



Flugmechanik mit Labor (FML) WS 12/13

Datum: 25.01.2012

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Name:		Vorname:	
Matrikelnummer.:			
Punkte:	von 75 Punkten.	Note:	

1. Klausurteil

(keine Hilfsmittel - 80 Minuten - 36 Punkte)

1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache! Schreiben Sie so deutlich, dass ich die korrekte Rechtschreibung beurteilen kann!

1. voraussetzen
2. V-Winkel
3. wahre Fluggeschwindigkeit
4. Wellenleistung
5. Wellenwiderstand
6. Wendezeiger
7. Widerstand
8. Widerstandsleistung
9. Wirkungsgrad
10. Wölbung
11. zunehmen
12. Zuspitzung

1.2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache!

1. acceleration
2. advance ratio
3. aerodynamic center
4. aileron
5. aircraft performance
6. altitude
7. ambient temperature
8. angle of attack
9. anhedral
10. approach speed
11. artificial horizon
12. aspect ratio

- 1.3) Um wie viel °C sinkt die Temperatur je 1000 ft Höhenzunahme (runder Wert)?
- 1.4) Welche Temperatur erwarten Sie an einem Flugplatz in 7500 ft Höhe unter Bedingungen der Standardatmosphäre?
- 1.5) An einem Flugplatz in 7500 ft Höhe beträgt die Temperatur 0 °C. Das QNH ist 1013 hPa. Berechnen Sie die Druckhöhe, die Dichtehöhe und das Flight Level (FL)!
- 1.6) Ein Flugzeug fliegt 120 kt (TAS) und Kurs Nord (oder 0°). Der Wind kommt mit 50 kt aus West (oder 270°). Berechnen Sie die Geschwindigkeit über Grund. Das geht auch ohne Taschenrechner: Schriftlich oder zeichnerisch.
- 1.7) Ökoeffizienz! Auto, Eisenbahn, Flugzeug: Was ist besser? Erstellen Sie ein Ranking aus einfachsten Überlegungen!
- Ein Landfahrzeug wird durch Straße oder Schiene vor dem absoluten Einsinken in die Erde bewahrt. Das ist nicht für umsonst zu haben – es kostet Rollwiderstand D_r .
 - Ein Flugzeug wird durch den Auftrieb in der Luft gehalten. Dies ist auch nicht für umsonst zu haben – es kostet induzierten Widerstand D_i .

Es stellt sich jetzt die Frage ob ein Landfahrzeug effizienter durch die Straße/Schiene gehalten wird oder ein Luftfahrzeug durch die Luft.

Mit dem induzierten Widerstand sind Sie vertraut. Der Rollwiderstand D_r kann vereinfacht durch einen Rollwiderstandskoeffizient c_r beschrieben werden. N ist die Normalkraft, die der Gewichtskraft $m g$ entgegen wirkt und von unten auf das Rad drückt, um das Landfahrzeug vor dem absoluten Einsinken in die Erde zu bewahren.

$$D_r = c_r N \quad N = m g \quad D_r = c_r m g$$

<u>Rad-Boden-Kombination</u>	<u>Rollwiderstandskoeffizient c_r</u>
Eisenbahnrad, Schiene	0,001
PKW-Reifen, Asphalt	0,008
PKW-Reifen, Kopfsteinpflaster	0,025
PKW-Reifen, Erd- oder Sandweg	0,050

- a) Wie ist die Gleitzahl definiert?
- b) Bei welchem Widerstand ist die Gleitzahl maximal?
- c) In welcher Beziehung stehen Nullwiderstand D_0 und induzierter Widerstand D_i bei maximaler Gleitzahl E_{max} ?
- d) In welcher Beziehung stehen Auftrieb und Gewicht im Reiseflug?
- e) In welchem Zusammenhang stehen c_r und E_{max} ?
- f) Berechnen Sie die „äquivalente maximale Gleitzahl“ für das Eisenbahnrad auf der Schiene!
- g) Berechnen Sie die „äquivalente maximale Gleitzahl“ für den PKW-Reifen auf Asphalt!
- h) Welche Gleitzahl hat ein modernes Passagierflugzeug?
- i) Berechnen Sie den „äquivalenten Rollwiderstandskoeffizient“ einer Cessna 172 ($E_{max}=10$)!
- j) Erstellen ein Ranking der Verkehrsträger nach diesen einfachen Überlegungen!
- k) Welche Kritik könnte dieser einfachen Methode entgegengebracht werden?

- 1.8) Was versteht man beim Propeller unter „disk loading“?
- 1.9) Sie fliegen mit einer Piper PA28 über Wasser – Motorausfall, aber da vorn ist der rettende Strand. Mit welcher Geschwindigkeit fliegen Sie: V_{mp} , V_s , V_{md} , $1.3 \cdot V_s$, $1.2 \cdot V_s$ oder $3^{1/4} \cdot V_{md}$?
- 1.10) Sie fliegen mit der Geschwindigkeit für maximale Reichweite. Wie viel Prozent der maximalen Gleitzahl erreichen Sie dabei?
- 1.11) Was ist die spezifische Reichweite (specific air range)?
- 1.12) Wo im Nutzlast-Reichweitendiagramm kann man die spezifische Reichweite ablesen?
- 1.13) Was versteht man unter Stabilitätsreserve (static margin)?
- 1.14) Nennen Sie jeweils einen Vorteil, Nachteil und „Show Stopper“ eines Blended Wing Body!

Fragen zum Vorlesungsteil "Flugbetrieb"

- 1.15) Begründen Sie mit der Breguet'schen Reichweitengleichung, warum ein mit steigender Flugdauer immer größerer Teil mitgenommenen Zusatzkraftstoffs (extra fuel) am Zielort nicht mehr zur Verfügung steht.

Fragen zur Vortragsreihe

- 1.16) Zu welcher Erkenntnis kam Hugo Junkers beim Vergleich von Doppeldecker und freitragendem einfachem dicken Flügel?
- 1.17) Es ist durch viele Beispiele und Vorfälle bekannt, dass Triebwerksöldämpfe, die in das Cockpit und die Kabine gelangt sind, Langzeitgesundheitsschäden bei Besatzungsmitgliedern ausgelöst haben. Welches sind darüber hinaus die Flugsicherheitsrisiken (flight safety implications)?
- 1.18) Welche Lösungsvorschläge gibt es für das Problem der teilweise auftretenden Öldämpfe im Cockpit und in der Kabine?
- 1.19) Ein Reisender aus Hamburg möchte einen Geschäftstermin in Passau auf einer Eintagesdienstreise wahrnehmen. Welcher Vorteil bietet sich durch die Wahl eines Geschäftsreiseflugzeugs gegenüber einem größeren Flugzeug, welches typischerweise von einer Airline auf innerdeutschen Strecken eingesetzt wird?
- 1.20) Nennen Sie mindestens jeweils einen Vor- und Nachteile dieser Flugzeugkonfigurationen:
 - a) Anordnung der Jettriebwerke über dem Flügel.
 - b) Flugzeug mit vorwärts gepfeiltem Flügel.
 - c) Entenflugzeug.

2. Klausurteil (mit Hilfsmitteln - 100 Minuten - 39 Punkte)

Aufgabe 2.1 (16 Punkte)

Ein Flugplatz befindet sich auf 7600 ft. Die Temperatur beträgt 20 °C (Sommer). QNH: 993 hPa (Tief).

- Welche Temperatur erwarten Sie nach der Standardatmosphäre (ISA) in Flugplatzhöhe?
Um welchen Betrag weicht die Temperatur am Platz (bzw. in Meereshöhe) von der Standardtemperatur ab?
- Welchen Druck erwarten Sie nach der Standardatmosphäre (ISA) in Flugplatzhöhe?
Um welchen Betrag weicht der Druck in Meereshöhe vom Standarddruck in Meereshöhe ab?
Welcher Druck herrscht am Platz?
- Welche Druckhöhe haben wir am Platz?
- Auf dem Platz steht eine A340 mit offenen Türen.
Welche Kabinenhöhe haben wir im Flugzeug?
- Welche Luftdichte haben wir am Platz?
- Zur Berechnung der Startstrecke (Motorleistung) verlangt das Flughandbuch die Dichtehöhe.
Welche Dichtehöhe haben wir am Platz?
- Auf welchem Flight Level (FL) liegt der Platz?

Aufgabe 2.2 (4 Punkte)

Es geht um Lasten am Flugzeug. Was ist V_A und was ist V_B ? Wie ergeben sich diese Geschwindigkeiten im Manöver- bzw. im Böendiagramm? Erklären Sie!

Aufgabe 2.3 (11 Punkte)

Ein Flugzeug fliegt in konstanter Höhe von 11 km mit konstanter Machzahl ($M = 0,8$) und Geschwindigkeit eine Strecke von 1300 NM.

- Berechnen Sie die maximale Gleitzahl!
- Berechnen Sie die Fluggeschwindigkeit!
- Welche Kraftstoffmasse wird verbraucht?

Schallgeschwindigkeit in 11 km	a_T	295,07 m/s
Dichte in 11 km	ρ_T	0,3639 kg/m ³
Flügelfläche	S	122,6 m ²
Streckung	A	9,48
Spezifischer Kraftstoffverbrauch	c	$1,6 \cdot 10^{-5}$ kg/N/s
Nullwiderstandsbeiwert	C_{D0}	0,02
Oswaldfaktor	e	0,8
Abflugmasse	m_1	66000 kg

Aufgabe 2.4 (4 Punkte)

Die Phygoide wird (nach Flugpraktikum) beschrieben durch

$$y = y_0 + \frac{y_{max}}{2} e^{-\lambda t} \cos(\omega t) + \Delta y t$$

y steht dabei entweder für die Flughöhe h oder die Fluggeschwindigkeit V . Hier sind die Werte der Fluggeschwindigkeit V gegeben, bestimmt jeweils im Scheitelpunkt der Bewegung zusammen mit der Zeit t der jeweiligen Messung.

t [s]	V (IAS) [kt]
0	139
13,9	62
28,3	124
41,8	81
55,7	117
67,8	83
82,1	112
94,1	91
108,8	108
123,3	93
137,2	106
152,9	95

Bestimmen Sie (mit Hilfe der Unterlagen aus dem Flugpraktikum) die folgenden Parameter:

Anfangsamplitude	y_{max}
Dämpfung	λ
Kreisfrequenz	ω
Drift	Δy

Aufgabe 2.5 (4 Punkte)

Ein für Parabelflüge umgerüstetes Passagierflugzeug beginnt den Teil der Parabel in dem Schwerelosigkeit erreicht wird mit einem Nicklagewinkel von 45° und einer wahren Fluggeschwindigkeit von 400 kt. Welche Dauer der Schwerelosigkeit ist in der Parabel zu erwarten?