Bearbeiten Sie die Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

Ordnen Sie die Mohrschen Spannungskreise den links skizzierten Belastungszuständen mit $\sigma_0 > 0$, $\tau_0 > 0$ zu!

Lösung zu Aufgabe K3 [2 Punkte]

Bearbeiten Sie die Aufgabe bitte auf diesem Blatt!



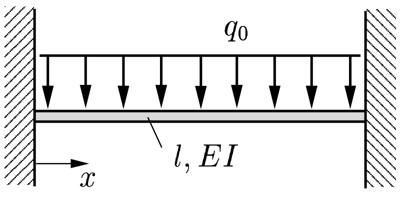
Ordnen Sie die Normalspannungen $\sigma_A, ..., \sigma_D$ in den Punkten $A, ..., D$ des Balkens mit rechteckigem Querschnitt unter Beachtung ihrer Vorzeichen der Größe nach!

$$\square < \square < \square < \square$$

Lösung zu Aufgabe K4 [2 Punkte]

Bearbeiten Sie die Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

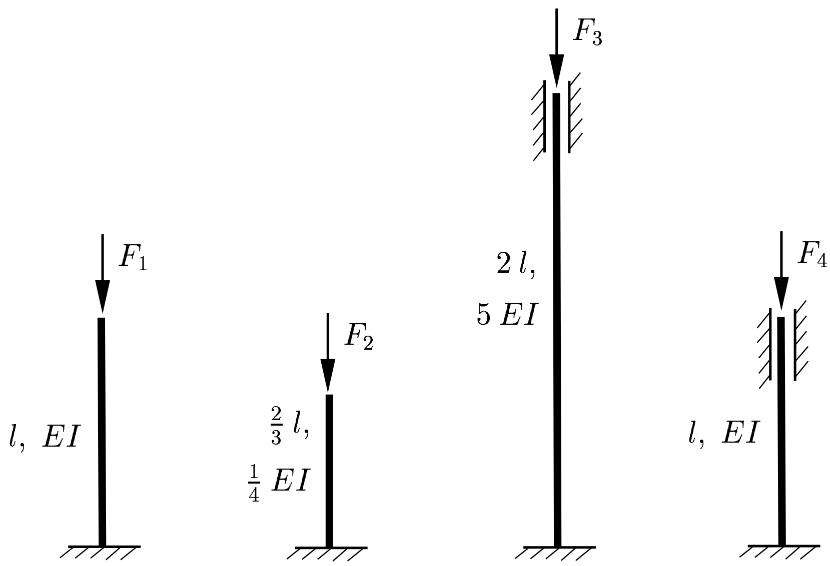
Welcher der angegebenen Momentenverläufe ist richtig?



- ☐ $M(x) = -\frac{q_0 l^2}{12}\left[1 - \left(\frac{x}{l}\right)^2\right]$
- ☐ $M(x) = -\frac{q_0 l^2}{12}\left[1 - 6\,x + 6\,x^2\right]$
- ☐ $M(x) = -\frac{q_0 l^2}{12}\left[1 - 6\left(\frac{x}{l}\right) + 6\left(\frac{x}{l}\right)^2\right]$
- ☐ $M(x) = -\frac{q_0 l^2}{12}\left[\frac{x}{l} - \left(\frac{x}{l}\right)^3\right]$

Lösung zu Aufgabe K5 [4 Punkte]

Bearbeiten Sie die Aufgabe bitte auf diesem Blatt!

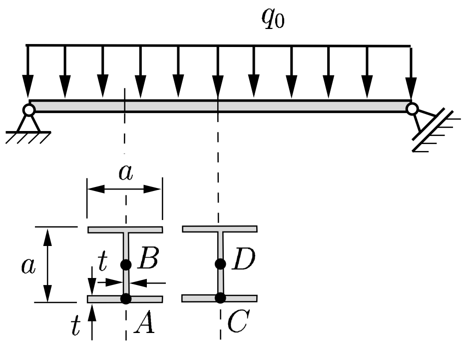


Ordnen Sie die Knicklasten $F_1, \ldots, F_4$ der Größe nach!

$\square < \square < \square < \square$

Lösung zu Aufgabe K6 [2 Punkte]

Bearbeiten Sie die Aufgabe bitte auf diesem Blatt!



An welchem der Punkte $A, \ldots, D$ ist die Schubspannung in den Querschnitten des Doppel-T-Trägers betragsmäßig am größten?

A	B	C	D