



Flugmechanik 1 WS 02/03

Datum: 27.01.2003

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Name:		Vorname:	
Matrikelnummer.:			
Punkte:	von 60 Punkten.	Note:	

1. Klausurteil

(keine Hilfsmittel - 30 Minuten - 20 Punkte)

1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache.

1. aerodynamic centre (of wing and body)
2. neutral point (of the aeroplane)
3. pull out manoeuvre
4. flare
5. tail setting angle
6. tail volume coefficient
7. ultimate load
8. limit load
9. clearway
10. stop way
11. lift-off speed
12. screen height

1.2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache. Schreiben Sie deutlich, denn falsche oder unleserliche Schreibweise ergibt Punktabzug!

1. Knüppelkraft
2. festes Ruder
3. Stabilitätsreserve
4. Trimmklappe
5. Scharniermoment
6. statische Stabilität
7. Lastvielfaches
8. Sicherheitslandestrecke
9. Anfluggeschwindigkeit
10. Betriebleermasse
11. Reichweite
12. Drehrate

- 1.3) An einem Flugplatz (Höhe nach Karte: 1000 ft) wird das QNH bekannt gegeben: 1010 hPa. Berechnen Sie den Druck in Meereshöhe!
- 1.4) An einem Flugplatz (Höhe nach Karte: 1000 ft) wird die Temperatur bekannt gegeben: 13 °C. Berechnen Sie die Temperatur in Meereshöhe!
- 1.5) In einer koordinierten Kurve beträgt der Hängewinkel 60°, welchen Wert hat das Lastvielfache?
- 1.6) Der Neutralpunkt eines Flugzeugs liegt bei 40% MAC. Die Stabilitätsreserve beträgt 10%. Wo liegt der Schwerpunkt des Flugzeugs bezogen auf MAC?
- 1.7) Ein Flugzeug mit positiver statischer Längsstabilität ist auf 150 kt ausgetrimmt. Die Fluggeschwindigkeit wird auf konstante 120 kt verringert, dabei hat der Pilot noch nicht nachgetrimmt. In welche Richtung wurde das Steuerhorn bewegt (vor oder zurück)? Welche Kräfte treten dabei auf (Zug oder Druck)? Wie bewegt sich die Hinterkante des Höhenruders (nach oben oder nach unten)?
- 1.8) Ein Rechteckflügel hat eine Fläche von 40 m², die Streckung beträgt 10. Berechnen Sie die Spannweite, die mittlere aerodynamische Flügeltiefe und die mittlere geometrische Flügeltiefe!
- 1.9) Ein Flugzeug fliegt bei maximaler Gleitzahl. Nennen Sie das Verhältnis aus induziertem Widerstand und Nullwiderstand!
- 1.10) Nennen Sie die BREGUETsche Reichweitengleichung (für einen Jet)!
- 1.11) Ein Flugzeug fliegt mit einem Schub-Gewichtsverhältnis von 0,3 und einer Gleitzahl von 10. Berechnen Sie den Steiggradienten $\sin\gamma$!
- 1.12) Beschreiben Sie kurz die Zulassungsflüge, die zur Ermittlung der „minimum unstick speed“ V_{MU} durchgeführt werden!
- 1.13) Im Flugversuch wird ermittelt:

C_D	C_L	C_L^2
0,04	0,7071	?
0,03	0,5	?

Zeichnen Sie aus den Angaben ein Diagramm $C_D = f(C_L^2)$!

Der Widerstand soll in der Form $C_D = C_{D,0} + k \cdot C_L^2$ dargestellt werden. Berechnen Sie $C_{D,0}$ und k !

Hinweis: Diese Aufgabe ist etwas aufwendiger, wird aber auch mit mehr Punkten belohnt.

2. Klausurteil

(mit Hilfsmitteln - 150 Minuten - 40 Punkte)

Aufgabe 2.1 (5 Punkte)

Ein Flugzeug fliegt in 3000 ft mit einer angezeigten Geschwindigkeit (IAS) von 100 kt Kurs Nord (Temperatur in Meereshöhe 15°C, Druck in Meereshöhe: 1013 hPa). Der Wind kommt aus 225° mit 15 kt. Das GPS-Gerät zeigt eine Geschwindigkeit über Grund von 106 kt.

- Mit welcher wahren Geschwindigkeit (TAS) fliegt das Flugzeug?
- Mit welcher kalibrierten Geschwindigkeit (CAS) fliegt das Flugzeug?
- Welchen relativen Fehler hat der Geschwindigkeitsmesser des Flugzeugs in dieser Situation?

Hinweis: Sie können Aufgabenteil a) zeichnerisch lösen. Zeichnen Sie sorgfältig und nutzen Sie ein ganzes A4 Blatt für Ihre zeichnerische Lösung.

Aufgabe 2.2 (2 Punkte)

Ein Flugzeug fliegt mit einer wahren Geschwindigkeit von 130 kt bei Windstille auf dem 3° geneigten Leitstrahl eines Instrumentenlandesystems auf die Landebahn zu.

- Wie groß ist der Radius des Abfangbogens vor dem Aufsetzen, wenn das Lastvielfache beim Abfangen 1,15 beträgt?
- Welche Strecke wird während des Abfangens über der Landebahn zurückgelegt?

Aufgabe 2.3 (11 Punkte)

Beim Start eines Flugzeugs wird die auf der Startbahn zurückgelegte Strecke als Funktion der Zeit aufgenommen. Eine Auswertung (z.B. mit EXCEL) ergibt folgende Funktion:

$$s(t) = 0,0437 \text{ m/s}^3 \cdot t^3 + 0,567 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 - 10,864 \text{ m/s} \cdot t$$

Nach Zulassungsvorschriften muss das Flugzeug am Ende der Startstrecke ein Hindernis von 50 ft mit einer Geschwindigkeit des 1,2-fachen der Überziehgeschwindigkeit überfliegen. Die Überziehgeschwindigkeit in Startkonfiguration wurde mit 45 kt ermittelt. Die Gegenwindkomponente beim Start beträgt 10 kt.

- Wie lautet die Funktion $v(t)$ der Geschwindigkeit des Flugzeugs gegenüber der Startbahn?
- Bestimmen Sie die Startstrecke nach den gleichen Ansätzen wie im Fluglabor!
- Das Dichteverhältnis während des Versuches ist $\sigma = 1$. Die aktuelle Startmasse beträgt 950 kg. Korrigieren Sie die in b) ermittelte Startstrecke unter Versuchsbedingungen – soweit erforderlich – auf Bedingungen der Standardatmosphäre in Meereshöhe, auf Windstille und auf die maximale Startmasse des Flugzeugs (1043 kg)!

Aufgabe 2.4 (11 Punkte)

Ein Jet beginnt seinen Reiseflug in 35000 ft mit einer Masse von 100 t. Unter Beachtung erforderlicher Reserven können noch 30 t Kraftstoff verbraucht werden. Zwei Fälle sollen verglichen werden:

A) Die Flugsicherung fordert eine Fortführung des Fluges in 35000 ft und eine Machzahl $M = 0,8$.

B) Ausgehend von der Flughöhe 35000 ft wählt der Pilot optimale Bedingungen für den Flug.

Um wie viel Prozent ist die Reichweite des Jets in **B)** höher?

Gegeben:	Flügelfläche, S :	218 m ²
	Streckung, A :	10
	maximale Gleitzahl, E_{max} :	18,27
	Widerstandsbeiwert bei Auftrieb Null, $C_{D,0}$:	0,02
	OSWALD-Faktor, e :	0,85
	schub-spezifischer Kraftstoffverbrauch, c :	16 mg/(Ns)

Aufgabe 2.5 (9 Punkte)

Gegeben ist ein Business Jet mit manueller Flugsteuerung und folgenden Parametern:

Trapezflügel mit einer Flügelfläche, S :	20 m ²
Spannweite, b :	14 m
Zuspitzung, I :	0,35
Auftriebsgradient des Flügels, a :	4,2 1/rad
Abwindgradient, $\frac{de}{da}$:	0,43
Höhenleitwerksfläche, S_T :	6 m ²
Auftriebsgradient des Höhenleitwerks, a_1 :	3,6 1/rad
Auftriebsgradient mit Höhenruderausschlag, a_2 :	2,0 1/rad
Scharniermomentengradient des Höhenleitwerks, b_1 :	- 0,2 1/rad
Scharniermomentengradient mit Höhenruderausschlag, b_2 :	- 0,4 1/rad
Modifizierter Höhenleitwerkshebelarm, l_T' :	7 m

Der Flugzeugneutralpunkt bei festem Ruder liegt 10 % MAC hinter dem Schwerpunkt.

- a) Berechnen Sie Flügeltiefe an der Flügelwurzel (d.h. an der Symmetrielinie des Flugzeugs)!
- b) Berechnen Sie die mittlere aerodynamische Flügeltiefe (MAC)!
- c) Berechnen Sie die Stabilitätsreserve bei losem Ruder!

Aufgabe 2.6 (2 Punkte)

Energy Height Consider an airplane of mass m in flight at some altitude h and with some velocity V_∞ . Due to its altitude, the airplane has *potential energy* equal to mgh . Due to its velocity, the airplane has kinetic energy equal to $\frac{1}{2}mV_\infty^2$. The total energy of the airplane is the sum of these energies, that is,

$$\text{Total aircraft energy} = mgh + \frac{1}{2}mV_\infty^2 \quad [6.55]$$

The *specific energy*, denoted by H_e , is defined as total energy per unit weight and is obtained by dividing Eq. (6.55) by $W = mg$. This yields

$$H_e = \frac{mgh + \frac{1}{2}mV_\infty^2}{W} = \frac{mgh + \frac{1}{2}mV_\infty^2}{mg}$$

or

$$H_e = h + \frac{V_\infty^2}{2g} \quad [6.56]$$

The specific energy H_e has units of height and is therefore also called the *energy height* of the aircraft. Thus, let us become accustomed to quoting the energy of an airplane in terms of its energy height H_e , always remembering that it is simply the sum of the potential and kinetic energies of the airplane per unit weight.

Berechnen Sie die Energiehöhe eines Flugzeuges, das in 30000 ft mit einer Machzahl von 0,81 fliegt!

Quelle:
 ANDERSON, J. D.: *Aircraft Performance and Design*. Boston : McGraw-Hill, 1999