Musterlösung Flugmechanik FPR WS 09/10

1.) Frageteil

1.1) a) Einzig richtige Antwort: Kästchen 3. Erklärung: Koordinierter Kurvenflug bedeutet: keine Kräfte in y-Richtung des flugzeugfesten Koordinatensystems

b) Einzig richtige Antwort: Kästchen 4. Erklärung: $n = \frac{1}{\cos \gamma}$

1.2) $n = \frac{L}{W}$ Das Lastvielfache gibt beispielsweise an, das Wievielfache der Erdbeschleunigung ein Passagier in z-Richtung (flugzeugfest) erfährt. Teile der Flugzeugstruktur werden unter anderem auch nach dem maximal zulässigen Lastvielfachen ausgelegt.

1.3) Der QNH-Wert gibt den aktuell tatsächlich herrschenden Druck auf MSL an. Der Pilot nutzt diesen als Referenz für den Höhenmesser und kann dann die tatsächliche geometrische Höhe ermitteln.

1.4) Ein kontinuierliches Steigen bei sinkender Flugzeugmasse (Kraftstoff) und konstanter Geschwindigkeit sowie konstantem c_L, das mit der Breguet-Formel ermittelt werden kann, ist von der Flugsicherung nicht zulässig. Daher wird im Reiseflug nicht optimal kontinuierlich gestiegen, sondern erst die Höhe „gewechselt", wenn der nächste FL aus Sicht der Flugleistung geflogen werden kann.

1.5) a) Druckhöhe h_p, Referenz: ISA-Druck auf MSL

b) 12000 ft

1.6) a) $E = \frac{L}{D}$ Die Gleitzahl ist als das Verhältnis aus Auftrieb zu Widerstand definiert

b) Es kommt theoretisch bis zum Erreichen des Bodens 240.000 ft weit.

1.7) a) Beginn: Stillstand/Beginn des Startrollens
Ende: 35 ft Hindernishöhe

b) $s_{TO} = s_g + s_a$

$s_g = s_r + s_{rl}$

1.8) a) V: True Air Speed (Geschw. relativ zu umgebender Luft)
V_G: Ground Speed (Geschw. über Grund, d.h. ohne Windeinflüsse)

b) Der Wind(-vektor) muss bekannt sein, d.h. Windgeschw. und Windrichtung relativ zur Flugrichtung

Musterlösung

2.1

a) $\rho = \rho_0 \cdot \left(1 - \frac{L}{T_0} \cdot h_p\right)^{4{,}25588}$

$= 1{,}225 \frac{kg}{m^3} \cdot \left(1 - \frac{1{,}9812 \cdot 10^{-3}\,K}{288{,}15\,K \cdot ft} \cdot 21000\,ft\right)^{4{,}25588}$

$= 0{,}631 \frac{kg}{m^3}$

b) $E_{max} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi A e}{C_{D0}}} \Rightarrow C_{D0} = \frac{\pi \cdot A \cdot e}{4 \cdot E_{max}^2}$ mit $A = \frac{b^2}{S}$

$A = \frac{12^2\,m^2}{18\,m^2} = 8$

$C_{D0} = \frac{\pi \cdot 8 \cdot 0{,}85}{4 \cdot 15^2} = 0{,}023736$

c) $T = D$

$D = A \cdot V^2 + B \cdot V^{-2}$

mit $A = \frac{C_{D0} \cdot \rho \cdot S}{2} = \frac{0{,}023736 \cdot 0{,}631 \frac{kg}{m^3} \cdot 18\,m^2}{2} = 0{,}13480 \frac{kg}{m}$

$B = \frac{2 \cdot m^2 \cdot g^2}{\pi \cdot A \cdot e \cdot \rho \cdot S} = \frac{2 \cdot 8500^2\,kg^2 \cdot 9{,}81^2 \frac{m^2}{s^4}}{\pi \cdot 8 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}631 \frac{kg}{m^3} \cdot 18\,m^2} = 57311953 \frac{kg \cdot m^3}{s^4}$

$V = 380\,kt \cdot 0{,}5144 \frac{m}{s \cdot kt} = 195{,}5 \frac{m}{s}$

$D = 0{,}13480 \frac{kg}{m} \cdot 195{,}5^2 \frac{m^2}{s^2} + 57311953 \frac{kg \cdot m^3}{s^4} \cdot \frac{1}{195{,}5^2} \frac{s^2}{m^2}$

$= 6651{,}6 \frac{kg \cdot m}{s^2} \Rightarrow T_{1TW} = \frac{D}{2} = 3325{,}8\,N$

d) $r = \frac{V^2}{g\sqrt{n^2-1}} = \frac{195{,}5^2 \frac{m^2}{s^2}}{9{,}81 \frac{m}{s^2} \sqrt{6{,}25-1}} = 1700{,}4\,m$

2.2.

a) $\sin\gamma = \frac{T}{W} - \frac{D}{W} = \frac{T}{W} - \frac{D}{L}$

$= \frac{T}{W} - \frac{1}{E}$

$= 0{,}2 - \frac{1}{10} = 0{,}1$

$\Rightarrow \gamma = \arcsin(0{,}1) = 5{,}74°$

b) $t_{cl} = -\frac{h_{abs}}{ROC_0} \cdot \ln\left(1 - \frac{h}{h_{abs}}\right)$

$ROC_0 = V_0 \cdot \sin\gamma = 60\,kt \cdot 0{,}5144\,\frac{m/s}{kt} \cdot 0{,}1$

$= 3{,}086\,\frac{m}{s}$

$t_{cl} = -\frac{14000\,ft \cdot 0{,}3048\,m/ft}{3{,}086\,\frac{m}{s}} \cdot \ln\left(1 - \frac{10000\,ft}{14000\,ft}\right)$

$= 1732{,}3\,s$