

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

**§17-Klausur Flugmechanik 1 WS 99/00**

Datum: 28.01.2000

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Name:

Vorname:

Matrikelnummer.:

Punkte:

von 75 Punkten.

Note:

**1. Klausurteil**

**(keine Hilfsmittel - 20 Minuten - 21 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).

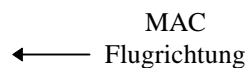
1. speed of sound
2. chord line
3. wing tip
4. sweep angle
5. altitude
6. wing span
7. wing loading
8. rudder
9. vertical tail
10. zero-lift drag
11. level flight
12. bypass ratio
13. to climb
14. load factor
15. brake
16. runway

- 17. thrust
- 18. ultimate load
- 19. buffet onset boundary
- 20. stick
- 21. downwash angle
- 22. force
- 23. performance
- 24. to increase

- 1.2) Wie wird die Schicht der Atmosphäre genannt, die vom Boden bis etwa in eine Höhe von 11 km reicht?
- 1.3) Ein Flugzeug fliegt in einer geometrischen Höhe  $h$  von 10000 ft. Wieviel beträgt grob die geopotentielle Höhe  $H$  ?
- 1.4) Ein Flugzeug will in Hamburg Fuhlsbüttel auf der Bahn 23 starten. Der Wind kommt aus  $260^\circ$ . Das Flugzeug ist für eine maximale Seitenwindkomponente beim Start von 15 kt zugelassen. Bis zu welcher Windgeschwindigkeit ist ein Start zulässig?
- 1.5) Welchen Wert hat die Luftdichte in 35800 ft bei Bedingungen der Internationalen Standardatmosphäre? Der hier gegebene Ausschnitt aus den Daten zur Internationalen Standardatmosphäre hilft Ihnen evtl. bei der Beantwortung der Frage.

$H$ ft	$T$ K	$\theta$	$\sqrt{\theta}$	$p$ N/m <sup>2</sup>	$\delta$	$\sigma$
34 000	220.79	0.766 23	0.875 35	24 999	0.246 72	0.321
34 200	220.39	0.764 85	0.874 56	24 764	0.244 40	0.319
34 400	220.00	0.763 48	0.873 77	24 531	0.242 10	0.317
34 600	219.60	0.762 10	0.872 99	24 300	0.239 82	0.314
34 800	219.20	0.760 73	0.872 20	24 070	0.237 55	0.312
35 000	218.81	0.759 35	0.871 41	23 842	0.235 30	0.309
35 200	218.41	0.757 98	0.870 62	23 616	0.233 07	0.307
35 400	218.02	0.756 60	0.869 83	23 392	0.230 86	0.305
35 600	217.62	0.755 23	0.869 04	23 169	0.228 66	0.302
35 800	217.22	0.753 85	0.868 25	22 948	0.226 48	0.300

- 1.6) Nennen Sie die Definitionsgleichung des Auftriebsbeiwerts.
- 1.7) Ein Rechteckflügel hat eine Profiltiefe von einem Meter. Die Flügelfläche beträgt 20 m<sup>2</sup>. Berechnen Sie die Flügelstreckung!
- 1.8) Nennen Sie einen typischen Wert des Oswald-Faktors  $e$  für ein Passagierflugzeug!
- 1.9) Ein Flugzeug startet von einem Flugplatz A. Flugplatz A liegt in Meereshöhe, der Luftdruck am Platz beträgt 1013 hPa. Der Höhenmesser wird auf 0 ft eingestellt. Nach einem längeren Flug landet das Flugzeug auf einem Flugplatz B. Flugplatz B liegt ebenfalls in Meereshöhe. Flugplatz B befindet sich gerade mitten in einem Tiefdruckgebiet. Welche Höhenmesseranzeige erwarten Sie? Erklären Sie bitte Ihre Feststellung!
- 1.10) Ein Flugzeug zeigt unter allen Bedingungen ein stabiles Flugverhalten. Skizzieren Sie für dieses Flugzeug die Lage von Neutralpunkt (N), Schwerpunkt (S) und Manöverpunkt (M) auf der mittleren aerodynamischen Flügeltiefe (MAC)!



## 2. Klausurteil (mit Hilfsmitteln - 160 Minuten - 54 Punkte)

### Aufgabe 2.1 (20 Punkte)

Ein Flugplatz liegt laut Karte in einer Höhe von 3000 ft. Das QNH am Flugplatz beträgt 993 hPa. Die Temperatur am Flugplatz beträgt 25 °C.

- Welcher Luftdruck wäre in Meereshöhe zu erwarten?
- Welche Temperatur wäre in Meereshöhe zu erwarten?
- Bestimmen Sie die Luftdichte und die Dichtehöhe am Flugplatz!
- Welchen prozentualen Verlust an Wellenleistung erwarten Sie bei einem Flugzeug mit Kolbenmotor, das am Flugplatz betrieben wird, gegenüber der für Standardbedingungen (Luftdruck: 1013 hPa, Lufttemperatur: 15 °C) angegebenen Wellenleistung?

### Aufgabe 2.2 (5 Punkte)

Welche (absolute) Gipfelhöhe wird ein Jet mit einer maximalen Gleitzahl von 20 etwa erreichen, dessen Schub-Gewichtsverhältnis in Meereshöhe 0.2 beträgt?

### Aufgabe 2.3 (13 Punkte)

Ein Flugzeug soll nach JAR-23 in der Klasse der Normalflugzeuge (normal category aeroplane) zugelassen werden. Die Flächenbelastung beträgt 26 lb/ft<sup>2</sup> bei maximaler Bemessungsstartmasse (design maximum take-off weight). Für die Flügelfläche wurden 100 ft<sup>2</sup> gewählt.

- Als Beitrag für die Erstellung eines V-n-Diagramms für die Manöverlasten: Berechnen Sie das maximal geforderte positive Lastvielfache unter Berücksichtigung der gegebenen Auszüge aus JAR-23!
- Als Beitrag für die Erstellung eines V-n-Diagramms für die Böenlasten: Berechnen Sie die Bemessungsreisegeschwindigkeit (design cruising speed)  $V_C$  und die Böengeschwindigkeit  $U_{de}$  in einer Höhe von 26000 ft unter Berücksichtigung der gegebenen Auszüge aus JAR-23!

#### JAR 23.333 Flight envelope

...

##### (c) Gust envelope

- (1) The aeroplane is assumed to be subjected to symmetrical vertical gusts in level flight. The resulting limit load factors must correspond to the conditions determined as follows:
  - (i) Positive (up) and negative (down) gusts of 50 fps at VC must be considered at altitudes between sea level and 20 000 ft. The gust velocity may be reduced linearly from 50 fps at 20 000 ft to 25 fps at 50 000 ft; and
  - (ii) Positive and negative gusts of 25 fps at VD must be considered at altitudes between sea level and 20 000 ft. The gust velocity may be reduced linearly from 25 fps at 20 000 ft to 12.5 fps at 50 000 ft.
  - (iii) In addition, for commuter category aeroplanes, positive (up) and negative (down) rough air gusts of 66 fps at VB must be considered at altitudes between sea level and 20 000 ft. The gust velocity may be reduced linearly from 66 fps at 20 000 ft to 38 fps at 50 000 ft.

#### JAR 23.335 Design airspeeds

Except as provided in sub-paragraph (a) (4) of this paragraph, the selected design airspeeds are equivalent air-speeds (EAS).

##### (a) Design cruising speed, VC. For VC the following apply:

- (1) VC (in knots) may not be less than -
  - (i)  $33 \sqrt{W/S}$  (for normal, utility and commuter category aeroplanes); and
  - (ii)  $36 \sqrt{W/S}$  (for aerobatic category aeroplanes).

where  $W/S$  = wing loading at design maximum take-off weight lb/ft<sup>2</sup>.

- (2) For values of  $W/S$  more than 20, the multiplying factors may be decreased linearly with  $W/S$  to a value of 28.6 where  $W/S = 100$ .

#### JAR 23.337 Limit manoeuvring load factors

##### (a) The positive limit manoeuvring load factor n may not be less than -

- (1)  $2.1 + \frac{24000}{W+10000}$  for normal and commuter category aeroplanes (where  $W$  = design maximum take-off weight lb), except that n need not be more than 3.8;
- (2) 4.4 for utility category aeroplanes; or
- (3) 6.0 for aerobatic category aeroplanes.

**Aufgabe 2.4** (9 Punkte)

Es wird ein etwas längerer Flug mit einem kolbengetriebenen Propellerflugzeug geplant. Zunächst wird ein Testflug durchgeführt. Für den Testflug über eine Flugstrecke von  $R_1 = 50$  NM werden 15 kg Kraftstoff benötigt. Welche Kraftstoffmasse wird für den geplanten Flug über die Strecke  $R_2 = 500$  NM benötigt? Die Startmasse beträgt bei beiden Flügen 1000 kg.

Hinweis: Um die Rechnung nicht unnötig kompliziert zu machen, soll mit der Breguet'schen Reichweitengleichung gerechnet werden. Weiterhin sollen die Besonderheiten des Kraftstoffverbrauchs bei Start, Steigflug, Sinkflug und Landung unberücksichtigt bleiben.

Wie müssen die Flüge durchgeführt werden, um den in der Breguet'schen Reichweitengleichung getroffenen Annahmen gerecht zu werden?

**Aufgabe 2.5** (7 Punkte)

Die Flugversuchsabteilung soll den Abwindgradienten  $d\varepsilon/d\alpha$  für ein neues Flugzeug ermitteln. Es wurden bereits Flüge durchgeführt mit denen der Neutralpunkt bei festem Ruder bestimmt wurde zu 65% MAC (mean aerodynamic chord). Der Neutralpunkt der Flügelrumpfkombination liegt bei 25% MAC. Weiterhin bekannt sind:

Flügelfläche, $S$ :	30 m <sup>2</sup>
mittlere aerodynamische Flügeltiefe (MAC), $\bar{c}$ :	2 m
Auftriebsgradient des Flügels, $a$ :	4,9 1/rad
Höhenleitwerksfläche, $S_T$ :	6 m <sup>2</sup>
modifizierter Höhenleitwerkshebelarm, $l_T'$ :	7 m
Auftriebsgradient des Höhenleitwerks, $a_1$ :	4,4 1/rad

Sind weitere Meßflüge erforderlich? Falls dies nicht der Fall ist, dann berechnen Sie der Flugversuchsabteilung bitte den gesuchten Wert!