

Anforderungen:

Haupttrage:

- 2.1. Griffe: Teleskopgriffe $\rightarrow$ Länge verstellbar
- 2.2. Kanten: immer $\geq 0,5$ mm
- 2.3. Verschluss: Hosenträger-Gurt (1 Verschluss), 2 Beingurte (2 Verschlüsse)
- 2.4. Liege-/Sitzfläche: Beschichtetes Polster, ummantelt von flüssigkeitsabweisendem Material, Strapazierfähig
- 2.5. Länge: 1830 mm, zusätzlich verlängertes Fußteil
- 2.6. Breite: 550 mm
- 2.7. Höhe: stufenlos verstellbar
- 2.8. Masse: Aluminium $\rightarrow$ < 23 kg (möglichst gering halten)
- 2.9. Belastbarkeit: min. 300 kg
- 2.10. Robust: Aluminium-Auflage für Herzdruckmassage
- 2.11. Verriegelung: 2 Räder sind feststellbar
- 2.12. Seitenstützen: Länge 500 mm, Höhe 175 mm, herunterklappbar
- 2.14. Material: auffällige Farbe, Wasser- und Kratzfest, leuchtendes Gelb
- 2.16. Verbindung mit Fahrgestell: ohne Hilfsmittel möglich, schnell & leicht, durch vier Klickverschlüsse
- 2.17. Werkstoff: kein Federn $\rightarrow$ Herz-Lungen-Wiederbelebung möglich
- 2.18. Matratze: Wasserdicht, bequem, befestigt, antirutsch
- 2.19. Kopfstütze: verstellbar, Länge ≥ 600 mm
- 2.20. verstellbares Rückenteil: stufenlos verstellbar ($0^\circ - 90^\circ$), sechs verschiedene Lagerungsarten
- 2.21. Fußteil: Länge ≥ 900 mm, anhebbar $\geq 15^\circ$, Längenverstellbar
- 2.22. nicht Entflammbar
- 4-teilig: Kopf-, Rücken-, Torso bzw. Oberschenkel-, Unterschenkel- bzw. Fußbereich
- Bewegliche Seiten des Polsters im Oberkörperbereich: Für Kinder bequemer & sicherer

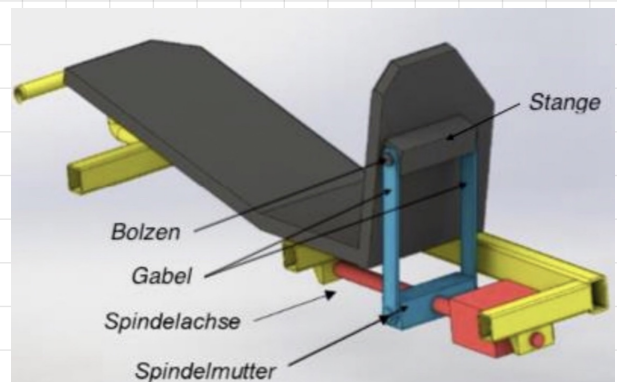


Fahrgestell:

- 3.1. Länge/Breite: Darf Maße der Trage nicht überschreiten
- 3.2. Masse: ≤ 28 kg
- 3.3. Räder: vier Stück, $\varnothing = 100$ mm, zwei 360° drehbar, zwei mit Feststellung
- 3.5. Höhenverstellung: stufenlos
- 3.6. Verbindung: Funktionen bleiben unverändert, einfache Bedienung, nur kontrolliert trennbar
- 3.7. Material: Wasserfest, Kratzfest
- 3.10. Beleuchtung: Reflektoren, Scheinwerfer, Blinklicht
- 3.11. Stauraum: Zubehör unter der Liege
- 3.12. Farbe: Leuchtendes Gelb (Gestell), schwarz (Liege)

Aufnahme:

- 4.1. Belastbarkeit: Kapazität ≥ 300 kg
- 4.2. Handbetrieb: Manuelle Bedienung möglich
- 4.3. Not-Aus: Knopf $\rightarrow$ stoppt alles
- 4.4. EMV: Elektromagnetische Verträglichkeit



Liegeposition Berechnungen: 1 = ebener Zustand, 2 = schiefer Zustand

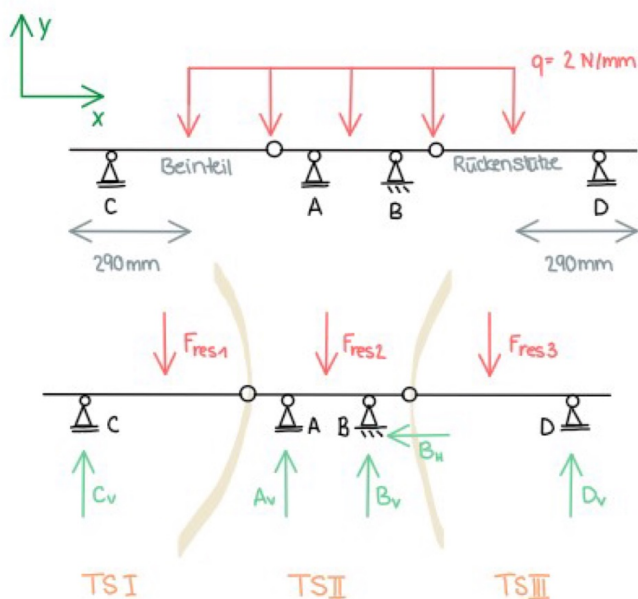
Norm: DIN EN 1865-1

Last auf Liegefläche: 250 kg

Abstand von Kopf- & Fußende: je 290 mm

Lastfall: Trage mit vollausgezogenen Griffen auf Halterung zu lagern

Liegeposition 1 - ebener Zustand: Belastung der Liege



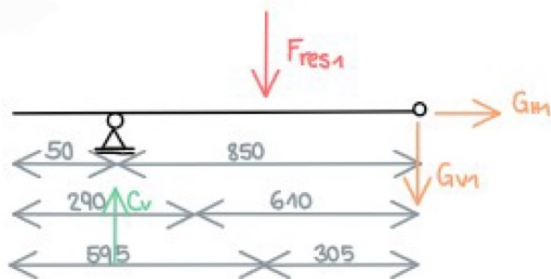
statische Bestimmtheit:

$$\begin{aligned} f &= 3n - (z + a) \\ f &= 3 \cdot 3 - (2 \cdot 2 + 5) \\ f &= 9 - (4 + 5) \\ f &= 9 - 9 \\ f &= 0 \Rightarrow \text{statisch bestimmt} \end{aligned}$$

Gesamtsystem

$$\begin{aligned} \rightarrow \sum H &= 0 \\ - B_h &= 0 \\ B_h &= 0 \end{aligned}$$

TS I



$$F_{res,1} = q \cdot 610 \text{ mm} = 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 610 \text{ mm}$$

$$F_{res,1} = 1220 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum H = 0$$

$$G_{1H} = 0$$

$$\sum M_{G_1} = 0$$

$$-850 \text{ mm} \cdot C_v + 305 \text{ mm} \cdot F_{res,1} = 0$$

$$-850 \text{ mm} \cdot C_v = -372100 \text{ Nmm}$$

$$C_v = 437,76 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum V = 0$$

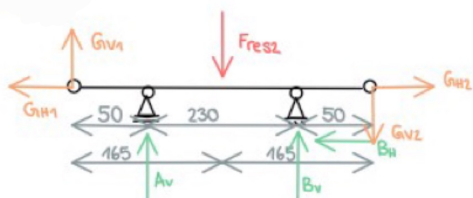
$$C_v - G_{1V} - F_{res,1} = 0$$

$$G_{1V} = C_v - F_{res,1}$$

$$G_{1V} = 437,76 \text{ N} - 1220 \text{ N}$$

$$G_{1V} = -782,24 \text{ N}$$

TS II



$$\rightarrow \Sigma H = 0$$

$$-B_H - G_{H1} + G_{H2} = 0$$

$$B_H = G_{H2} - G_{H1} = G_{H2} - 0$$

$$B_H = G_{H2} \leftarrow (3) \text{ einsetzen}$$

$$B_H = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma V = 0$$

$$A_V + B_V - F_{res2} + G_{V1} - G_{V2} = 0$$

$$A_V = F_{res2} - B_V - G_{V1} + G_{V2}$$

$$A_V = 660 \text{ N} - (-782,24 \text{ N}) - B_V + G_{V2}$$

$$A_V = 1442,24 \text{ N} - B_V + G_{V2} \quad (1)$$

$$F_{res2} = q \cdot 330 \text{ mm} = 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 330 \text{ mm}$$

$$F_{res2} = 660 \text{ N}$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{G_2} = 0$$

$$-50 \text{ mm} \cdot B_V - 280 \text{ mm} \cdot A_V + 165 \text{ mm} \cdot F_{res2} - 330 \text{ mm} \cdot G_{V1} = 0$$

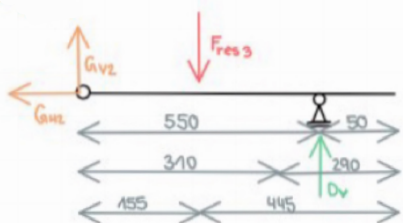
$$280 \text{ mm} A_V = 165 \text{ mm} \cdot 660 \text{ N} - 50 \text{ mm} \cdot B_V - 330 \text{ mm} \cdot (-782,24 \text{ N})$$

$$280 \text{ mm} A_V = 108900 \text{ Nmm} + 258139,2 \text{ Nmm} - 50 \text{ mm} B_V$$

$$280 \text{ mm} A_V = 367039,2 \text{ Nmm} - 50 \text{ mm} B_V$$

$$A_V = 1310,85 \text{ N} - \frac{5}{28} B_V \quad (2)$$

TS III



$$\rightarrow \Sigma H = 0$$

$$-G_{H2} = 0$$

$$G_{H2} = 0 \text{ N} \quad (3)$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{G_2} = 0$$

$$550 \text{ mm} D_V - 155 \text{ mm} \cdot F_{res3} = 0$$

$$550 \text{ mm} D_V = 155 \text{ mm} \cdot 620 \text{ N}$$

$$D_V = 174,73 \text{ N}$$

$$F_{res3} = q \cdot 310 \text{ mm} = 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 310 \text{ mm}$$

$$F_{res3} = 620 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma V = 0$$

$$D_V - F_{res3} + G_{V2} = 0$$

$$G_{V2} = F_{res3} - D_V$$

$$G_{V2} = 620 \text{ N} - 174,73 \text{ N}$$

$$G_{V2} = 445,27 \text{ N} \quad (\text{muss in (1) eingesetzt werden})$$

$$(1) : A_V = 1442,24 \text{ N} - B_V + G_{V2}$$

$$A_V = 1442,24 \text{ N} + 445,27 \text{ N} - B_V$$

$$A_V = 1887,51 \text{ N} - B_V \Rightarrow A_V = 1887,51 \text{ N} - 702,02 \text{ N} = 1185,49 \text{ N} = A_V$$

$$(2) : A_V = 1310,85 \text{ N} - \frac{5}{28} B_V$$

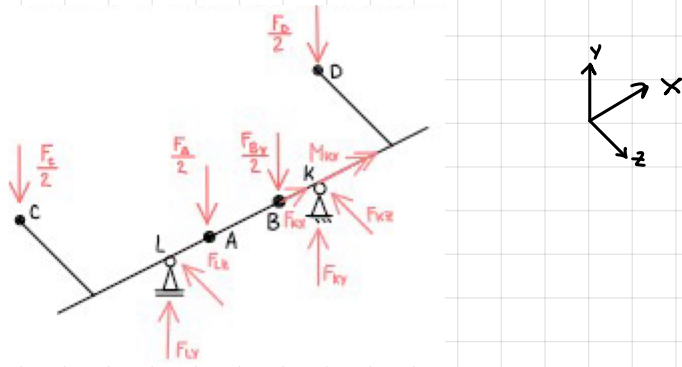
$$\Rightarrow (1) \text{ in } (2) : 1887,51 \text{ N} - B_V = 1310,85 \text{ N} - \frac{5}{28} B_V$$

$$576,66 \text{ N} = -\frac{5}{28} B_V + \frac{23}{28} B_V$$

$$576,66 \text{ N} = \frac{23}{28} B_V$$

$$B_V = \frac{28}{23} \cdot 576,66 \text{ N} = 702,02 \text{ N} = B_V \quad (\text{in (1) einsetzen})$$

Liegeposition 1 - ebener Zustand: Belastung des Rahmens



⇒ Belastung verteilt sich symmetrisch auf beide Längsträger

$$\frac{F_A}{2} = \frac{A_V}{2} = 592,75 \text{ N}$$

$$\frac{F_B}{2} = \frac{B_V}{2} = 351,01 \text{ N}$$

$$\frac{F_C}{2} = \frac{C_V}{2} = 218,88 \text{ N}$$

$$\frac{F_D}{2} = \frac{D_V}{2} = 87,37 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma x = 0$$

$$F_{Kx} = 0 \text{ N}$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{Ly} = 0$$

$$F_{Kz} = 0 \text{ N}$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{Ky} = 0$$

$$F_{Lz} = 0 \text{ N}$$

$$\curvearrowright \Sigma M_{Kz} = 0$$

$$1450 \text{ mm} \cdot \frac{F_C}{2} + 550 \text{ mm} \cdot \frac{F_A}{2} + 320 \text{ mm} \cdot \frac{F_B}{2} - 280 \text{ mm} \cdot \frac{F_D}{2} - 1000 \text{ mm} \cdot F_{Ly} - 1000 \text{ mm} \cdot F_{Lz} = 0$$

$$1000 \text{ mm} \cdot F_{Ly} = 731248,1 \text{ N}$$

$$F_{Ly} = 731,25 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma y = 0$$

$$-\frac{F_A}{2} - \frac{F_B}{2} - \frac{F_C}{2} - \frac{F_D}{2} + F_{Ly} + F_{Ky} = 0$$

$$-592,75 \text{ N} - 351,01 \text{ N} - 218,88 \text{ N} - 87,37 \text{ N} + 731,25 \text{ N} + F_{Ky} = 0$$

$$F_{Ky} = 518,76 \text{ N}$$

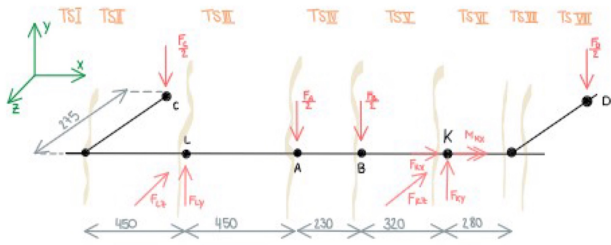
$$\curvearrowright \Sigma M_{Kx} = 0$$

$$M_{Kx} - 275 \text{ mm} \cdot \frac{F_D}{2} - 275 \text{ mm} \cdot \frac{F_C}{2} = 0$$

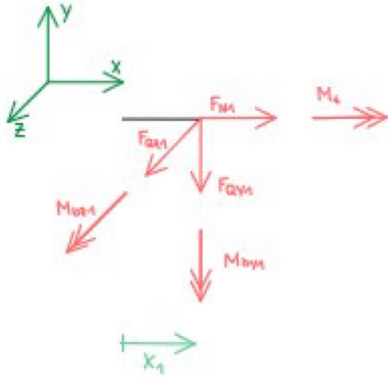
$$M_{Kx} = 275 \text{ mm} (87,37 \text{ N} + 218,88 \text{ N})$$

$$M_{Kx} = 84218,75 \text{ Nmm}$$

Liegeposition 1 - ebener Zustand: Schnittgrößen des Rahmens

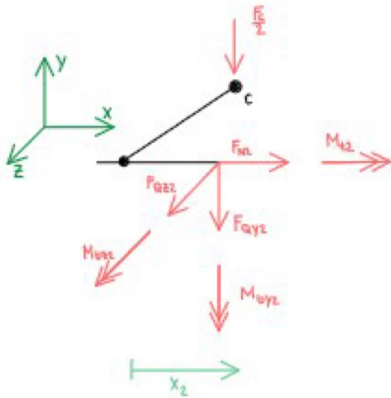


TSI



$$F_{N1} = M_{t1} = F_{Qy1} = M_{by1} = F_{Qz1} = M_{bz1} = 0 \text{ N/Nm}$$

TSII



$$\rightarrow \sum x = 0$$

$$F_{N2} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma M_{Y_2} = 0$$

$$M_{by2} = 0 \text{ Nm}$$

$$\uparrow \Sigma \gamma = 0$$

$$-F_{QY2} - \frac{F_c}{2} = 0$$

$$F_{Qy2} = -218,88 \text{ N}$$

$$\sum M_{zz} = 0$$

$$M_{bz2}(x_2) + x_2 \frac{F_c}{2} = 0$$

$$M_{bz2}(x_2) = -218,88 \text{ N}x_2$$

↙ $\sum z = 0$

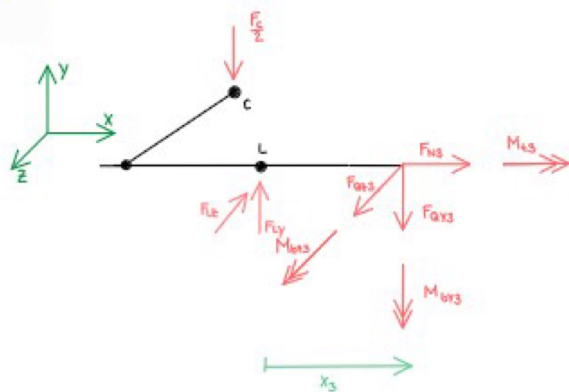
$$F_{Qz2} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \rightarrow \Sigma M_{t2} = 0$$

$$M_{t_2} - 275 \text{ mm} \cdot \frac{F_c}{2} = 0$$

$$M_{t_2} = 60,19 \text{ Nm}$$

TS III



$$\rightarrow \sum x = 0$$

$$F_{N3} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum y = 0$$

$$-F_{Qy3} - \frac{F_c}{2} + F_{Ly} = 0$$

$$F_{Qy3} = 512,37 \text{ N}$$

$$\swarrow \sum z = 0$$

$$F_{Qz2} - F_{Lz} = 0$$

$$F_{Qz2} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum M_{t3} = 0$$

$$M_{t3} + 275 \text{ mm} \cdot \frac{F_c}{2} = 0$$

$$M_{t3} = -60,12 \text{ Nm}$$

$$\uparrow \sum M_{y3} = 0$$

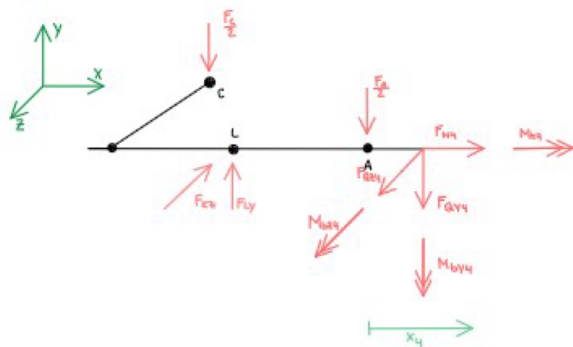
$$M_{by3} = 0 \text{ Nm}$$

$$\swarrow \sum M_{z3} = 0$$

$$M_{bz3}(x_3) - x_3 F_{Ly} + (450 \text{ mm} + x_3) \frac{F_c}{2} = 0$$

$$M_{bz3}(x_3) = -98,5 \text{ Nm} + 512,37 \text{ N} x_3$$

TS IV



$$\rightarrow \sum x = 0$$

$$F_{N4} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum y = 0$$

$$F_{Qy4} - \frac{F_c}{2} - \frac{F_A}{2} + F_{Ly} = 0$$

$$F_{Qy4} = -80,38 \text{ N}$$

$$\swarrow \sum z = 0$$

$$F_{Qz4} - F_{Lz} = 0$$

$$F_{Qz4} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum M_{t4} = 0$$

$$M_{t4} - 275 \text{ mm} \cdot \frac{F_c}{2} = 0$$

$$M_{t4} = 60,19 \text{ Nm}$$

$$\uparrow \sum M_{y4} = 0$$

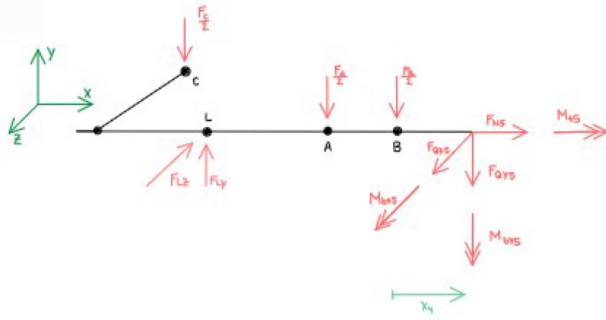
$$M_{by4} = 0 \text{ Nm}$$

$$\swarrow \sum M_{z4} = 0$$

$$M_{bz4}(x_4) + (900 \text{ mm} + x_4) \frac{F_c}{2} + x_4 \frac{F_A}{2} - (450 \text{ mm} + x_4) F_{Ly} = 0$$

$$M_{bz4}(x_4) = 132,05 \text{ Nm} - 80,38 \text{ N} x_4$$

TS V



$$\rightarrow \sum x = 0$$

$$F_{N5} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum y = 0$$

$$-F_{Qy5} - \frac{F_c}{2} - \frac{F_A}{2} - \frac{F_B}{2} + F_{Ly} = 0$$

$$F_{Qy5} = -431,39 \text{ N}$$

$$\downarrow \sum z = 0$$

$$F_{Qz5} - F_{Lz} = 0$$

$$F_{Qz5} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum M_{x5} = 0$$

$$M_{tx5} + 275 \text{ mm} \frac{F_c}{2} = 0$$

$$M_{tx5} = -60,19 \text{ Nm}$$

$$\uparrow \sum M_{y5} = 0$$

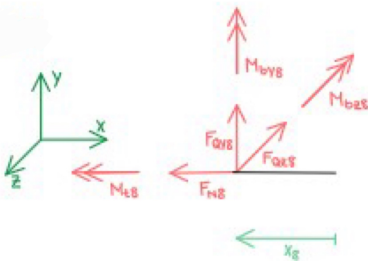
$$M_{by5} = 0 \text{ Nm}$$

$$\downarrow \sum M_{z5} = 0$$

$$M_{bz5}(x_5) + (1130 \text{ mm} + x_5) \frac{F_c}{2} + (230 \text{ mm} + x_5) \frac{F_A}{2} + x_5 \frac{F_B}{2} - (680 \text{ mm} + x_5) F_{Ly} = 0$$

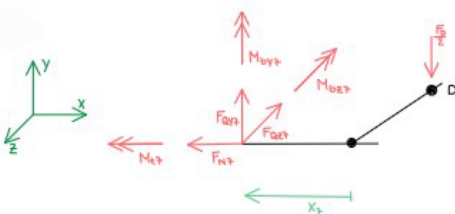
$$M_{bz5}(x_5) = 113,58 \text{ Nm} - 431,39 \text{ N} x_5$$

TS VIII



$$F_{N8} = M_{t8} = F_{Qy8} = M_{by8} = F_{Qz8} = M_{bz8} = 0 \text{ N/Nm}$$

TS VII



$$\rightarrow \sum x = 0$$

$$-F_{N7} = 0 \text{ N} = F_{N7}$$

$$\uparrow \sum y = 0$$

$$F_{Qy7} - \frac{F_D}{2} = 0$$

$$F_{Qy7} = 87,37 \text{ N}$$

$$\downarrow \sum z = 0$$

$$-F_{Qz7} = 0 \text{ N} = F_{Qz7}$$

$$\rightarrow \sum M_{x7} = 0$$

$$-M_{tx7} - 275 \text{ mm} \frac{F_D}{2} = 0$$

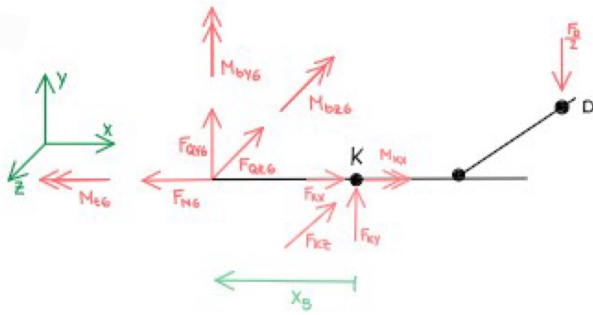
$$M_{tx7} = -24026,75 \text{ Nmm}$$

$$\uparrow \sum M_{y7} = 0$$

$$-M_{by7} = 0 \text{ Nm} = M_{by7}$$

$$\downarrow \sum M_{z7} = 0$$

$$-M_{bz7}(x_7) - x_7 \frac{F_D}{2} = 0 \Rightarrow M_{bz7}(x_7) = -87,37 \text{ N} x_7$$



$$\rightarrow \sum x = 0$$

$$-F_{N6} + F_{Kx} = 0$$

$$F_{N6} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum y = 0$$

$$F_{Qy6} - \frac{F_D}{2} + F_{Ky} = 0$$

$$F_{Qy6} = -431,39 \text{ N}$$

$$\downarrow \sum z = 0$$

$$-F_{Qz6} - F_{Kz} = 0$$

$$F_{Qz6} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum M_{t6} = 0$$

$$-M_{t6} - 275 \text{ mm} \frac{F_D}{2} = 0$$

$$M_{t6} = -24,03 \text{ Nm}$$

$$\uparrow \sum M_{y6} = 0$$

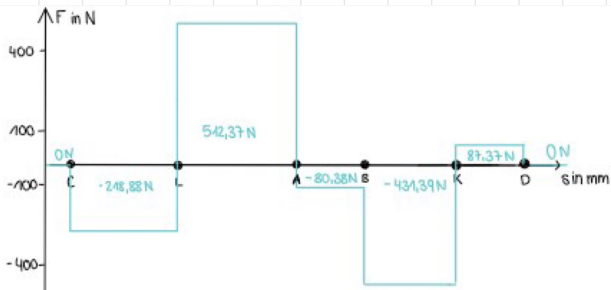
$$-M_{by6} = 0 \text{ Nm} = M_{by6}$$

$$\swarrow \sum M_{z6} = 0$$

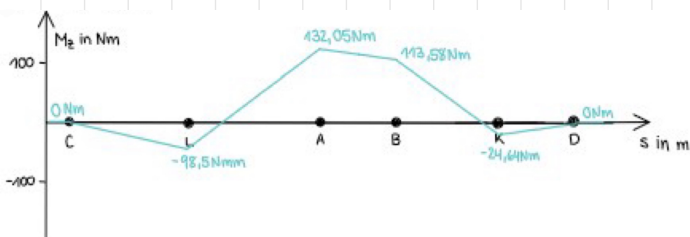
$$-M_{bz6}(x_6) - (280 \text{ mm} + x_6) \frac{F_D}{2} - x_6 F_{Ky} = 0$$

$$M_{bz6}(x_6) = -24,46 \text{ Nm} + 606,13 \text{ N} \cdot x_6$$

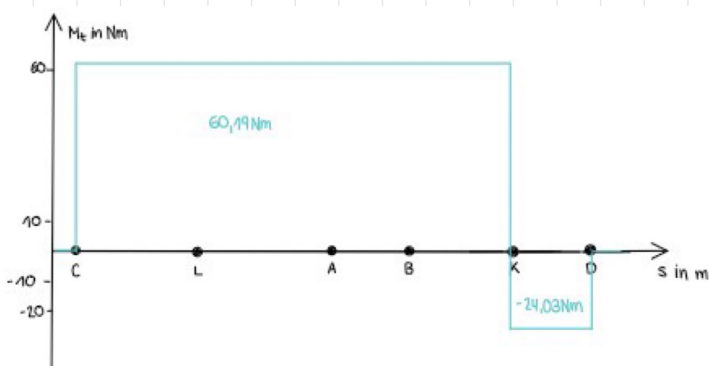
Ebener Zustand - Querkraftverlauf



Ebener Zustand - Biegemomentverlauf



Ebener Zustand - Torsionsmomentverlauf



Liegeposition 2 - angewinkelter Zustand: Belastung der Liege

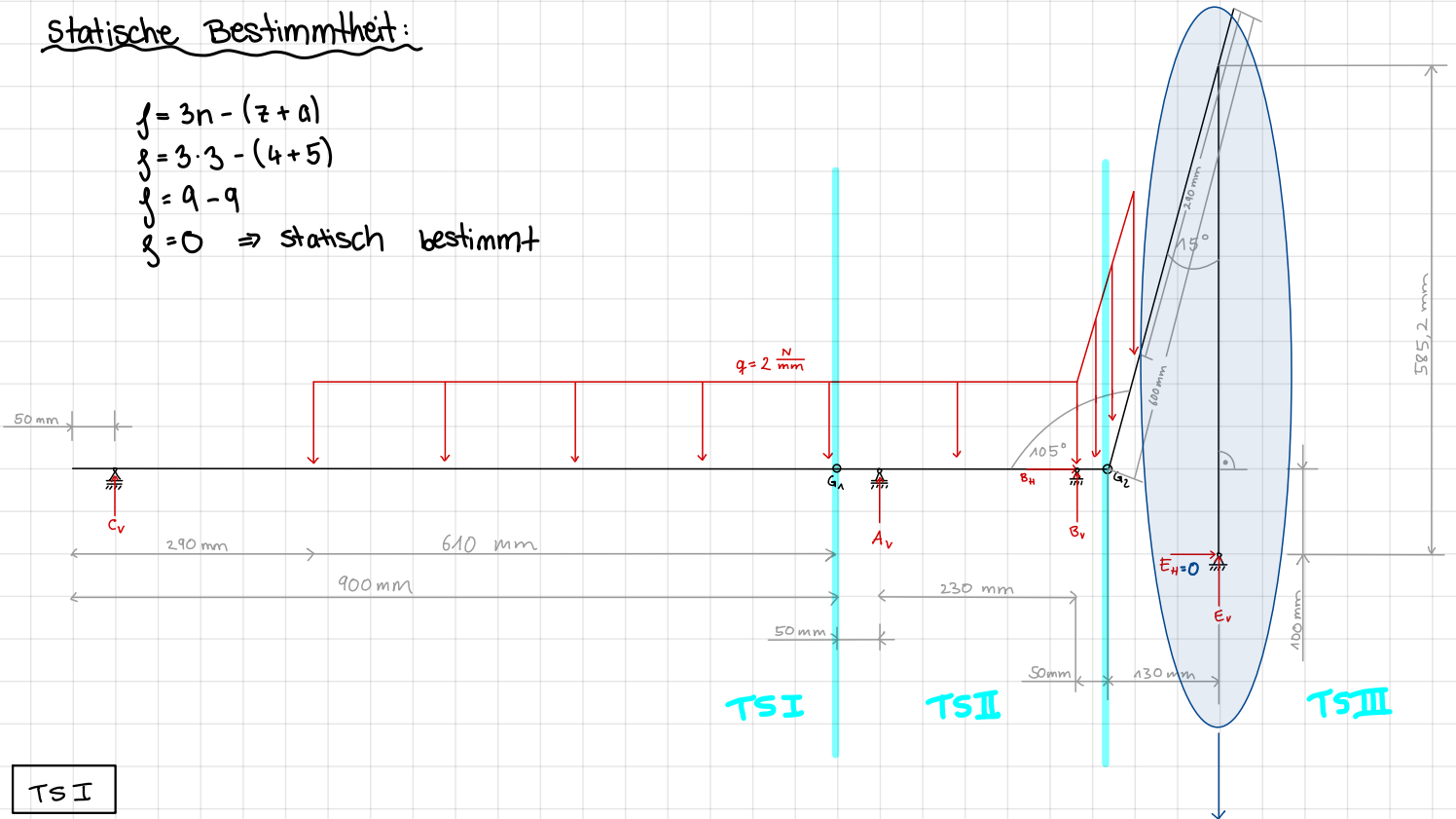
Statische Bestimmtheit:

$$f = 3n - (z + a)$$

$$f = 3 \cdot 3 - (4 + 5)$$

$$f = 9 - 9$$

$$f = 0 \Rightarrow \text{statisch bestimmt}$$



TSI

⇒ siehe Liegeposition 1 - ebener Zustand.

$$G_{1H} = 0 \text{ N}$$

$$G_{1V} = -782,24 \text{ N}$$

$$C_V = 437,76 \text{ N}$$

$$F_{res} = 1220 \text{ N}$$

TS II

⇒ siehe Liegeposition 1 - ebener Zustand.

$$A_V = 1185,49 \text{ N}$$

$$B_V = 702,02 \text{ N}$$

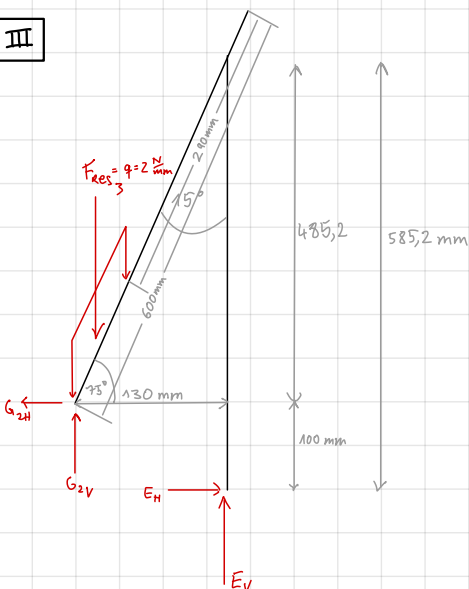
$$B_H = 0 \text{ N}$$

$$F_{res2} = 660 \text{ N}$$

$$G_{2H} = 0 \text{ N}$$

$$G_{2V} = 445,27 \text{ N}$$

TS III



$$F_{res3} = (600 \text{ mm} - 290 \text{ mm}) \cdot 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}} = 310 \text{ mm} \cdot 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$F_{res3} = 620 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma V = 0$$

$$E_V + G_V - F_{res3} = 0$$

$$E_V = F_{res3} - G_V$$

$$E_V = 620 \text{ N} - 445,27 \text{ N}$$

$$E_V = 174,73 \text{ N}$$

$$\rightarrow \Sigma H = 0$$

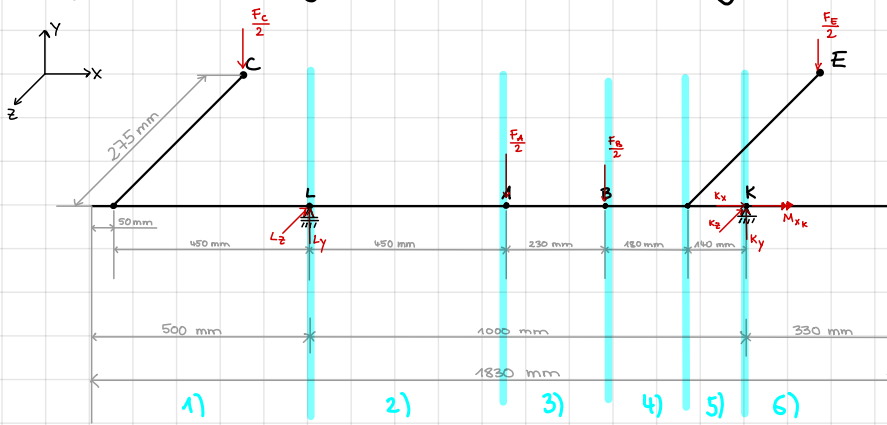
$$E_H - G_{2H} = 0$$

$$E_H = G_{2H}$$

$$E_H = 0 \text{ N} \rightarrow \text{Pendelstütze}$$

Pendelstütze:
Reduktion auf 1-wärtiges Lager
möglich

Liegeposition 2 - angewinkelter Zustand: Belastung des Rahmens



Belastung ist symmetrisch auf beide Längsträger verteilt $\Rightarrow$ Lagerreaktionen = Belastung Rahmen

$$\frac{F_A}{2} = \frac{A_v}{2} = \frac{1185,49 \text{ N}}{2} = 592,745 \text{ N} : \text{ an Punkt A}$$

$$\frac{F_B}{2} = \frac{B_v}{2} = \frac{702,02 \text{ N}}{2} = 351,01 \text{ N} : \text{ an Punkt B}$$

$$\frac{F_C}{2} = \frac{C_v}{2} = \frac{437,76 \text{ N}}{2} = 218,88 \text{ N} : \text{ an Punkt C}$$

$$\frac{F_E}{2} = \frac{E_v}{2} = \frac{174,73 \text{ N}}{2} = 87,365 \text{ N} : \text{ an Punkt E}$$

$$\curvearrowright \sum M_K = 0$$

$$-L_y \cdot 1000 \text{ mm} + \frac{F_A}{2} \cdot 550 \text{ mm} + \frac{F_B}{2} \cdot 320 \text{ mm} + \frac{F_E}{2} \cdot 140 \text{ mm} + \frac{F_C}{2} \cdot 1450 \text{ mm} = 0$$

$$L_y \cdot 1000 \text{ mm} = \frac{F_A}{2} \cdot 550 \text{ mm} + \frac{F_B}{2} \cdot 320 \text{ mm} + \frac{F_E}{2} \cdot 140 \text{ mm} + \frac{F_C}{2} \cdot 1450 \text{ mm}$$

$$L_y \cdot 1000 \text{ mm} = 592,745 \text{ N} \cdot 550 \text{ mm} + 351,01 \text{ N} \cdot 320 \text{ mm} + 87,365 \text{ N} \cdot 140 \text{ mm} + 218,88 \text{ N} \cdot 1450 \text{ mm}$$

$$L_y = \frac{592,745 \text{ N} \cdot 550 \text{ mm} + 351,01 \text{ N} \cdot 320 \text{ mm} + 87,365 \text{ N} \cdot 140 \text{ mm} + 218,88 \text{ N} \cdot 1450 \text{ mm}}{1000 \text{ mm}}$$

$$L_y = 767,94 \text{ N}$$

$$\curvearrowright \sum M_K = 0$$

$$M_{xK} - \frac{F_C}{2} \cdot 275 \text{ mm} - \frac{F_E}{2} \cdot 275 \text{ mm} = 0$$

$$M_{xK} = \frac{F_C}{2} \cdot 275 \text{ mm} + \frac{F_E}{2} \cdot 275 \text{ mm}$$

$$M_{xK} = 84217,375 \text{ Nmm}$$

$$\rightarrow \sum X = 0$$

$$K_x = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum Y = 0$$

$$-\frac{F_C}{2} + L_y - \frac{F_A}{2} - \frac{F_B}{2} + K_y - \frac{F_E}{2} = 0$$

$$K_y = \frac{F_C}{2} + \frac{F_A}{2} + \frac{F_B}{2} + \frac{F_E}{2} - L_y$$

$$K_y = 482,06 \text{ N}$$

$$\curvearrowright \sum M_K = 0$$

$$L_z = 0$$

$$\swarrow \sum Z = 0$$

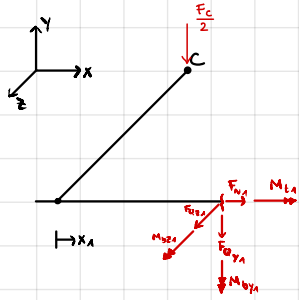
$$L_z + K_z = 0$$

$$0 + K_z = 0$$

$$K_z = 0$$

Liegeposition 2 - angewinkelter Zustand: Schnittgrößen vom Rahmen

1)



$$\rightarrow \Sigma x = 0$$

$$F_{N1} = 0 \text{ N}$$

$$\downarrow \Sigma z = 0$$

$$F_{Qz1} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma y = 0$$

$$-F_{Qy1} - \frac{F_c}{2} = 0$$

$$F_{Qy1} = -\frac{F_c}{2}$$

$$F_{Qy1} = -218,88 \text{ N}$$

$$\downarrow \Sigma M_{by1} = 0$$

$$M_{by1} = 0 \text{ Nmm}$$

$$\swarrow \Sigma M_{bz1} = 0$$

$$M_{bz1} + \frac{F_c}{2} \cdot x_1 = 0$$

$$M_{bz1} = -218,88 \text{ N} \cdot x_1$$

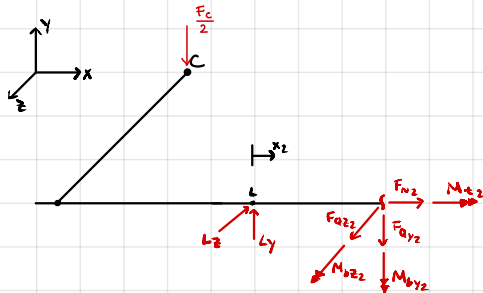
$$\rightarrow \Sigma M_{tx1} = 0$$

$$M_{tx1} - \frac{F_c}{2} \cdot 275 \text{ mm} = 0$$

$$M_{tx1} = 218,88 \text{ N} \cdot 275 \text{ mm}$$

$$M_{tx1} = 60192 \text{ Nmm}$$

2)



$$\rightarrow \Sigma x = 0$$

$$F_{N2} = 0 \text{ N}$$

$$\downarrow \Sigma z = 0$$

$$F_{Qz2} - L_z = 0$$

$$F_{Qz2} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma y = 0$$

$$L_y - F_{Qy2} - \frac{F_c}{2} = 0$$

$$F_{Qy2} = 767,94 \text{ N} - 218,88 \text{ N}$$

$$F_{Qy2} = 549,06 \text{ N}$$

$$\downarrow \Sigma M_{by2} = 0$$

$$M_{by2} = 0 \text{ Nmm}$$

$$\rightarrow M_{tx2} = 0$$

$$M_{tx2} - \frac{F_c}{2} \cdot 275 \text{ mm} = 0$$

$$M_{tx2} = 218,88 \text{ N} \cdot 275 \text{ mm}$$

$$M_{tx2} = 60192 \text{ Nmm}$$

$$\swarrow \Sigma M_{bz2} = 0$$

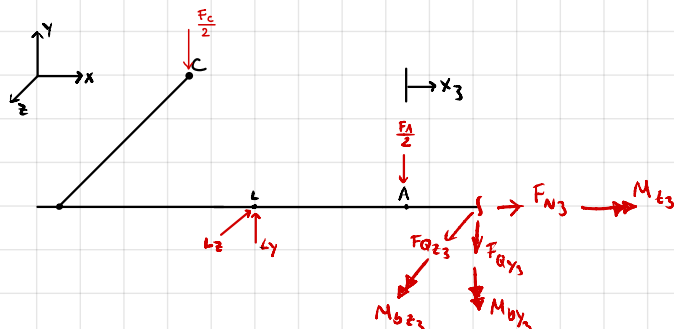
$$M_{bz2} - L_y \cdot x_2 + \frac{F_c}{2} \cdot (450 \text{ mm} + x_2) = 0$$

$$M_{bz2} = 767,94 \text{ N} \cdot x_2 - 218,88 \text{ N} (450 \text{ mm} + x_2)$$

$$M_{bz2} = 767,94 \text{ N} x_2 - 98496 \text{ Nmm} - 218,88 \text{ N} x_2$$

$$M_{bz2} = 549,06 \text{ N} x_2 - 98496 \text{ Nmm}$$

3)



$$\uparrow \Sigma y = 0$$

$$-F_{Qy3} - \frac{F_A}{2} - \frac{F_c}{2} + L_y = 0$$

$$F_{Qy3} = -218,88 \text{ N} + 767,94 \text{ N} - 592,245 \text{ N}$$

$$F_{Qy3} = -43,185 \text{ N}$$

$$\rightarrow \Sigma M_{tx3} = 0$$

$$M_{tx3} - \frac{F_c}{2} \cdot 275 \text{ mm} = 0$$

$$M_{tx3} = 60192 \text{ Nmm}$$

$$\downarrow \Sigma M_{by3} = 0$$

$$M_{by3} = 0 \text{ Nmm}$$

$$\swarrow \Sigma M_{bz3} = 0$$

$$M_{bz3} + \frac{F_c}{2} (900 \text{ mm} + x_3) - L_y (450 \text{ mm} + x_3) + \frac{F_A}{2} x_3 = 0$$

$$M_{bz3} = -218,88 \text{ N} (900 \text{ mm} + x_3) + 767,94 \text{ N} (450 \text{ mm} + x_3) - 592,245 \text{ N} x_3$$

$$M_{bz3} = -196992 \text{ Nmm} - 218,88 \text{ N} x_3 + 845573 \text{ Nmm} + 767,94 \text{ N} x_3 - 592,245 \text{ N} x_3$$

$$M_{bz3} = -43,185 \text{ N} x_3 + 148581 \text{ Nmm}$$

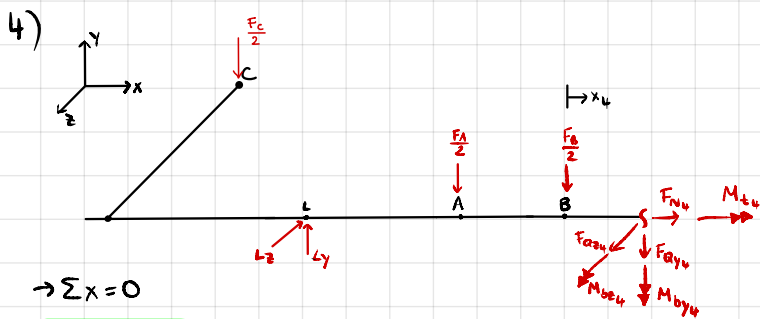
$$\downarrow \Sigma z = 0$$

$$F_{Qz3} - L_z = 0$$

$$F_{Qz3} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \Sigma x = 0$$

$$F_{N3} = 0 \text{ N}$$



$$\rightarrow \Sigma x = 0$$

$$F_{Nu} = 0 \text{ N}$$

$$\downarrow \Sigma z = 0$$

$$F_{Qz4} - L_z = 0$$

$$F_{Qz4} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma y = 0$$

$$-F_{Qy4} - \frac{F_A}{2} - \frac{F_B}{2} - \frac{F_C}{2} + L_y = 0$$

$$F_{Qy4} = -592,745 \text{ N} - 351,01 \text{ N} - 218,88 \text{ N} + 767,94 \text{ N}$$

$$F_{Qy4} = -394,695 \text{ N}$$

$$\rightarrow \Sigma M_{t4} = 0$$

$$M_{t4} - \frac{F_C}{2} \cdot 275 \text{ mm} = 0$$

$$M_{t4} = 60192 \text{ Nmm}$$

$$\downarrow \Sigma M_{by4} = 0$$

$$M_{by4} = 0 \text{ Nmm}$$

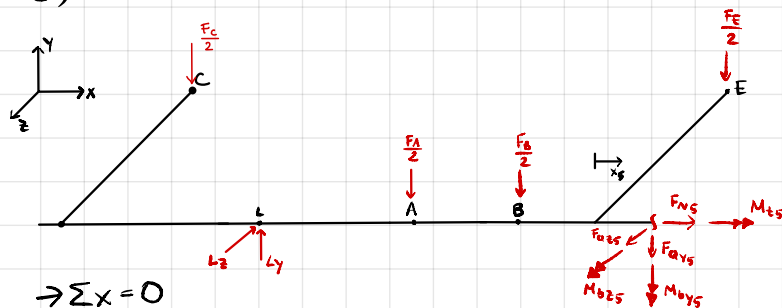
$$\downarrow \Sigma M_{bz4} = 0$$

$$M_{bz4} + \frac{F_B}{2} x_4 + \frac{F_A}{2} (230 \text{ mm} + x_4) - L_y (680 \text{ mm} + x_4) + \frac{F_C}{2} (1130 \text{ mm} + x_4) = 0$$

$$M_{bz4} = -351,01 \text{ N} x_4 - 136331,35 \text{ Nmm} - 592,745 \text{ N} x_4 + 522199,2 \text{ Nmm} + 767,94 \text{ N} x_4 - 247334,4 \text{ Nmm} - 218,88 \text{ N} x_4$$

$$M_{bz4} = -394,695 \text{ N} x_4 + 138533,45 \text{ Nmm}$$

5)



$$\rightarrow \Sigma x = 0$$

$$F_{N5} = 0 \text{ N}$$

$$\downarrow \Sigma z = 0$$

$$F_{Qz5} - L_z = 0$$

$$F_{Qz5} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \Sigma y = 0$$

$$-F_{Qy5} - \frac{F_A}{2} - \frac{F_B}{2} - \frac{F_C}{2} - \frac{F_E}{2} + L_y = 0$$

$$F_{Qy5} = -\frac{F_A}{2} - \frac{F_B}{2} - \frac{F_C}{2} - \frac{F_E}{2} + L_y$$

$$F_{Qy5} = -592,745 \text{ N} - 351,01 \text{ N} - 218,88 \text{ N} - 87,365 \text{ N} + 767,94 \text{ N}$$

$$F_{Qy5} = -482,06 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum M_{t5} = 0$$

$$M_{t5} - \frac{F_c}{2} \cdot 275 \text{ mm} - \frac{F_E}{2} \cdot 275 \text{ mm} = 0$$

$$M_{t5} = 84217,375 \text{ Nmm}$$

$$\downarrow \sum M_{by5} = 0$$

$$M_{by5} = 0 \text{ Nmm}$$

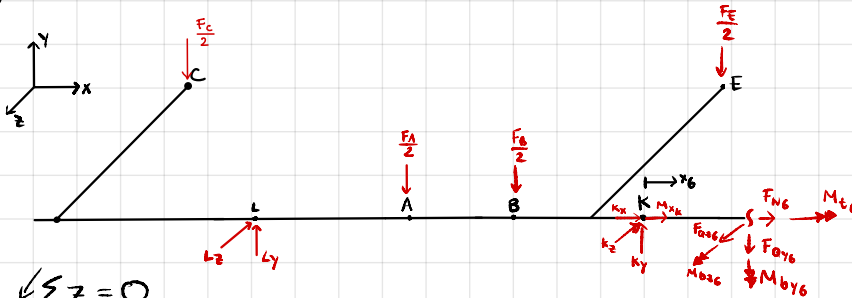
$$\swarrow \sum M_{Bz5} = 0$$

$$M_{Bz5} + \frac{F_c}{2} (1310 \text{ mm} + x_5) - L_y (860 \text{ mm} + x_5) + \frac{F_A}{2} (410 \text{ mm} + x_5) + \frac{F_B}{2} (180 \text{ mm} + x_5) + \frac{F_E}{2} x_5 = 0$$

$$M_{Bz5} = -286732,8 \text{ Nmm} - 218,88 \text{ N} x_5 + 660428,4 \text{ Nmm} + 767,94 \text{ N} x_5 - 243025,45 \text{ Nmm} - 592,745 \text{ N} x_5 - 63181,8 \text{ Nmm} - 351,01 \text{ N} x_5 - 87,365 \text{ N} x_5$$

$$M_{Bz5} = 67488,35 \text{ Nmm} - 482,06 \text{ N} x_5$$

6)



$$\downarrow \sum z = 0$$

$$F_{Qz6} - k_z - L_z = 0$$

$$F_{Qz6} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum x = 0$$

$$F_{N6} + k_x = 0$$

$$F_{N6} = 0 \text{ N}$$

$$\uparrow \sum y = 0$$

$$-F_{Qy6} + k_y - \frac{F_E}{2} - \frac{F_B}{2} - \frac{F_A}{2} - \frac{F_c}{2} + L_y = 0$$

$$F_{Qy6} = k_y + L_y - \frac{F_E}{2} - \frac{F_B}{2} - \frac{F_A}{2} - \frac{F_c}{2}$$

$$F_{Qy6} = 482,06 + 767,94 - 87,365 - 351,01 - 592,745 - 218,88$$

$$F_{Qy6} = 0 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum M_{t6} = 0$$

$$M_{t6} + M_{x6} - 275 \text{ mm} \left(\frac{F_c}{2} + \frac{F_E}{2} \right) = 0$$

$$M_{t6} = 275 \text{ mm} \left(\frac{F_c}{2} + \frac{F_E}{2} \right) - M_{x6}$$

$$M_{t6} = 84217,375 - 84217,375$$

$$M_{t6} = 0 \text{ Nmm}$$

$$\downarrow \sum M_{By6} = 0$$

$$M_{By6} = 0 \text{ Nmm}$$

$$\swarrow \sum M_{Bz6} = 0$$

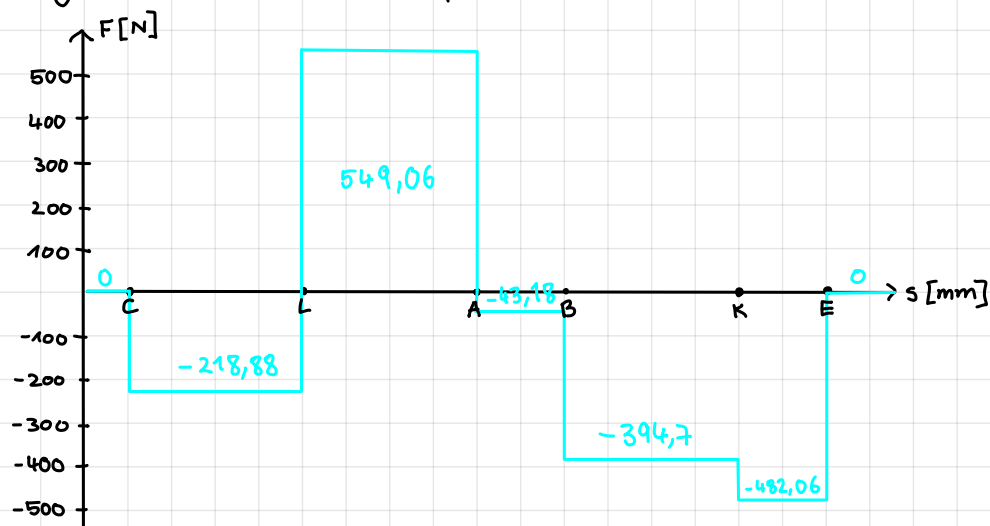
$$M_{Bz6} - k_y x_6 + \frac{F_E}{2} (140 \text{ mm} + x_6) + \frac{F_B}{2} (320 \text{ mm} + x_6) + \frac{F_A}{2} (550 \text{ mm} + x_6) - L_y (1000 \text{ mm} + x_6) + \frac{F_c}{2} (1450 \text{ mm} + x_6) = 0$$

$$M_{Bz6} = k_y x_6 - \frac{F_E}{2} (140 \text{ mm} + x_6) - \frac{F_B}{2} (320 \text{ mm} + x_6) - \frac{F_A}{2} (550 \text{ mm} + x_6) + L_y (1000 \text{ mm} + x_6) - \frac{F_c}{2} (1450 \text{ mm} + x_6)$$

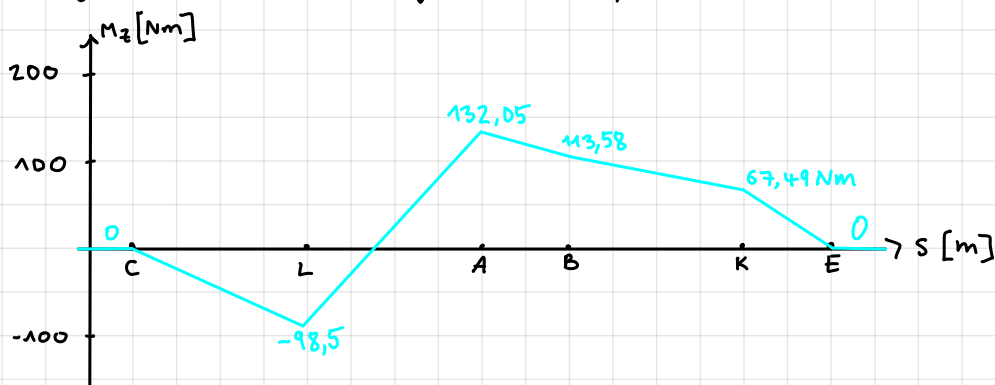
$$M_{Bz6} = 482,06 \text{ N} x_6 - 12231,1 \text{ Nmm} - 87,365 \text{ N} x_6 - 12323,2 \text{ Nmm} - 351,01 \text{ N} x_6 - 326009,75 \text{ Nmm} - 592,745 \text{ N} x_6 + 767940 \text{ Nmm} + 767,94 \text{ N} x_6 - 317376 \text{ Nmm} - 218,88 \text{ N} x_6$$

$$M_{Bz6} = -0,05 \text{ Nmm} \approx 0 \text{ Nmm}$$

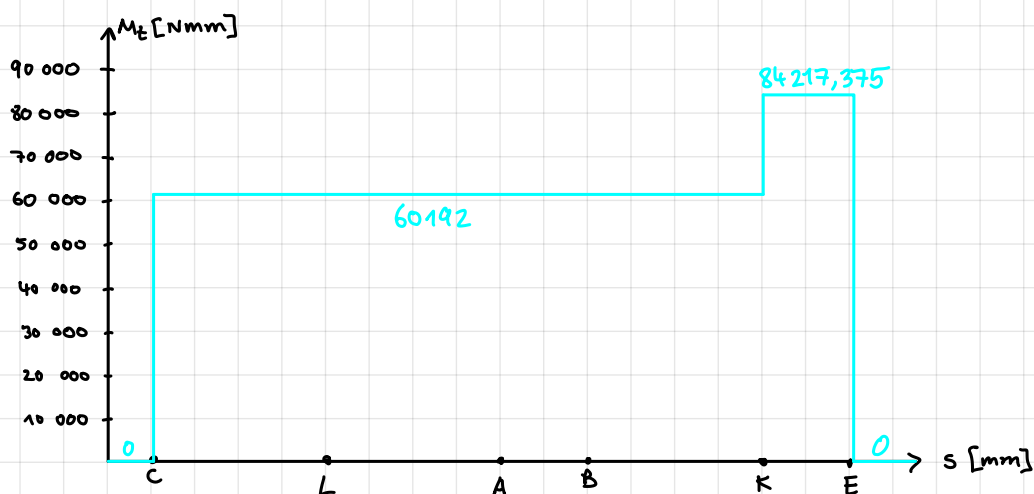
Angewinkelter Zustand - Querkraftverlauf



Angewinkelter Zustand - Biegemomentverlauf



Angewinkelter Zustand - Torsionsmomentverlauf



Beurteilung:

Bei der Berechnung wurde der Lastfall in Anlehnung an eines der Prüfverfahren aus der DIN EN 1865-1 gewählt. Um zu prüfen, ob eine Verformung des Rahmens stattfindet, wird eine Last von 250 kg gleichmäßig auf der Liegefläche der Trage verteilt. Am Kopf- und Fußende der Liegefläche werden jeweils ein Abstand von 290 mm gehalten.

Bei der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass die Belastung durch eine konstante Flächenlast simuliert wird.

Durch die Schnittgrößenverläufe wird deutlich, dass sowohl im Zustand 1, wie auch im Zustand 2 Position A die Stelle der maximalen Beanspruchung darstellt. Position A ist der Bereich an dem sich die Hüfte des Patienten befindet.

Anzumerken ist, dass im Normalfall der Rumpf eines Patienten mehr wiegt als dessen Extremitäten. Somit ist die Belastung auf die Trage keine konstante Flächenlast. Da das durchschnittliche Körpergewicht weit unter 250 kg liegt, kann diese Ungenauigkeit außer Acht gelassen werden.

Bolzenverbindung

gegebene Werte:

$$F_E = 190 \text{ N}$$

$$t_s = 300 \text{ mm}$$

$$t_g = 30$$

$$R_m = 400 \text{ N/mm}^2$$

Wahl der Passung:

- Stange Übermaß, Gabel Spielpassung

⇒ Wir benötigen eine Spielpassung, damit das Gelenk drehbar ist. Eine Passung muss dabei eine Übermaßpassung sein, sodass der Bolzen nicht horizontal verschiebbar ist. Wir wählen die Stange als Übermaßpassung, aufgrund einfacher Montierbarkeit. Der Einspannfaktor k beträgt $k = 1,1$.

Bestimmung des Faktors K_A :

Es handelt sich um eine hin- und hergehende Bewegung. Beim Auflegen des Patienten kann es zu stoßhaften Belastungen kommen. Wir wählen $K_A = 1,4$.

Bestimmung der zulässigen Spannung $\sigma_{b,zul}$:

Es handelt sich um eine schwellende Belastung:

$$\sigma_{b,zul} = 0,2 \cdot R_m = 0,2 \cdot 400 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ N/mm}^2$$

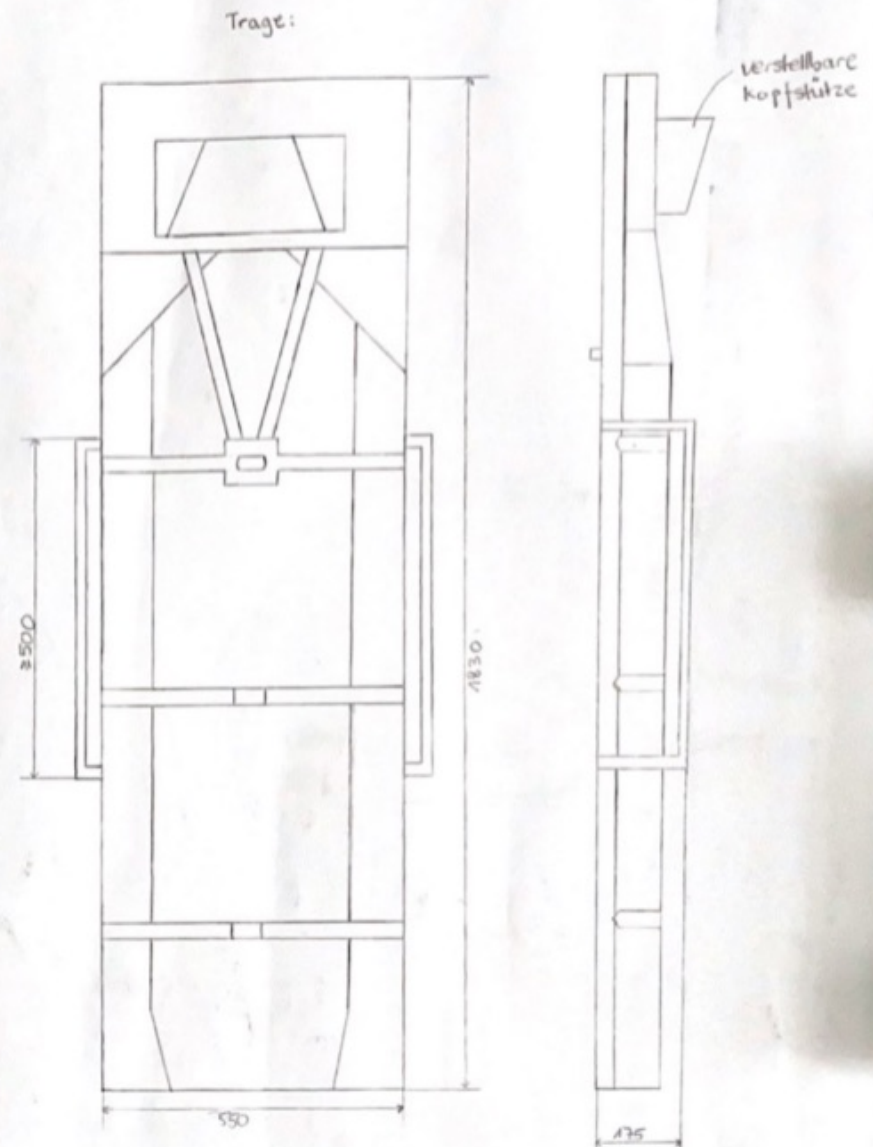
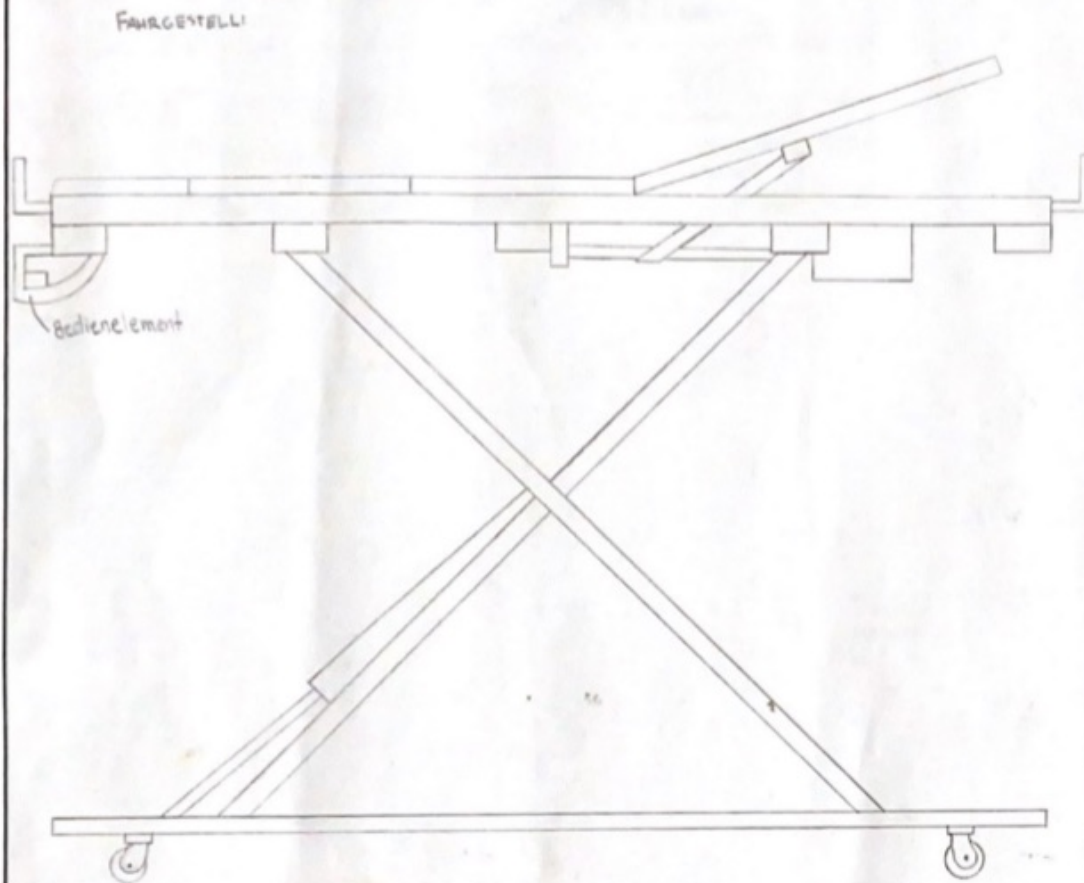
Berechnung von d_{min} :

$$d_{min} = k \cdot \sqrt{\frac{K_A \cdot F}{\sigma_{b,zul}}} = 1,1 \cdot \sqrt{\frac{1,4 \cdot 190 \text{ N}}{80 \text{ N/mm}^2}} = 2,006 \text{ mm}$$

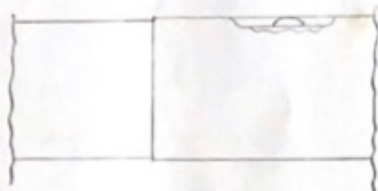
Wahl des Bolzendurchmessers:

Wir wählen $d = 3 \text{ mm}$. Dies ist der erste Bolzendurchmesser (DIN 2340), der die Last ertragen kann.

$$\rightarrow d \geq d_{min} = 2,006 \text{ mm}$$



Detail 1: verschieblicher Handgriff

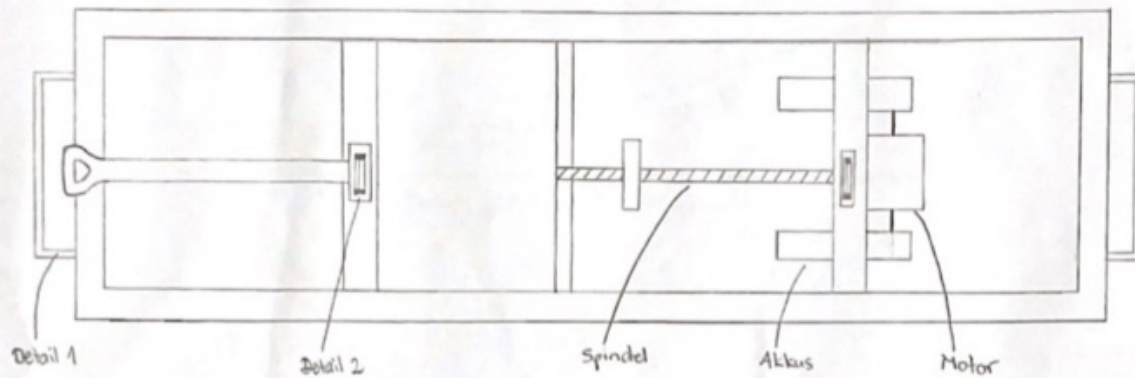


Detail 2: Sicherungsmechanismus

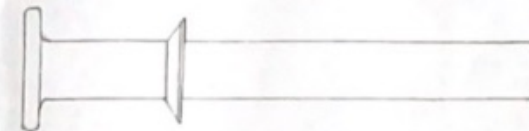


Allgometoleranzen DIN ISO 2768-mK	Werkstückkanten ISO 13715	Maßstab 1:10
Verantwortliche Abteilung/Projekt Institut für Medizingerätetechnik	Genehmigt von Prof. Dr.-rer.-nat. habil P.-Pott	Erstellt durch GESA HÖHN
	Dokumentenart	Dokumentenstatus
Institut für Medizingerätetechnik IMW	Titel	Seriennummer
Werkstoff	SB.	Ausgabedatum
		Papierformat
		Blatt

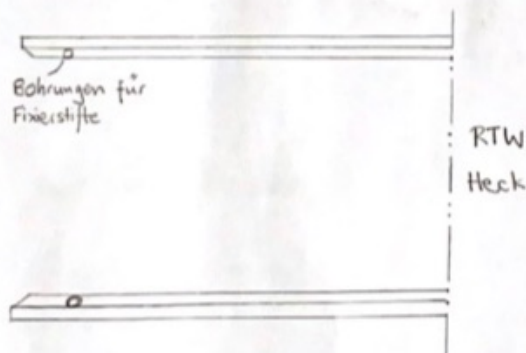
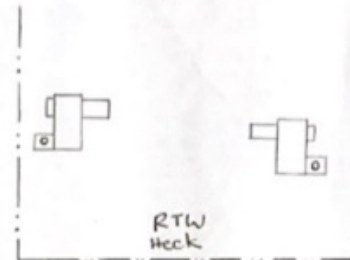
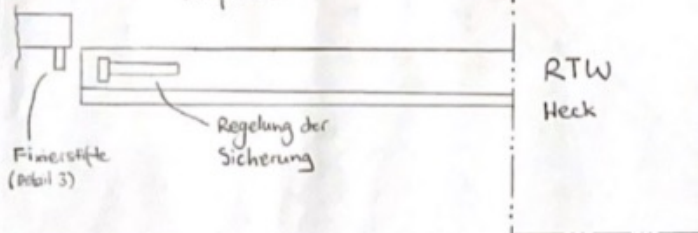
Rahmen:



Detail 3: Fixierstift nach DIN 13073



Aufnahme:



Abgemeintoleranzen DIN ISO 2768-mK	Werkstückkanten ISO 13715	Maßstab 1:10
Verantwortliche Abteilung/Projekt Institut für Medizingerätetechnik	Genehmigt von Prof. Dr.-rer.-nat. habil P.-Pest	Erstellt durch GESA HÖHN
	Dokumentenart	Dokumentenstatus
Institut für Medizingerätetechnik IMT	Titel	
	Werkstoff	Sik.
	Ausgabedatum	Blatt