

Aufgabe 7

a) Flug zum Einsatzgebiet bei maximaler Reichweite

$$C_{A, \text{max}} = \sqrt{C_{w0} \pi A e} = \cancel{0,0298} = \cancel{0,0298} \quad 0,670$$

$$\text{Mit } C_w = C_{w0} + \frac{1}{\pi A e} C_A^2 \\ = 0,0298 + 0,0207 C_A^2$$

$$\text{Gleitzahl } E = \frac{C_{w0}}{C_A} + \frac{C_A}{\pi A e} = \cancel{0,0298} \quad 0,09777$$

Fluggeschw. ~~Wahrnehmungswert~~

$$v = \sqrt{\frac{26}{\rho S C_A}} = 78,27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$b) R_{PA} = \frac{m}{C_{PA}} \cdot (E) \cdot \ln \left(\frac{M_{T0C}}{M_{0A}} \right)$$

$$M_{0A} = 3766 \text{ kg}$$

c) Jetzt mit maximaler Flugdauer

~~Wahrnehmungswert~~

$$R_{PA} = \frac{m}{C_{PA}} \cdot E \cdot \ln \left(\frac{M_{BE}}{M_{T0D}} \right)$$

$$M_{BE} = 3787 \text{ kg}$$

$$d) C_{A, \text{Emax}} = \sqrt{3 C_{w0} \pi A e} = 7,096$$

$$C_{w, \text{Emax}} = 0,7792$$

$$v_{\text{Emax}} = \sqrt{\frac{26}{\rho S C_A}} = 57,72 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_{\text{Emax}} = 76620 \text{ s} \approx 4637 \text{ min}$$

Wahrnehmungswert
 durch A Bedeckungsgebiet
 Wahrnehmungswert im
 W. Bereich Flug??

Aufgabe 1

a) Lösen mit Breguet-Formel

$$R_{TL} = \frac{V}{C_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_W} \right) \cdot \ln \left(\frac{M_{14}}{M_5} \right)$$

$$\frac{M_5}{M_{14}} = 0,8203$$

b) 200 NM = 370,4 km

$$E_{\text{Durchstart, steigflug}} = 0,988$$

$$E_{200NM} = \frac{M_5}{M_{14}} = 0,9855 \quad (\text{analog wie in } R_{TL} \text{ bei a))}$$

$$E_{\text{Holding}} = \frac{M_7}{M_8} = 0,98940 \quad (\text{mit Gleichung für } E_{\text{Holding}} \text{ und } E=0,56)$$

$$\text{Masseverhältnis für die Reserve: } E_{\text{Reserve}} = 0,9587$$

$$c) \frac{M_7}{M_0} = \frac{M_7}{M_8} \cdot \frac{M_8}{M_9} \cdot \frac{M_9}{M_{10}} \cdot \dots = 0,7548$$

$$d) M_{0,j=0} = 80000 \text{ kg} = \text{Pfund } 7,764 \cdot 10^5 \text{ lbs}$$

$$M_0 = M_p + M_N + M_{WR} + M_L$$

$$\Rightarrow \frac{M_p + M_N}{7 - \frac{M_{WR}}{M_0} - \frac{M_L}{M_0}}$$

$$\frac{M_{WR}}{M_0} = 7 - \frac{M_0}{M_0} = 0,2452$$

$$\left(\frac{M_L}{M_0} \right)_{j=1} = A \cdot M_0^c = 0,4947$$

$$M_{0,j=1} = 77480 \text{ kg}$$

$$\frac{|M_0 - M_{01}|}{M_0} = 0,0575 > 0,5\%$$

$$\left(\frac{M_L}{M_0} \right)_{j=2} = 0,49$$

$$M_{0,j=2} = 76280 \text{ kg}$$

↳ Ungenauigkeit: Vielleicht bei der Umrechnung in Pfund oder schon bei vorheriger Aufgabe?

$$\frac{|M_0 - M_{01}|}{M_0} = 0,07549 > 0,5\%$$

$$M_L = M_{0,j=2} \cdot \left(\frac{M_L}{M_0} \right) = 37380 \text{ kg}$$

Aufgabe 2

$$a) \frac{M_0}{s} = 635 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{mit } M_0 = 77500 \text{ kg}$$

$$s = 722 \text{ m}^2$$

$$b) M_{0,j=0} = 77500 \text{ kg}$$

~~$$M_{0,j=1} = M_p + M_N + M_{WR} + M_L = 77500 \text{ kg}$$~~

~~$$M_{0,j=2} = M_p + M_N + M_{WR} + M_L + M_{\text{Rest}} + M_{\text{Puffer}} + M_{WR}$$~~

b) $M_{0,j=0} = 77500 \text{ kg}$

$S_{j=0} = 722 \text{ m}^2$

$M_{FL,j=1} = C_1 \cdot M_{0,j=0}^{0,557} \cdot S_{j=0}^{0,649} = 9038 \text{ kg}$

Werte aus Aufgabe 1 werden hier weiterbenutzt! Ab hier außerdem weiterrechnen mit Zwischenswerten aus Musterlösung.

$M_{0,j=1} = M_P + M_N + M_{KR} + M_L = \frac{M_P + M_N + M_L}{1 - (\frac{M_{KR}}{M_0})} = 78860 \text{ kg}$

$\frac{|M_0 - M_0^1|}{M_0} = 0,07755 > 0,5\%$

$S_{j=1} = 724,2 \text{ m}^2$

$M_{FL,j=2} = 9232 \text{ kg}$

$M_{0,j=2} = 79720 \text{ kg}$ $S_{j=2} = 724,6 \text{ m}^2$

$\frac{|M_0 - M_0^1|}{M_0} = 0,003292 < 0,5\% \quad \checkmark$

Zuletzt kann man auch ablesen, dass die Werte sich nicht mehr ändern, da die Werte konstant sind.

Aufgabe 3

a) $M_{0,j=0} = 79727 \text{ kg} = \frac{M_P + M_N}{1 - (\frac{M_{KR}}{M_0}) - (\frac{M_L}{M_0})}$

Partiell ableiten

$S_{j=0} = 724,60 \text{ m}^2$

Diese Form weil nur M_P und M_N als absolute Werte vorliegen / gesucht sind

~~$M_{0,j=1} = 79727 \text{ kg}$~~

~~$M_{0,j=2} = 79727 \text{ kg}$~~

$\frac{\partial M_0}{\partial M_N} = \frac{1}{1 - (\frac{M_{KR}}{M_0}) - (\frac{M_L}{M_0})} = 3,542 \text{ kg}$

Worum? Annahme, dass Verhältnisse gleich bleiben

b) $\frac{M_0}{M_0} = \frac{M_P + M_N + M_L}{1 - (\frac{M_{KR}}{M_0})}$

$\frac{\partial M_0}{\partial M_L} = \frac{1}{1 - (\frac{M_{KR}}{M_0})} = 1,325 \text{ kg}$

Aufgabe 4

a) $DOC_W = M_{KR} \cdot P_{KR} = 13580 \text{ €} \quad 77737 \text{ €}$

$DOC_{Finanz} = 6526 \text{ €} \quad \checkmark$ Fehler war, Reserve mit einberechnen...

$DOC_{Gesü} = 9047 \text{ €} \quad \checkmark$

$DOC = 5,074 \text{ €} / 100 \text{ kWh} \quad 4,83 \text{ €} / 100 \text{ kWh}$

d) Optimales Reiseflug

$$\left(\frac{m_0}{s}\right)_{\text{opt}} = \left(\frac{m_0}{s}\right)_{\text{FK}} = \left(\frac{m_0}{m_{\text{CR}}}\right) \frac{g}{g} C_A^* = 555 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$e) \frac{F}{m_0 \cdot g} = \left(\frac{F}{F_{\text{CR}}}\right) \cdot \left[\frac{C_{w_0} \cdot g}{\left(\frac{m_0}{s}\right) \cdot g} + \frac{(m_0/s) \cdot g}{7 \pi \cdot \lambda \cdot e} \cdot \left(\frac{m_{\text{CR}}}{m_0}\right)^2 \right] = 0,2156$$

$$\left(\frac{F}{m_0 \cdot g}\right)_{\text{opt}} = 0,3149$$

$$\left(\frac{F}{m_0 \cdot g}\right)_{\text{pa}} = 0,3775$$

~~Flügelklappen, andere Lage Begrenzung Grenzwertbereich des Reiseflugs~~

~~Flügelklappen gehen beide - also das schwächere wählen~~

f) Auslegungspunkt sollte der Reiseflug sein $\rightarrow \frac{m_0}{s} = 555 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Nur Fowler-Klappen können also gewählt werden

Triebwerke passen knapp beide, also das schwächere von beiden \rightarrow 5A7

g) 15% mehr Abflugmasse

$$m_0 = 1,15 \cdot m_{0,\text{alt}} = 82920 \text{ kg}$$

$$\text{neue Flächenlast: } \left(\frac{m_0}{s}\right) = \left(\frac{m_0}{s}\right)_{\text{alt}} \cdot 1,15 = 638,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

neue Flächenlast außerhalb des Entwurfsfensters, es muss also

$$\left(\frac{m_0}{s}\right) = 597 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}, \text{ damit Fowlerklappe reicht}$$

Dafür muss die Flächenlast der Basisversion zu $579,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ reduziert werden

(Weg vom optimalen Betriebspunkt)

Und es muss das stärkere Triebwerk installiert werden (5B7)

↳ bei der neuen Version

$$h) \frac{m_0}{s} = 597 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ mit } m_0 = 82920 \text{ kg}$$

$$s = 738,9 \text{ m}^2$$

Aufgabe 2

Aufgabe 2

a) gegeb. $M_0 = 78000 \text{ kg}$ $S = 720 \text{ m}^2$ $F = 236 \text{ kN}$ $S_{\text{TOFL}} = 2735 \text{ m}$

~~$\frac{F}{M_0 \cdot g} = \frac{k_{TO} \cdot \frac{M_0}{S}}{C_{Amax, TO} \cdot \sigma_{STOFL}}$~~

$$\frac{F}{M_0 \cdot g} = \frac{k_{TO}}{C_{Amax, TO} \cdot \sigma_{STOFL}} \left(\frac{M_0}{S} \right) ; k_{TO} = 2,45$$

$$C_{Amax, TO} = 2,478$$

b) $\frac{F}{M_0 \cdot g} = \left(\frac{m_{climb}}{M_0} \right) \frac{a_e}{a_e - 1} (\kappa_{min, OEI} + \epsilon)$

$$\epsilon = 0,7302 = \frac{C_w}{C_A}$$

$$\frac{C_A}{C_w} = 7,68 \rightarrow \text{Nur Klappenstellungen 1 und 2 kommen infrage}$$

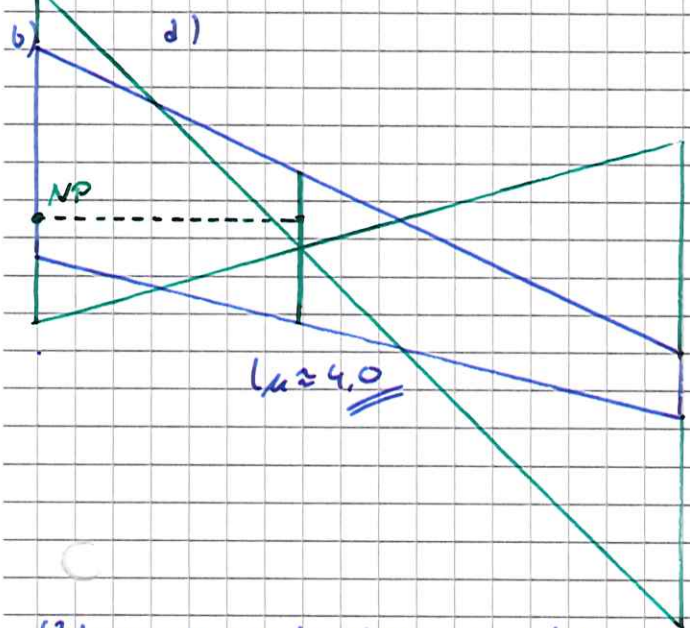
3. zusammen mit Aufgabenteil a) : Klappenstellung 2 muss gewählt werden

Aufgabe 1

a) $S = \frac{L_i + L_a}{2} \cdot b = 727,3 \text{ m}^2$

c) $A = \frac{b^2}{5} = 9,485$

$\lambda = \frac{L_a}{L_i} = 0,3$



$L_N = \frac{2}{3} \frac{1+\lambda+\lambda^2}{1+\lambda} L_i = 3,927$

Unterschall → Neutralpunkt bei 25% Bezugstügelteufe

Aufgabe 2

a) $L_N = \frac{2}{5} \int_0^{b/2} L^2(x) dx$

$L(x) = 2x = L_i \cdot \sqrt{1 - \frac{x^2}{(b/2)^2}}$

$L_N = \frac{8}{3\pi} L_i$

b) $x_{NP} = \frac{1}{4} L_N = \frac{2}{3\pi} L_i$

Aufgabe 3

a) β : Zweistrahlige, Reiseflug 6 km, Ausweichend Kraftstoff?

$V_{kr} = (0,59 \cdot \frac{5^2}{6} (d/L)_i \cdot \frac{1+\lambda\sqrt{1+\lambda^2}}{(1+\lambda)^2}) 0,95 0,995 \tau = \frac{(d/L)_0}{(d/L)_1}$

aus A:
 $b = 36,07$

$V_{kr} = 20,54 \text{ m}^3$

b) $R_{TL} = \frac{1}{C_{TL} C_w} \sqrt{\frac{2 G C_w}{\rho S}} \ln\left(\frac{M_A}{M_E}\right) \frac{m_4}{m_5}$

$\frac{M_{kr}}{M_0} = 1 - \frac{M_{kr}}{M_0} = 1 - \left(\frac{m_5}{m_{20}} \cdot \frac{m_4}{m_5} \cdot \frac{m_3}{m_4} \cdot \frac{m_0}{m_3}\right)$

$M_0 = 77000 \text{ kg}$

$\frac{m_4}{m_5} = 0,8428$

$R_{TL} = 4546 \text{ km}$

~~Ergebnis~~

c) Neues Kraftstoffverhältnis im RF müsste $\frac{m_H}{m_S} = 0,7979$ sein

Rüchrechnung von Aufgabenteil b) zeigt:

$$\left(\frac{M_{kr}}{M_0}\right)_{\text{neu}} = 0,2553$$

$$M_{kr,\text{neu}} = 79660 \text{ kg}$$

$$V_{kr,\text{neu}} = 24,57 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tank,neu}} = 25,93 \text{ m}^3$$

Vergrößerung z. B. möglich über Trimmtank im Heck

Aufgabe 1a) geg: $b = 70 \text{ m}$

$$\bar{v}_H = \frac{S_H - F_H}{S \cdot L_H}$$

Bei Rechteckflügel ist Bezugsflügeltiefe einfach die Flügeltiefe

mit $b = 70 \text{ m}$ Maßstab ermitteln und S, S_H, L_H ablesen

$$S = 76,3 \text{ m}^2$$

$$\bar{v}_H = 0,4793$$

$$S_H = 2,5 \text{ m}^2$$

b) $\bar{v}_S = \frac{S_S \cdot F_S}{S \cdot b}$

Genau gleiches Vorgehen
 S_S mit Trapezformel berechnen

$$r_H = 5 \text{ m}$$

$$\bar{v}_S = 0,04$$

$$L_H = 7,6 \text{ m}$$

c) $L = 8,5$

$$L = \frac{b^2}{S} \rightarrow b = 10,777 \text{ m}$$

$$\bar{v}_S = \frac{S_S \cdot F_S}{S \cdot b}$$

$$S_S = 7,74$$

Aufgabe 2

Nach der Abbildung muss gelten:

$$A_F \cdot \Delta X_S + M_{OF} - A_H (r_0 - \Delta X_S) = 0$$

$$A_F + A_H - G = 0$$

F

T

L

L

$$A_F = \frac{\rho}{2} v^2 C_A S$$

kann nicht berechnet werden, kann aber mit Kräftegleichgewicht umgehen werden

$$A_F = G - A_H$$

$$(G - A_H) \Delta X_S + M_{0F} - A_H (\Gamma_0 - \Delta X_S) = 0$$

Neutralpunkt bei $\frac{3}{4} L_{\mu}$

$$\Delta X_S = X_S - \Gamma_{\text{Nacel-UP, F}} \Rightarrow$$

$$G = M_0 \cdot g$$

$$M_{0F} = \frac{\rho}{2} v^2 C_H S L_{\mu}$$

	A_H [N]
Reiseflug 1	- 777
Reiseflug 2	220,5
Bekehrflug	- 725,7
Landeanflug	- 529,5

Aufgabe 7

a) ges: W

~~$$C_{w0} = C_{w0} + \frac{C_A^2}{\pi \rho A e} = C_{w0} + \frac{C_A^2}{\pi \rho A e}$$~~

~~$$C_{w0} = C_{w0} + \frac{S_{\text{wet}}}{S_{\text{ref}}} = 0,0055$$~~

$$W = W_0 + W_i$$

$$W = C_{\text{ref}} \rho S_{\text{wet}} + \frac{(mg)^2}{\pi \rho b^2 e} \quad \text{mit } q = \frac{\rho}{2} v^2$$

$$W = 477,3 \text{ N}$$

b) $C_w = C_{w0} + \frac{1}{\pi \rho A e} C_A^2$

$$W_0 = \frac{\rho}{2} v^2 C_{w0} S \quad C_{w0} = 0,0775$$

$$A = \frac{b^2}{5}$$

$$C_w = 0,0775 + 0,03229 C_A^2$$

c) Propellerflugzeug (Titel der Aufgabe)

~~$$C_{A, \text{max}} = \sqrt{C_{w0} \pi \rho A e} = 0,5968$$~~

~~$$C_{A, \text{max}} = 0,023$$~~

Geschwindigkeit in Horizontalflug:

$$v = \sqrt{\frac{2G}{\rho S C_A}} = 60,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

d) $e = 0,65$

$$C_{w, \text{ref}} = C_{w0} + (0,0007 C_{w3} \cdot (726 + 40)) = 0,0287$$

$$\frac{1}{\pi \rho A e} = 0,03477$$

$$C_{w, \text{Anh.}} = 0,0287 + 0,03477 C_{A, \text{Anh.}}^2$$

e) $E = \frac{C_A}{C_w} = \frac{A}{U}$

$$A = \frac{\rho}{2} v^2 C_A S \quad W = \frac{\rho}{2} v^2 (0,0287 + 0,03477 C_A^2) S$$

$$\stackrel{!}{=} G \rightarrow C_A = 0,9606$$

$$E = 75,96$$

Aufgabe 2

a) geg: $C_w = A C_A^3 + B C_A + D$ $A, B, D = \text{const.}$

~~Extremwertbestimmung~~

~~$C_w = A C_A^3 + B C_A + D$~~

Extremwertbestimmung von $E = \frac{C_w}{C_A}$ für bestes Gleiten

~~Extremwertbestimmung~~

~~$\frac{d}{dC_A} (A C_A^3 + B C_A + D) = 3 A C_A^2 + B = 0$~~

$\frac{d}{dC_A} (E) = \frac{d}{dC_A} \left(\frac{A C_A^3 + B C_A + D}{C_A} \right) = \frac{3 A C_A^2 - D}{C_A^2}$

$C_{A, \text{min}} = \sqrt[3]{\frac{D \cdot 4}{3 A}}$

$C_{A, \text{min}} = \sqrt[3]{\frac{D}{2 A}}$

b) Bespülte Oberfläche jetzt 5% höher

Wicht sich nur auf schädlichen Widerstand W_0 aus $W_0 = C_{\text{reg}} \cdot S \cdot v$

Widerstandspolare hat nur D unabhängig von $C_A \rightarrow W_0$ wird sich nur auf D auswirken!

c) $C_w = A C_A^3 + B C_A + D$

$C_w = D + (A C_A + \frac{B}{C_A}) C_A^2$

$C_{w, \text{neu}} = D \cdot 1,05 + (A C_A + \frac{B}{C_A}) C_A^2$

Aufgabe 3

a) ~~Extremwertbestimmung~~

Es gelten Vereinfachungen für kleine Bahnwinkel

$A = G$ $\cos \delta \approx 1$

$v_v = v \frac{C_w}{C_A}$ $\tan \delta \approx \sin \delta$

↓

$C_A \cdot \frac{\rho}{2} \left(\frac{v_v}{C_w} C_A \right)^2 \cdot S = g \cdot M_0$ und $M_0 \cdot g = \frac{\rho}{2} v^2 C_A S$

$C_{A1} = 0,9783$

$C_{A2} = 0,8985$

$C_{A3} = 0,6670$

$C_{A4} = 0,4477$

$C_{w1} = 0,03269$

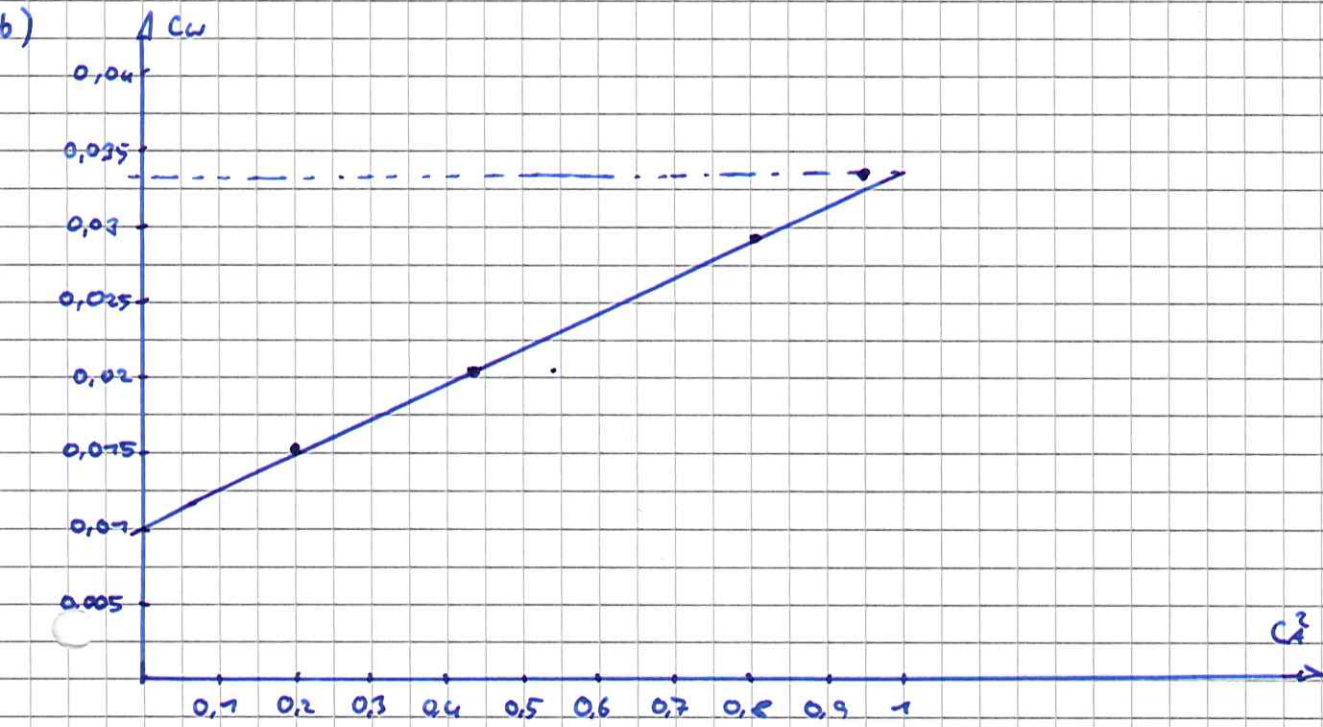
$C_{w2} = 0,02965$

$C_{w3} = 0,02040$

$C_{w4} = 0,07536$

(Auf Einheiten für v und v_v achten!)

Aufgabe 3



c) $C_{w0} = 0,01$ (Schnittpunkt bei $C_A = 0$)

$$C_w = C_{w0} + \frac{1}{\pi \cdot h \cdot e} C_A^2$$

$$\frac{1}{\pi \cdot h \cdot e} \stackrel{!}{\approx} 0,0235$$

$$e = 0,6924$$

Aufgabe 7

$$C_w = 0,0293 + 0,0506 C_A^2$$

a) $v = 30,86 \frac{m}{s}$

Für Steigflug gilt:

$$A = G \cdot \cos(\alpha)$$

$$L = F - G \sin(\alpha)$$

$$\frac{\rho}{2} v^2 C_w S = \frac{m P_{max}}{v} - m g \sin(\alpha)$$

$$\frac{\rho}{2} v^2 C_A S = m g \cos(\alpha)$$

$$C_A = \frac{2 m g \cos(\alpha)}{\rho v^2 S}$$

$$\frac{\rho}{2} v^2 (0,0293 + 0,0506 C_A^2) S = \frac{m P_{max}}{v} - m g \sin(\alpha)$$

$$\frac{\rho}{2} v^2 (0,0293 + 0,0506 \left(\frac{2 m g \cos(\alpha)}{\rho v^2 S} \right)^2) S = \frac{m P_{max}}{v} - m g \sin(\alpha)$$

Taschenrechner hat hier Probleme, kleinster positiver Ergebniswert zu stimmen...? (weil Steigflug)

$$\alpha = 6,737^\circ$$

$$v_v = v \sin(\alpha) = 3,677 \frac{m}{s}$$

b) Propeller

$$C_{Amax} = \sqrt{3 C_{wmax}} = 1,278$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,01 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot S \cdot C_A}} = 34,66 \frac{m}{s}$$

c) Wellenleistung Reiseflug: $\frac{P_{well}}{P_{max}} = \left(\frac{v}{v_0} \right)^3 \Rightarrow P_{well} = 96,43 \text{ kW}$

Wellenleistung benötigt: $F \stackrel{!}{=} L \rightarrow P \stackrel{!}{=} \frac{F \cdot v}{\eta} \stackrel{!}{=} \frac{\rho}{2} v^2 C_w S$

$$P = 53,27 \text{ kW}$$

Schubhebelstellung muss bei 55,78% liegen

Aufgabe 2

a) Hier wieder kleine Winkel (muss man sich wohl denken)

$$A = G = \frac{\rho}{2} v_s^2 C_{\max} S = m \cdot g \quad \text{mit} \quad v_{\text{Anflug}} = 7,23 \cdot v_s$$

$$S = 62,04 \text{ m}^2$$

b) geg: $\lambda = 8$ $\frac{M_{FL}}{M_0} = 0,13 + 0,005 \cdot (\lambda - 6)$

Alte Konfig: $\lambda = 8 \rightarrow M_{\text{Flügel}} = 3220 \text{ kg}$

Neue Konfig: mit Iteration: ~~$M_{0,1} = 23000 \text{ kg}$~~ $M_{0,1} = 23000 \text{ kg}$

~~$M_{FL,1}$~~

$$M_{FL,2} = 3565 \text{ kg} \rightarrow M_{0,2} = (M_{0,1} - M_{FL,1}) + M_{FL,2} = 23345 \text{ kg}$$

$$M_{FL,3} = 3678 \text{ kg} \rightarrow M_{0,3} = 23398 \text{ kg}$$

$$M_{FL,4} = 3687 \text{ kg} \rightarrow M_{0,4} = 23407 \text{ kg}$$
$$\frac{|M_0 - M_{0,1}|}{M_0} = 0,0003846 < 0,5\%$$

c) $A = G = \frac{\rho}{2} v_s^2 C_{\max} S$ S bleibt unverändert

$$v_{\text{Anflug, neu}} = 7,23 \cdot v_s = 58,84 \text{ m/s}$$

Anfluggeschwindigkeit um 0,9% erhöht

d) $C_{A, \text{alt}} = \sqrt{C_{w0} \pi \lambda e} = 0,7877$

Etwas anderer Wert wie in Musterlösung...?

$$C_{A, \text{neu}} = 0,9759$$

keine Ahnung was die gemacht haben...

$$R_{PA} = \frac{m}{C_{PA}} \left(\frac{C_A}{C_w} \right) \cdot \ln \left(\frac{M_A}{M_E} \right); \quad C_w = C_{w0} + \frac{7}{\pi \lambda e} C_A^2$$

$$R_{PA} = 1926 \text{ km}$$

$$R_{PA, \text{neu}} = 2275 \text{ km}$$

Annahme: Kraftstoffmenge bleibt gleich

e) $A = G$

$$\frac{\rho}{2} v^2 C_{A, \text{min}} S = M_{0, \text{neu}} g$$

$$v_{\text{min, alt}} = 130,7 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{min, neu}} = 127,2 \text{ m/s}$$

f) C_A mit $A = G$ berechnen: $C_A = 0,7952$

$$R_{PA} = 2793 \text{ km}$$

Aufgabe 7

a)

$$C_w = C_{w0} + \frac{1}{\pi \cdot A \cdot e} C_A^2 \quad \text{mit } A = 17 \quad (\text{in Flug})$$

$$C_w = 0,075 + 0,03858 C_A^2$$

b)

$$E = \frac{C_A}{C_w}$$

$$A = M \cdot g = \frac{\rho}{2} V^2 C_A S$$

$$M_H = M_{TOT} \cdot \frac{M_2}{M_0} \cdot \frac{M_4}{M_3} = 340000 \text{ kg}$$

$$C_A = 0,6079$$

$$C_w = 0,02926$$

$$E = 20,78$$

c)

$$\text{Längste Flugdauer: } C_{A_{max}} = \sqrt{C_{w0} \pi A e} = 0,6235$$

$$E = 20,78$$

~~$$E_{TL} = \frac{1}{C_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_w} \right) \ln \left(\frac{M_4}{M_5} \right)$$~~

~~$$E_{TL} = \frac{1}{C_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_w} \right) \ln \left(\frac{M_4}{M_5} \right)$$~~

~~$$M_5$$~~

$$M_0 = M_p + M_H + M_{KR} + M_L \quad \rightarrow M_{KR} = 727500 \text{ kg}$$

$$\frac{M_{KR}}{M_0} = 1 - \frac{M_{T0}}{M_0} \quad \rightarrow M_{T0} = 230000 \text{ kg}$$

$$M_H = M_{T0} \cdot 1,002 = 230500 \text{ kg}$$

$$M_H \cdot g = \frac{\rho}{2} V^2 C_A S$$

$$V_{\text{holding}} = 727,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

d)

$$\text{Distanz: } 785,2 \text{ km} \quad \text{Zeit in Holding: } 2700 \text{ s}$$

$$R_{TL} = \frac{V}{C_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_w} \right) \ln \left(\frac{M_A}{M_E} \right) \quad ; M_A \hat{=} M_H$$

$$M_E = 338500$$

$$\left(\frac{M_A}{M_E} \right)^{-1} = \frac{M_E}{M_A} = 0,9955$$

$$E_{TL} = \frac{\gamma}{c_{TL}} \left(\frac{c_A}{c_W} \right) \ln \left(\frac{M_2}{M_1} \right)$$

$$\frac{M_1}{M_2} = 0,928$$

e)

$$\frac{M_{10}}{M_0} = \frac{M_4}{M_0} \cdot \frac{M_5}{M_4} \cdot \frac{M_2}{M_5} \cdot \frac{M_8}{M_2} \cdot \frac{M_9}{M_8} \cdot \frac{M_{10}}{M_9} = 1 - \frac{M_{NR}}{M_0} = 0,6543$$

$$\frac{M_{NR}}{M_0} = 1 - \frac{M_{10}}{M_0} = 0,3457$$

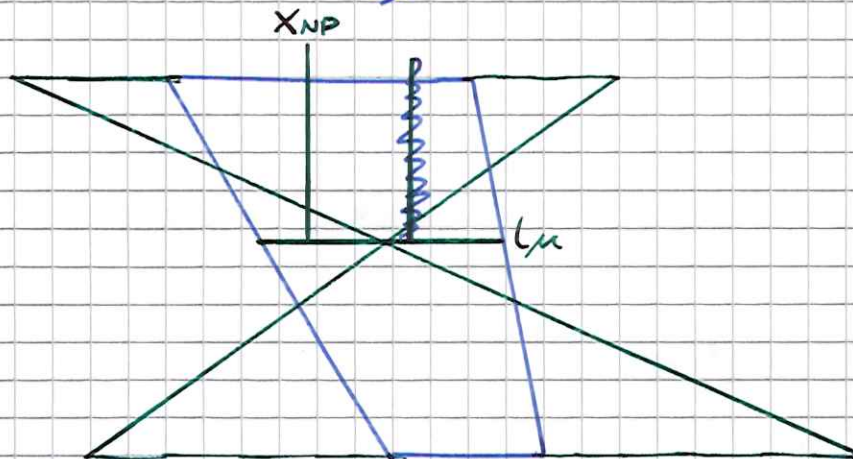
f)

$\frac{M_5}{M_4}$ gesucht, mit Formel aus e) lösen

$$\frac{M_5}{M_4} = 0,7068$$

$$R_{TL} = \frac{\gamma}{c_{TL}} E \ln \left(\frac{M_4}{M_5} \right) = 7767 \text{ NM}$$

Aufgabe 2



a)

Bereich des Schwerpunktes GC liegt bei 5-45% MAC (Mittlere geometrische Flügeltiefe)

b)

$b = 27 \text{ m} \rightarrow$ Maßstab auf Ausdruck bestimmen

$$\lambda = \frac{L_0}{L} = 0,277$$

$$L_M = \frac{2}{3} L \frac{1 + \lambda + \lambda^2}{1 + \lambda} = 4,275 \text{ m}$$

$$S = \frac{b}{2} (L + L_0) = 704,3 \text{ m}^2$$

c)

$$S = \frac{b_M}{2} (L_M + L_{0M}) = 23,60 \text{ m}^2 \quad (\text{Ablesen})$$

$$\Gamma_M = 17,92 \text{ m}$$

d)

$$\bar{V}_M = \frac{S_M \Gamma_M}{S \cdot L_M} = 0,6309$$

Aufgabe 7

a)

$$R_{TL} = \frac{v}{c_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_W} \right) \ln \left(\frac{m_4}{m_5} \right) \rightarrow \frac{m_5}{m_4} = \cancel{0,7299} \quad \underline{\underline{0,7299}}$$

$$R_{TL} = \frac{v}{c_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_W} \right) \ln \left(\frac{m_2}{m_8} \right) \rightarrow \frac{m_8}{m_2} = \cancel{0,9933} \quad \underline{\underline{0,9933}}$$

b)

$$E_{TL} = \frac{1}{c_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_W} \right) \ln \left(\frac{m_2}{m_9} \right) \rightarrow \frac{m_9}{m_2} = \underline{\underline{0,9756}}$$

$$\frac{m_{10}}{m_0} = \frac{m_3}{m_0} \frac{m_4}{m_3} \frac{m_5}{m_4} \frac{m_6}{m_5} \frac{m_7}{m_6} \frac{m_8}{m_7} \frac{m_9}{m_8} \frac{m_{10}}{m_9} = \underline{\underline{0,6772}}$$

c)

$$M_{0,1} = 705000 \text{ kg}$$

$$\left(\frac{m_{TL}}{m_0} \right)_1 = A \cdot M_{0,1}^C \cdot D = 0,4397 \quad \text{mit } A = 7,57; C = -0,7; D = 7 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Hier falsche} \\ \text{Annahme getroffen!} \\ \text{TL-Transportflugzeug!} \end{array} \right.$$

$$M_{L,1} = 46700 \text{ kg}$$

$$M_{0,2} = M_{L,1} + M_{0,1} \cdot \left(\frac{m_{TL}}{m_0} \right)_1^{-1} + 780 \cdot 700 \text{ kg} + 600 \text{ kg} = 99350 \text{ kg}$$

$$\left(\frac{m_{TL}}{m_0} \right)_2 = A \cdot M_{0,2}^C \cdot D = 0,4778$$

$$M_{L,2} = 47470 \text{ kg}$$

$$\cancel{M_{0,2} = M_{L,2} + M_{0,1} \cdot \left(\frac{m_{TL}}{m_0} \right)_2^{-1} + 780 \cdot 700 \text{ kg} + 600 \text{ kg} = 92880 \text{ kg}}$$

d)

$$M_N = 75000 \text{ kg}; \quad m_0 = 707000 \text{ kg}$$

$$\frac{m_{TL}}{m_0} = 7 - \frac{m_{10}}{m_0}$$

$$\cancel{M_{0,2} = M_{L,2} + M_{0,1} \cdot \left(\frac{m_{TL}}{m_0} \right)_2^{-1} + 780 \cdot 700 \text{ kg} + 600 \text{ kg} = 92880 \text{ kg}}$$

$$\frac{m_{10}}{m_0} = \frac{m_4}{m_0} \frac{m_5}{m_4} \frac{m_6}{m_5} \frac{m_7}{m_6} \frac{m_8}{m_7} \frac{m_{10}}{m_8}$$

$$R_{TL} = \frac{v}{c_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_W} \right) \ln \left(\frac{m_4}{m_5} \right) \rightarrow \frac{m_5}{m_4} = 0,9279$$

$$R_{TL} = \text{ " " " " } \rightarrow \frac{m_7}{m_6} = 0,9976$$

$$E_{TL} = \frac{1}{c_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_W} \right) \ln \left(\frac{m_2}{m_9} \right) \rightarrow \frac{m_9}{m_2} = 0,9972$$

$$\frac{m_{10}}{m_0} = 0,865 \rightarrow \frac{m_{TL}}{m_0} = \underline{\underline{0,7350}}$$

e)

$$M_{L, \text{XLR}} = 50\,000 \text{ kg}$$

$$M_0 = \frac{M_p + M_n}{1 - \frac{M_{\text{WR}}}{M_0} - \frac{M_c}{M_0}} \rightarrow \frac{M_c}{M_0} = 0,7705$$

$$M_{L, \text{H}_2\text{O}} = 77\,760 \text{ kg}$$

$$\Delta M_{\text{System}} = |M_{L, \text{XLR}} - M_{L, \text{H}_2\text{O}}| = 27\,760 \text{ kg}$$

Aufgabe 2

a)

$$K_{\text{Kapitel}} = A = M \cdot a = \frac{\rho}{2} v^2 C_A S$$

$$C_{0, \text{REF}} = 0,6272$$

$$E_{\text{REF}} = 77,7 \rightarrow C_{w, \text{REF}} = 0,03544$$

$$C_{0, \text{H}} = 0,9099$$

$$E_{\text{H}} = 78,2 \rightarrow C_{w, \text{H}} = 0,04999$$

$$C_w = C_{w0} + \frac{1}{\pi \Lambda e} C_A^2$$

Gleichungssystem mit zwei Unbekannten

$$C_w = 0,02227 + 0,03348 C_A^2$$

b)

$$C_{A, \text{Rmax}} = \sqrt{\frac{C_{w0} \pi \Lambda e}{3}} = 0,4709$$

$$C_{w, \text{Rmax}} = \frac{4}{3} C_{w0} = 0,02969$$

$$E_{\text{Rmax}} = 75,86$$

$$C_{A, \text{Emax}} = \sqrt{C_{w0} \pi \Lambda e} = 0,856$$

$$C_{w, \text{Emax}} = 2 C_{w0} = 0,04454$$

$$E_{\text{Emax}} = 78,38$$

c)

$$A = M \cdot g = \frac{\rho}{2} v^2 C_A S \rightarrow v = 265,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$M_0 = \frac{v}{\sqrt{\Lambda \pi e}} = 0,8927$$

Transsonischer Bereich

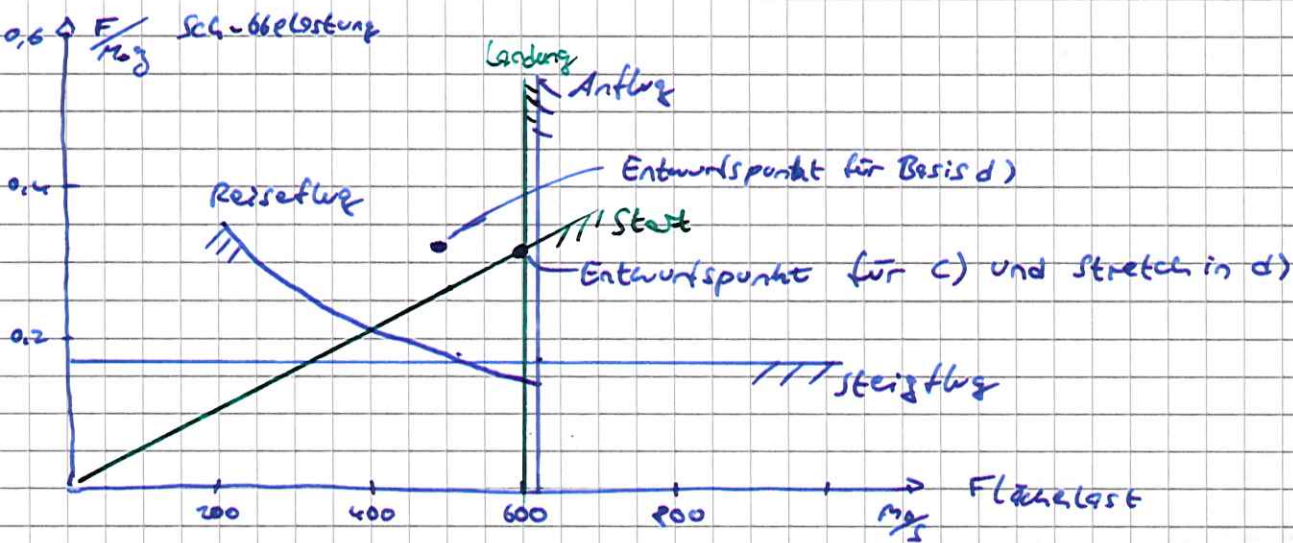
Hoher Widerstandsanstieg

Triebwerke nicht für transsonischen Bereich ausgelegt!

Aufgabe 7

a)

$$\frac{F}{M_{0g}} = \frac{k_{TO}}{C_{max, TO} \cdot \text{Stoffl}} \cdot \left(\frac{M_0}{S}\right) = 0,0005447 \frac{M_0}{S}$$



b)

$$\frac{M_0}{S} = C_{max, L} \frac{\rho}{2g} V_s^2 \frac{M_0}{M_{0g}} = 605,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad \text{mit} \quad \frac{M_0}{M_{0g}} = (0,84)^7$$

c)

$$\frac{M_0}{S} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} ; \quad \frac{F}{M_{0g}} = 0,33$$

$$S = 97,5 \text{ m}^2 ; \quad F = 789400 \text{ N}$$

d)

~~$$\frac{M_0}{S} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} ; \quad \frac{F}{M_{0g}} = 0,33$$~~

~~$$S = 97,5 \text{ m}^2 ; \quad F = 789400 \text{ N}$$~~

~~$$\frac{M_0}{S} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$~~

$$M_{0, \text{stretch}} = 0,72 \cdot M_0 + M_0 = 65520 \text{ kg}$$

$$\left(\frac{M_0}{S}\right)_{\text{stretch}} = 672 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{wieder ins Entwurfsfenster ziehen}$$

$$\left(\frac{M_0}{S}\right)_{\text{stretch}} = 605 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{Basisversion kann nicht mehr im Optimum liegen}$$

$$\left(\frac{M_0}{S}\right)_{\text{basis}} = \left(\frac{M_0}{S}\right)_{\text{stretch}} \cdot (1,72)^{-7} = 540,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$S_{\text{stretch}} = 708,3 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{basis}} = 708,3 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{stretch}} = 272,7 \text{ kN}$$

$$F_{\text{basis}} = 789,4 \text{ kN}$$

e)

$$S = 772 \text{ m}^2$$

$$E = \frac{C_A}{C_W} = 75,5$$

$$C_{W0} = C_{feg} \cdot \frac{S_{wee}}{S_{wet}} = 0,0797$$

$$C_A / (C_{W0} + \frac{1}{\pi A e} C_A^2) = 75,5$$

$$A = m_0 \cdot g = \frac{\rho}{2} v^2 C_A S \rightarrow C_A = 0,368$$

$$\frac{1}{\pi A e} = 0,0342 \text{ P}$$

$$C_W = 0,0797 + 0,0342 \text{ P } C_A^2$$

f)

$$C_W = 0,0797 + 0,0342 C_A^2$$

$$C_{A \text{ max}} = \sqrt{\frac{C_{W0} \pi A e}{3}} = 0,453$$

$$R_{TL \text{ max}} = \frac{1}{C_{TL} C_W} \sqrt{\frac{20 C_A}{\rho S}} \ln\left(\frac{M_A}{M_E}\right)$$

$$V_{\text{max}} = \frac{C_{A \text{ max}} \sqrt{\frac{20}{\rho S}}}{4 \sqrt{(C_{A \text{ max}}^2 + C_W^2)^3}} = 199,2 \text{ m/s}$$

$$R_{TL \text{ max}} = 3847 \text{ km}$$

Aufgabe 2

$$S = 53,4 \text{ m}^2 \quad r_H = 70,2 \text{ m}$$

Maßstab mit r_H bestimmen

$$X_W - X_{sp} \text{ bestimmen: } X_{AF} = 0,6 \text{ m} \quad X_{AH} = 9,6 \text{ m} \quad L_H = 3,7 \text{ m}$$

Eintrag:

$$A \approx 0,6 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \quad \text{Prob} \approx 0$$

$$A \approx 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{Prob} \approx 2,76 \text{ (Lobleren)} \quad \text{I}$$

$$A \approx 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{Prob} \approx 2,76 \text{ m}$$

$$A \approx 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{Prob} \approx 2,76 \text{ m} \quad \text{II}$$

$$A \approx 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{Prob} \approx 2,76 \text{ m} \quad \text{III}$$

$$A \approx 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \quad \text{Prob} \approx 2,76 \text{ m}$$

$$A \approx 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m}$$

Reiseflug

$$I \quad M_{OF} + A_F \cdot X_{AF} + A_H \cdot X_{AH} = 0$$

$$II \quad M_0 \cdot g = A_F \cdot \epsilon - A_H$$

$$III \quad \text{Mittelwert } M_{OF} = \frac{\rho}{2} V^2 C_{M_{OF}} S L_{M_{OF}}$$

Gleiche Rechnung und gleiche Zwischenergebnisse wie in Musterlösung, aber anderes Endergebnis...? vielleicht Fehler in der Lösung

$$A_H = -595,3 \text{ N} \quad A_F = 767,2 \text{ kN} \quad M_{OF} = -97,05 \text{ kNm}$$

Landeanflug

$$A_H = 699,8 \text{ N} \quad A_F = 799,8 \text{ kN} \quad M_{OF} = -96,67 \text{ kNm}$$

Aufgabe 7

a)

$$m_0 = 7700 \text{ kg} = 3749 \text{ lbs}$$

$$\left(\frac{m_1}{m_0}\right)_1 = A \cdot m_0^c \cdot D = 0,5365$$

$$m_{0,1} = 3694 \text{ lbs}$$

$$\left(\frac{m_1}{m_0}\right)_2 = A \cdot m_0^c \cdot D = 0,538$$

$$M_L = m_{0,2} - m_{WR} - m_P - m_N = 7994 \text{ lbs} = 904,3 \text{ kg}$$

$$m_{0,2} = 7660 \text{ kg} \quad \text{In Musterlösung vielleicht falsch gerundet?}$$

b)

$$C_{A, \text{max}} = \sqrt{C_{w0} \pi \cdot A \cdot e} = 4,185 \cdot 0,7537$$

$$C_{w, \text{max}} = 2 C_{w0} = 0,0526$$

$$E = 0,06979 = \frac{C_{w, \text{max}}}{C_A}$$

c)

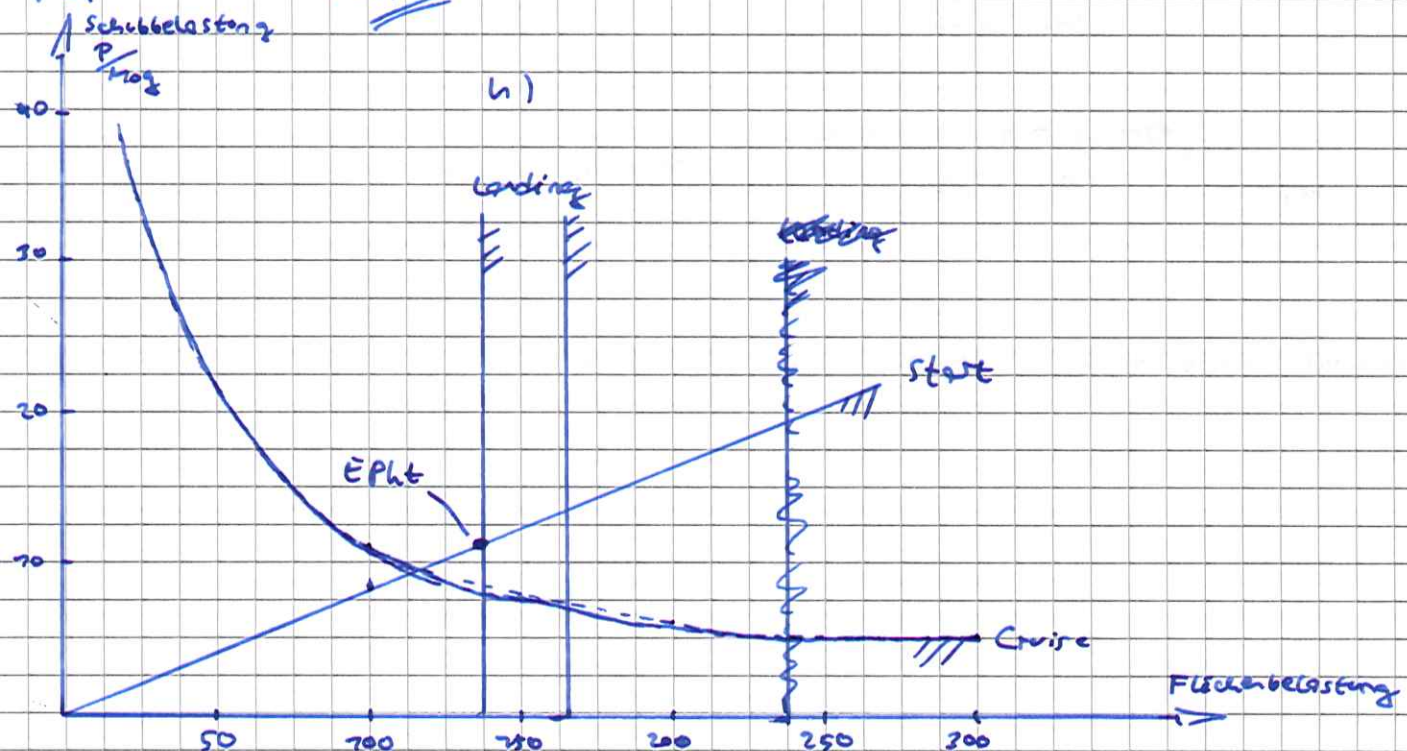
$$R_{PA} = \frac{M}{C_{PA}} E \ln\left(\frac{m_A}{m_E}\right)$$

$$\frac{m_{10}}{m_0} = 7 - \frac{m_{WR}}{m_0} = 0,804$$

$$\frac{m_{10}}{m_0} = \frac{m_{10}}{m_0} \cdot \frac{m_5}{m_4} \cdot \frac{m_{10}}{m_5}$$

$$\frac{m_5}{m_4} = \frac{m_0}{m_A} = 0,8629$$

$$R_{PA} = 777 \text{ Phm}$$



d)

$$F_{\text{Mog}} = \frac{W_{\text{TO}}}{C_{\text{Amax, TO}} \cdot \sigma_{\text{STOFF}}} \cdot \frac{M_0}{s}$$

$$P_{\text{Mog}} = \frac{V_{\text{geisse}}}{M_A} \cdot \frac{P_{\text{H}}}{P_{\text{H}}} \cdot \left(\frac{C_{\text{max}}}{s} + \frac{M_0}{g} \cdot \frac{M_{\text{ker}}}{M_0} \right) \cdot \frac{M_0}{s} \cdot \frac{M_{\text{ker}}}{M_0}$$

Rechnen Sie die Leistung aus

$$P_{\text{Mog}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot A$$

oder

Rechnen Sie die Leistung aus

$$\frac{F}{Mog} = \frac{W_{\text{TO}}}{C_{\text{Amax, TO}} \cdot \sigma_{\text{STOFF}}} \cdot \left(\frac{M_0}{s} \right) \rightarrow \frac{P}{Mog} = \frac{v}{M} \cdot \frac{W_{\text{TO}}}{C_{\text{Amax, TO}} \cdot \sigma_{\text{STOFF}}} \cdot \left(\frac{M_0}{s} \right)$$

$$Fv = P \cdot M = 0,08343 \left(\frac{M_0}{s} \right)$$

e)

$$\frac{P}{Mog} = \frac{v}{M} \cdot \left(\frac{F}{F_0} \right) \cdot \left(\frac{C_{\text{max}}}{\frac{M_0}{s}} + \frac{M_0}{g} \cdot \frac{M_{\text{ker}}}{M_0} \right)^2 = \frac{5,77 \cdot 10^{-3} \left(\left(\frac{M_0}{s} \right)^2 + 7,927 \cdot 10^5 \right)}{M_0/s}$$

Rechnen Sie die Leistung aus

$$\frac{M_0}{s} = 700 \rightarrow \frac{P}{Mog} = 7,54$$

$$= 100 \rightarrow \frac{P}{Mog} = 6,625$$

$$= 300 \rightarrow \frac{P}{Mog} = 5,368$$

50 700 750
Wär selbener
generen

f)

$$\frac{M_0}{s} = C_{\text{Amax}} \cdot \frac{P}{2g} \cdot \frac{2 M_0}{M_{\text{ker}}} = 737,3$$

$L > 0,823$

g)

$$\frac{M_0}{s} = \frac{M_0}{M_{\text{ker}}} \cdot \frac{(L_{\text{ker}}/1,67 - L_0) \cdot C_{\text{Amax}}}{0,57 \cdot A \cdot g} = 766,7$$

h)

Entwurfspunkt sollte nicht "Über Ziel hinauschießen"

Aufgabe 2

$$\bar{V}_c = \frac{S_s \cdot F_s}{S \cdot b} = \Gamma_s, S_w \text{ abmessen (vorher mit Gesamtlänge Maßstab berechnen)}$$
$$= \underline{\underline{0,08}}$$

←

→

12°

Aufgabe 7 $\lambda = 77$ nicht mehr 8

$$\frac{M_{Flügel}}{M_{Tron}} = \epsilon_{FL} = 0,735 + 0,006(\lambda - 6)$$

a) ~~Veränderung~~ $b_{\lambda=8} < b_{\lambda=77}$

$$C_{w0, \lambda=8} = C_{w0, \lambda=77}$$

$$C_{wi, \lambda=8} > C_{wi, \lambda=77}$$

$$e_{\lambda=8} > e_{\lambda=77}$$

b) $\epsilon_{FL, \lambda=8} = 0,747$

$$\epsilon_{FL, \lambda=77} = 0,765$$

$$(\epsilon_{TR} + \epsilon_N + \epsilon_{FL} + \epsilon_R) \stackrel{100\%}{=} 1$$

$$\epsilon_{R, \lambda=8} = 0,39$$

~~$$\epsilon_{R, \lambda=8} = 0,372$$~~

$$\epsilon_{R, \lambda=77} = \epsilon_{R, \lambda=8} \cdot 7,05 = 0,4095$$

c) $\epsilon_{TR} + \epsilon_N + \epsilon_{FL} + \epsilon_R \stackrel{!}{=} 1 \rightarrow \epsilon_{TR, \lambda=77} = 0,2355$

~~Ergebnis~~Verringerung von ϵ_{TR} um 15,9%

d) ~~$\frac{C_{w0, \lambda=8}}{C_{w0, \lambda=77}} = \sqrt{\frac{C_{w0, \lambda=8}}{C_{w0, \lambda=77}}}$~~ $\frac{R_{max, 8}}{R_{max, 77}} = \frac{(C_g/C_w)_8}{(C_g/C_w)_{77}}$

Mit C_{w0} konst. kürzt sich vieles weg

$$= \frac{\sqrt{\frac{C_{w0, \lambda=8}}{3}} / \frac{1}{3} C_{w0}}{\sqrt{\frac{C_{w0, \lambda=77}}{3}} / \frac{1}{3} C_{w0}}$$

$$= \frac{1 \cdot C_g}{1 \cdot C_w} \quad \text{Die Reichweite bleibt gleich!}$$

e) $R_{TL} = \frac{D}{C_{TL}} \left(\frac{C_A}{C_w} \right) \cdot \ln \left(\frac{M_A}{M_E} \right) = \frac{1}{C_{TL} C_w} \sqrt{\frac{2 G C_A}{\rho S}} \ln \left(\frac{M_A}{M_E} \right) = \frac{1}{C_{TL} C_w} \sqrt{\frac{2 G C_A}{\rho S}} \ln \left(\frac{M_A}{M_E} \right)$

$$\frac{1}{C_{w8}} \sqrt{\frac{C_A8}{S8}} = \frac{1}{C_{w77}} \sqrt{\frac{C_A77}{S77}}$$

$$\frac{1}{C_{w8}^2} \frac{C_A8}{S8} = \frac{1}{C_{w77}^2} \frac{C_A77}{S77} \rightarrow \left(\frac{C_{w77}}{C_{w8}} \right)^2 \frac{C_A8}{C_A77} = \frac{S8}{S77}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{1}} = 0,8528 = \frac{S8}{S77} \rightarrow \frac{b8}{b77} = 7,0829$$

Aufgabe 2

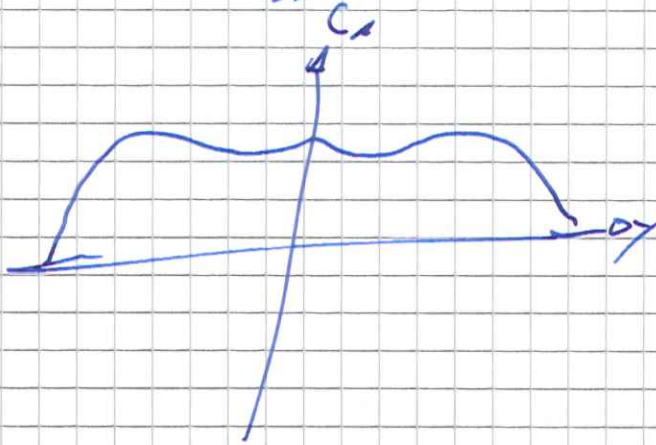
$$a) \quad S = l_1 \cdot l_2 + \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot (l_4 - l_3) = \underline{\underline{767 \text{ m}^2}}$$

$$r = \frac{b^2}{S} = \underline{\underline{9,93 \text{ f}}}$$

$$b = 40 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_2}{l_1} = \underline{\underline{0,4}}$$

$$l_4 = \frac{r}{S} \int_0^{\frac{b}{2}} l^2(y) dy = \frac{r}{S} \left(\int_0^{\frac{b}{2}} 5 dy + \int_0^{\frac{b}{2}} \left(l_1 + \frac{l_2 - l_1}{l_4 - l_3} \cdot y \right) dy \right)$$
$$= \underline{\underline{4,273 \text{ m}}}$$



Aufgabe 1

a) $E_{max} = 75 = \frac{C_L}{C_w}$

$M_N + M_D = 2200 \text{ kg}$ $\left(\frac{M_D}{M_N}\right)^{-1} = 0.57$

$R_{FL} = \frac{V}{c_{FL}} E \ln\left(\frac{M_N}{M_D}\right) \rightarrow (M_N/M_D)^{-1} = 0.8288$

~~Maximumsauerstoffmenge~~

$\frac{M_{N2}}{M_0} = 1 - \frac{M_{D2}}{M_0} = 1 - \left(\epsilon_1 \frac{M_D}{M_N} \epsilon_2\right) = 0.2076$

$M_0 = \frac{M_{N2} + M_D}{1 - \frac{M_{D2}}{M_0} - \frac{M_D}{M_0}} = 2628 \text{ kg}$ (Anders wege $\frac{C_L}{C_w}$ Ansatz)

b) $M_0 = 2000 \text{ kg}$

$C_{L,max,TO} = 0.8 \cdot C_{L,max}$

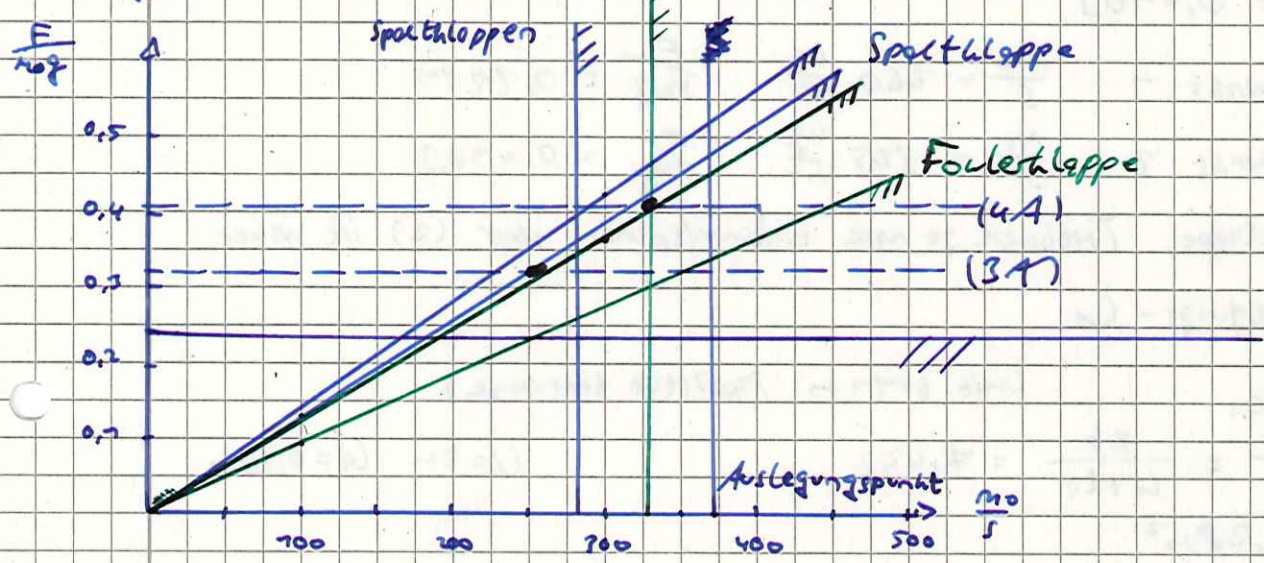
$\frac{F}{M_0 g} = \frac{h \cdot T_0}{C_{L,max} \sigma_{STOEL}} \left(\frac{M_0}{S}\right)$

$\left(\frac{F}{M_0 g}\right)_1 = 7.7 \cdot 10^{-5} \left(\frac{M_0}{S}\right)$

⚡ Anflug, nicht Abflug!

↳ Für Aufgabe c) relevant

$\left(\frac{F}{M_0 g}\right)_2 = 9.756 \cdot 10^{-5} \left(\frac{M_0}{S}\right)$



$V_{Anflug} = 7.7 \cdot v_s \rightarrow v_s = 47.55 \frac{m}{s}$

bei $v_{Anflug} = \frac{v_s}{1.2}$

$\left(\frac{M_0}{S}\right)_1 = C_{L,max,1} \frac{\rho}{2g} v_s^2 \frac{M_0}{M_0 g} = 282.6 \frac{kg}{m^2}$

$\left(\frac{M_0}{S}\right)_2 = \dots = 328.6 \frac{kg}{m^2}$

c) Siehe Diagramm und b)

~~$\frac{M_0}{s} = \frac{M_0}{M_{0g}} \cdot (1 - \cos(\alpha)) \cdot C_{max} \cdot \frac{1}{0,5 \cdot A \cdot g}$~~

d)

~~$\frac{F}{M_{0g}} = \frac{F}{F_{max} \cdot C_A} \cdot \left(\frac{v_{max}}{v_0}\right) \cdot \left(\frac{v_0}{v_{in}}\right) \cdot \left(\frac{v_{in}}{v_0}\right)$~~

$(m \cdot g = A = \frac{\rho}{2} v^2 C_A S)_{\text{weise}} = M_0 \cdot \frac{M_{cr}}{M_0} \cdot g$

$\frac{M_0}{s} = \frac{1}{2g} (\rho v_{cr}^2 C_A) \frac{1}{M_{cr} / M_0} = 372,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$

e)

$\chi_{min} = 7,2\% \quad E = 1\% \quad F_{steig} = 0,8 \cdot F_{max} \quad E = \frac{1}{E}$

$\frac{F}{M_{0g}} = \left(\frac{M_{ctimb}}{M_0}\right) \frac{ne}{ne-1} (\chi_{min} + E) = 0,2223$

f)

Triebwerke legen $\frac{F}{M_{0g}}$ fest: $\frac{F}{M_{0g}} = \frac{2F_{max}}{M_{0g}}$

$\left(\frac{F}{M_{0g}}\right)_1 = 0,3217$

$\left(\frac{F}{M_{0g}}\right)_2 = 0,4703$

Entwurfspunkt 1: $\frac{M_0}{s} = 260 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \frac{F}{M_{0g}} = 0,3217$

Entwurfspunkt 2: $\frac{M_0}{s} = 325 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \frac{F}{M_{0g}} = 0,4703$

Fowler-Klappe, Triebwerk je nach Entwurfspunkt, aber (2) ist näher an auslegungs- C_A

Aufgabe 2

(mit $b=77\text{m}$ Maßstab bestimmen)

a) $L = \frac{b^2}{s} = \frac{26}{L_1 + L_0} = 7,432 \quad L_1 = 2\text{m} \quad L_0 = 0,96\text{m}$

$S = 16,28\text{m}^2$

b)

$C_{wo} = 0,0705 \quad k = \frac{1}{\pi \cdot L \cdot e} = 0,0506 \rightarrow e = 0,8464$

c)

$v = \sqrt{\frac{2 M_{0g}}{\rho S C_A}} \quad C_{A_{max}} = \sqrt{\frac{C_{wo} \pi L e^3}{\rho L}} = \dots$

$v = 63 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Aufgabe 7

1)

$M_0/S = 755 \frac{kg}{m^2}$ mit $M_0 = 5000 \text{ kg}$

$S = 32,26 \text{ m}^2$

2)

$R = \frac{M}{C_{PA}} \left(\frac{C_A}{C_W} \right) \ln \left(\frac{M_A}{M_E} \right) = 7400 \text{ km} \rightarrow \frac{M_A}{M_E} = 7,762$

~~...~~

~~$M_0 = M_0 + M_N$~~

~~$\frac{M_{10}}{M_0} = \frac{M_3}{M_0} \cdot \frac{M_E}{M_A} \cdot \frac{M_{10}}{M_5}$~~

$\frac{M_{10}}{M_0} = \frac{M_3}{M_0} \cdot \frac{M_E}{M_A} \cdot \frac{M_{10}}{M_5} \rightarrow \frac{M_{10}}{M_0} = 0,8097$

$\frac{M_{10}}{M_0} = \left(1 - \frac{M_{10}}{M_0} \right) \cdot 1,05 = 0,2005$

$M_0 = \frac{M_N}{1 - \frac{M_{10}}{M_0} \cdot \frac{M_E}{M_A} - \frac{M_{10}}{M_0}} = 5770 \text{ kg}$

3)

$M_0 = 5300 \text{ kg}$

CS-23 : $V_{Anflug} = 7,2 \cdot V_s ; V_s = 773 \text{ km/h} = 37,37 \frac{m}{s}$

~~$\frac{M_{10}}{M_0} = \frac{M_3}{M_0} \cdot \frac{M_E}{M_A} \cdot \frac{M_{10}}{M_5}$~~

~~$M_0 = 4370 \text{ kg}$~~

Reaktion

$A = B = C_A \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot S \rightarrow C_{Amax} = 2,67$

Flügel mit mehrfach-Spaltklappen, Fowler und Slots nötig

$V_{Anflug} = 40,81 \frac{m}{s}$

4)

Hier in Musterlösung + gerechnet

$V_{kr} = \left(0,54 \cdot \frac{S^2}{b} \cdot \left(\frac{d}{c} \right) \cdot \frac{1 + \lambda \sqrt{c^2 + \lambda^2 d^2}}{(1 + \lambda)^2} \right)$

Mit $\tau = \frac{(d/L)_2}{(d/L)_1}$; ~~...~~

$V_{kr} = 2,447 \text{ m}^3 = 7,528 \text{ m}^3$

Rechteckflügel : $\lambda = 7$

~~$V_{kr,eff} = 2,447 \text{ m}^3$~~

$= -V_{kr} \cdot 0,003 + V_{kr} \cdot 0,005 + V_{kr} = 2,367 \text{ m}^3$

(Mit Wert aus Lösung weitergerechnet)

5)

$$C_{w0} = C_{f,eq} = \frac{S_{w0}}{S} = 0,072$$

~~$$C_{w0} = C_{f,eq} = \frac{S_{w0}}{S} = 0,072$$~~

~~$$C_{w0} = C_{f,eq} = \frac{S_{w0}}{S} = 0,072$$~~

$$C_w = C_{w0} + \frac{1}{4 \cdot Re} C_A^2$$

$$C_w = 0,072 + 0,03677 C_A^2$$

6)

$$r_H = 7 \text{ m}$$

$$\bar{V}_H = \frac{S_H \cdot r_H}{S \cdot l_H} \approx 0,7 \quad \text{für general aviation, TE}$$

In Musterlösung wird zur irgendeinen Grund 2E angenommen...?

$$l_H = \frac{2}{3} \frac{1+2+1^2}{1+1} l_i =$$

$$M \stackrel{!}{=} A_H \cdot r_H = \frac{\rho}{2} v^2 C_M S l_H$$

$$l = \frac{2b}{l_i + l_b} ; l_i = l_b, \text{ weil rechteckflügel}$$

$$l_i = l_b = 7,778 \text{ m}$$

$$l_H = 7,778 \text{ m}$$

$$S_H = 5,526 \text{ m}^2$$

Aufgabe 2

$$v = 230 \text{ km/h}$$

$$\rho = 0,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_1 = 73 \text{ kW}$$

$$P_2 = 69 \text{ kW}$$

$$S_{ref} = 73,54 \text{ m}^2$$

$$\eta_D = 0,42$$

1)

Es wird nur der Schädliche Widerstand beeinflusst (Unspülte Fläche)

$$\frac{m}{v} = \frac{F}{P} \rightarrow F_H = 479,9 \text{ N}$$

$$F_L = 453,6 \text{ N}$$

$W \stackrel{!}{=} F$ im Horizontalflug, stationär

~~Reibwiderstand (Widerstand) hat sich durch Montage von S, B, verringert!~~

$$W = \frac{\rho}{2} v_0^2 C_w S \rightarrow \Delta C_w = 0,007057$$

70,57 Drag-Counts Unterschied!

Aufgabe 77) ~~ges~~ ges: C_{min} , E für größte Strecke

$$E = \frac{CA}{C_w} \quad E = E^{-1}$$

$$C_{Amax} = \sqrt{C_{w0} \pi \cdot A \cdot e}$$

$$\text{mit } C_w = 0,078 + 0,048 C_A^2 \quad \begin{matrix} \nearrow = C_{w0} & \nearrow = \frac{1}{\pi \cdot A \cdot e} \end{matrix}$$

$$C_{Amax} = 0,6724$$

$$C_{wmax} = 0,036$$

$$E = 77,07$$

$$E = 0,05879$$

b) $C_{Amax} = 0,6$

$$\text{Bestes gleiten: } C_{Amin} = \sqrt{C_{w0} \pi \cdot A \cdot e} = C_{Amax} = 0,6$$

$$A = G = M_2 \cdot g = \frac{\rho}{2} V_1^2 C_A S$$

$$S = 205,7 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Flächenbelastung } \sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 3748 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

c) $C_{wmax} = 0,035$

$$\frac{m}{C_{PA}} \left(\frac{C_A}{C_w} \right)_{Rmax} \cdot \ln \left(\frac{M_5}{M_6} \right)$$

 M_5 nicht bekannt:

$$R_{PA} = \frac{m}{C_{PA}} \left(\frac{C_A}{C_w} \right)_{Rmax} \cdot \ln \left(\frac{M_5}{M_4} \right) = 3500 \text{ km}$$

$$M_4 = 52960 \text{ kg}$$

$$C_{Amax} = \sqrt{3 C_{w0} \pi \cdot A \cdot e} = 1,067 \quad C_{wmax} = 0,072$$

$$M_5 = M_4 - M_F = 38960 \text{ kg}$$

$$E_{PA} = \frac{m}{C_{PA}} \left(\frac{C_{Amax}}{C_{wmax}} \right) \ln \left(\frac{M_5}{M_6} \right) = 2505 \text{ s}$$

d) M_6 soll nur noch 6% reserve haben

$$M_0 \cdot E_{a1} \cdot E_{a2} \cdot E_{a3} = M_3 \rightarrow M_0 = 69420 \text{ kg}$$

$$M_{KR} = M_0 - M_F - M_6 + 0,06(M_0 - M_F + M_6) = 78470 \text{ kg}$$

e) Vorschrift ist $V_{Anfang} = 7,23 \cdot V_s$

$$\rho = 7,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

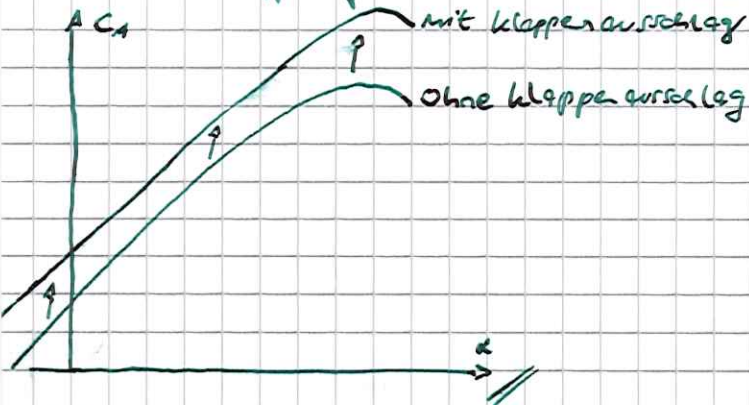
$m_2 = 69000 \text{ kg}$ (ist gegeben)

$$\frac{m_0}{s} = C_{max,L} \frac{\rho}{2g} \sqrt{\frac{m_0}{M_{L,D_0}}}$$

"Nach Bervorschrift" also muss mit V_{Anfang} gerechnet werden, nicht mit V_{stark}

$$C_{max,L} = 7,804$$

→ Fouleklappe gewährleistet ausreichend Auftrieb



Aufgabe 2

$$\text{Volumenkoeffizient: } V_s = \frac{S_w \cdot M}{S \cdot L_m}$$

Werte vermessen und einsetzen

Aufgabe 3

$$V_{\text{sink}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Gleichmäßige, konstante Fallrate → $W = G$

$$\frac{\rho}{2} V_{\text{sink}}^2 C_w S = M \cdot g \quad \rightarrow \quad S = 787,7 \text{ m}^2$$

$$S = \pi \cdot r^2 \quad \rightarrow \quad r = 7,73 \text{ m} \quad \rightarrow \quad D = 2r = 15,46 \text{ m}$$

