

§17-Klausur Flugmechanik 1 SS99

Datum: 05.07.1999

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Name:

Vorname:

Matrikelnummer.:

Punkte:

von 75 Punkten.

Note:

1. Klausurteil

(keine Hilfsmittel - 30 Minuten - 20 Punkte)

- 1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache.
(Hinweis: Wenn Sie die genaue Bezeichnung nicht wissen, dann beschreiben Sie den Begriff möglichst präzise. Das gibt dann noch die halbe Punktzahl).

gust

to yaw

to pitch

drag

lift-to-drag ratio

equation of motion

ceiling

aileron

piston

descending flight

to stall

range

payload

equilibrium

tailplane

aspect ratio

stick-free stability

sideslip angle
hinge moment
elevator
load factor
shaft power
angle of attack
fuselage

- 1.2) Wie wird die Schicht der Atmosphäre genannt (die der Erdoberfläche am nächsten ist und) in der die Temperatur konstant und unabhängig von der Höhe ist?
- 1.3) Ein Flugzeug fliegt in Flugfläche (flight level) FL300. In welcher Druckhöhe fliegt das Flugzeug?
- 1.4) Ein Flugzeug startet in Bremen auf der Bahn 27 Richtung Westen. Am Flugplatz ist Westwind. Die Windgeschwindigkeit beträgt 20 kt. Bei Windstille würde das Flugzeug mit einer Geschwindigkeit über Grund (ground speed) von 150 kt abheben. Bei welcher Geschwindigkeit über Grund hebt das Flugzeug unter gegebenen Bedingungen ab? Auf wieviel Prozent verkürzt sich etwa die Startrollstrecke?
- 1.5) Ein Flugzeug fliegt mit einer wahren Fluggeschwindigkeit (true airspeed) von 200 kt in einer Höhe in der die Luftdichte nur noch ein Viertel ihres Wertes in Meereshöhe (unter Standardbedingungen) beträgt. Berechnen Sie die äquivalente Fluggeschwindigkeit (equivalent airspeed).
- 1.6) Nennen Sie die Definitionsgleichung des Nickmomentenbeiwerts.
- 1.7) Unter bestimmten Flugbedingungen wird für ein Flugzeug ein Auftriebsbeiwert von 0.8 und ein Widerstandsbeiwert von 0,04 bestimmt. Berechnen Sie aus den Angaben die Gleitzahl.
- 1.8) Nennen Sie einen typischen maximalen Wirkungsgrad für Propeller.
- 1.9) Ein Flugzeug fliegt mit einem Nicklagewinkel (pitch attitude angle) θ von 30° . Der Anstellwinkel α beträgt 10° . Berechnen Sie den Bahnneigungswinkel (flight path angle) γ .
- 1.10) Sie wollen den Höhenruderwinkel bestimmen, der notwendig ist, um ein Flugzeug für einen stationären Horizontalflug auszutrimmen. Die Lage welches Punktes (bzw. welcher Punkte) hilft Ihnen bei Ihrer Rechnung weiter:
- Neutralpunkt bei festem Ruder,
 - Neutralpunkt bei losem Ruder,
 - Manöverpunkt bei festem Ruder,
 - Manöverpunkt bei losem Ruder,
 - Schwerpunkt?
- 1.11) Ermitteln Sie eine Gleichung zur Berechnung der Gleitzahl eines Segelflugzeugs aus dem Bahnneigungswinkels seines Gleitflugs.

Hinweis: Erstellen Sie eine Skizze des Flugzeugs mit angreifenden Kräften

2. Klausurteil (mit Hilfsmitteln - 150 Minuten - 55 Punkte)

Aufgabe 2.1 (9 Punkte)

Ein Flugzeug will Besucher von einem Flugplatz direkt am Meer auf einen Gletscher bringen, der laut Karte in einer Höhe von 10000 ft liegt. Am Flugplatz zeigt das Barometer einen Luftdruck von 1000 hPa und das Thermometer eine Temperatur von 25 °C.

- Welche Temperatur erwartet die Besucher auf dem Gletscher?
- Vor dem Start stellt der Pilot seinen Höhenmesser auf das QNH des Platzes (1000 hPa) ein. Welche Höhe zeigt der Höhenmesser dann vor dem Start?
- Der Höhenmesser bleibt eingestellt wie in b). Welche Höhe wird der Höhenmesser nach der Landung auf dem Gletscher anzeigen?

Hinweis: Nutzen Sie übliche Vereinfachungen in Ihrem Rechengang.

Aufgabe 2.2 (12 Punkte)

Ein Flugzeug fliegt mit einer berichtigten Fluggeschwindigkeit (calibrated airspeed, CAS) von 200 kt in Flugfläche (flight level) FL390 in Richtung Nordost. Der Wind kommt aus Westen mit 30kt.

- Bestimmen Sie die wahre Fluggeschwindigkeit (true airspeed, TAS)
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeit über Grund.
- Bestimmen Sie den Kurs über Grund.

Aufgabe 2.3 (9 Punkte)

In den Unterlagen eines Oldtimerflugzeugs sind einige Eintragungen unleserlich geworden: Berechnen Sie die fehlenden Überziehgeschwindigkeiten - gekennzeichnet durch "?" - in **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Überziehgeschwindigkeit (TAS) bei unterschiedlichen Klappenstellungen und Querneigungswinkeln

| Klappenstellung | maximaler Auftriebsbeiwert | Querneigungswinkel | |
|-----------------|----------------------------|--------------------|-------|
| | | 0° | 30° |
| 0 ° | 1,40 | ? | 54 kt |
| 40 ° | 1,81 | ? | ? |

Aufgabe 2.4 (7 Punkte)

Gegeben ist **Tabelle 2** aus dem Flughandbuch einer Cessna 172. Es soll hier mit einer vereinfachten Steigflugrechnung gearbeitet werden, die eine lineare Abnahme der Steiggeschwindigkeit mit der Flughöhe voraussetzt.

- Modifizieren Sie den Wert der Steiggeschwindigkeit in der Flughöhe von 10000 ft so, daß sich eine lineare Abnahme der Steiggeschwindigkeit mit der Flughöhe ergibt und dadurch mit der vereinfachten Steigflugrechnung gearbeitet werden kann.
- Berechnen Sie die absolute Gipfelhöhe (absolute ceiling) des Flugzeugs mit Hilfe der vereinfachten Steigflugrechnung und der Modifikation aus a).
- In welcher Weise wirkt sich die in a) eingeführte Vereinfachung aus auf das Ergebnis in b) ?
- Unter Verwendung der vereinfachten Steigflugrechnung: Wie lange dauert ein Steigflug auf eine Flughöhe 1000 ft unter der in b) berechneten absoluten Gipfelhöhe?

Tabelle 2: Maximale Steiggeschwindigkeit einer Cessna 172 nach Flughandbuch

| MAXIMALE STEIGGESCHWINDIGKEIT | | | | | | | | | |
|---|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Flug- gewicht | Meereshöhe und 15 °C | | | 5000 ft und 5 °C | | | 10 000 ft und -5 °C | | |
| | IAS | Steig- geschwindig- keit | Kraft- stoff- verbrauch | IAS | Steig- geschwindig- keit | Kraft- stoff- verbrauch | IAS | Steig- geschwindig- keit | Kraft- stoff- verbrauch |
| | kp | mph | ft/min | l | mph | ft/min | l | mph | ft/min |
| 726 | 78 | 670 | 2,3 | 74 | 470 | 6,1 | 71 | 260 | 10,6 |
| Anmerkungen: <ol style="list-style-type: none"> 1. Klappen eingefahren, Vollgas, Gemisch arm für ruhigen Triebwerklauf in Höhen über 5000 ft. 2. Kraftstoffverbrauch schließt Warmlauf und Start ein. 3. Bei warmem Wetter sind die Steiggeschwindigkeiten für je 5 °C über der Standardtemperatur um 15 ft/min für die jeweilige Höhe zu verringern. | | | | | | | | | |

Aufgabe 2.5 (18 Punkte)

Wenn die "Knüppelkraft pro g" bestimmt werden soll, ist es **nicht** egal, ob das Lastvielfache

1. durch einen Kurvenflug in der Horizontalebene (d.h. durch einen koordinierten Kurvenflug) oder
2. durch einen Kurvenflug in der Vertikalebene (d.h. durch den Flug eines Abfangbogens) aufgebaut wird.

In einem konkreten Fall liege

- der Schwerpunkt bei 30% der mittleren aerodynamischen Flügeltiefe (MAC),
- der "Neutralpunkt bei losem Ruder" bei 40% MAC,
- der "Manöverpunkt bei losem Ruder" und einem Kurvenflug in der Vertikalebene (2.) bei 50% MAC.

Es gilt herauszufinden, um wieviel Prozent die "Knüppelkraft pro g" - unter gegebenen Bedingungen - größer ist, wenn gegenüber dem Horizontalflug ein **zusätzliches** Lastvielfaches von *einem* g aufgebaut wird im koordinierten Kurvenflug (1.) statt in einem Abfangbogen (2.). Bevor wir uns dieser Frage zuwenden beantworten Sie zunächst einmal:

- a) Mit welchem Hängewinkel muß eine koordinierte Kurve geflogen werden, wenn gegenüber dem Horizontalflug ein **zusätzliches** Lastvielfaches von *einem* g aufgebaut werden soll?
- b) Wie lautet die Gleichung zur Berechnung der "Knüppelkraft pro g"?
- c) Von der Lage welcher Punkte hängt die "Knüppelkraft pro g" im Falle des Kurvenfluges nach (2.) ab?
- d) Von der Lage welcher Punkte hängt die "Knüppelkraft pro g" im Falle des Kurvenfluges nach (1.) ab?
- e) Um wieviel Prozent MAC liegt der "Manöverpunkt bei losem Ruder" und einem Kurvenflug in der Vertikalebene (2.) unter gegebenen Bedingungen hinter dem "Neutralpunkt bei losem Ruder"?
- f) Unter gegebenen Bedingungen: Bei wieviel Prozent MAC liegt der "Manöverpunkt bei losem Ruder" und einem Kurvenflug in der Horizontalebene (1.)?
- g) Um wieviel Prozent MAC liegt der "Manöverpunkt bei losem Ruder" und einem Kurvenflug in der Horizontalebene (1.) unter gegebenen Bedingungen hinter dem Schwerpunkt?

Und schließlich:

- h) Um wieviel Prozent ist (unter gegebenen Bedingungen) die "Knüppelkraft pro g" größer bei einem Kurvenflug in der Horizontalebene (1.) gegenüber einem Kurvenflug in der Vertikalebene (2.)?