

§17-Klausur Flugzeugentwurf SS 02

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Datum: 25.06.2002

Bearbeitungsdauer: 180 Minuten

Name:

Vorname:

Matrikelnummer.:

Punkte:

von 69 Punkten.

Note:

1. Klausurteil

(keine Hilfsmittel - 45 min. - 24 Punkte)

1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung in deutscher Sprache:

type certificate

sweep

linkage

stall fence

tail volume

all moving tail

take-off field length

center of pressure

revenue

landing gear bay

tip stall

take-off ground roll

1.2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung in englischer Sprache:

Bodeneffekt

Entscheidungsgeschwindigkeit

Essenswagen

Flughandbuch

Geschäftsreiseflugzeug

Höchstflugdauer

Nutzlast-Reichweitendiagramm

Reise Flughöhe

Schränkung

Vorderholm

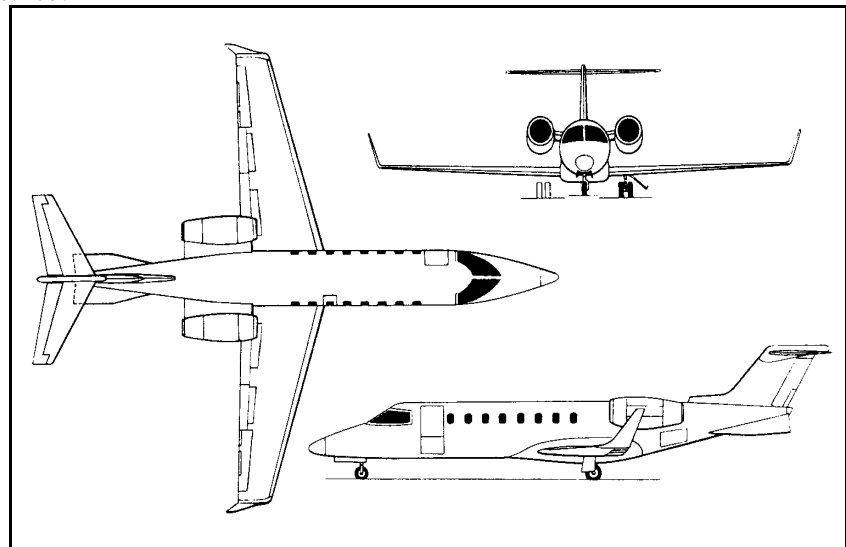
Wölbungsrücklage

Trudeln

- 1.3) Was bedeutet "deep stall"?
- 1.4) Was ist der Unterschied zwischen einem "control canard" und einem "lifting canard"?
- 1.5) Welchen Wert nimmt der Oswald-Faktor e etwa an bei Transportflugzeugen
a) in Reiseflugkonfiguration?
b) bei ausgefahrenen Landeklappen?
- 1.6) Ein Flügel hat eine Zuspitzung $\lambda = 0$. Die Flügelstreckung beträgt 20 und die Flügelfläche 20 m^2 . Berechnen Sie die Profiltiefe an der Flügelspitze!
- 1.7) Unter bestimmten Flugbedingungen wird für ein Flugzeug eine Gleitzahl von 20 ermittelt bei einem Widerstandsbeiwert von 0.04. Berechnen Sie den Auftriebsbeiwert!
- 1.8) Ein übliches Verkehrsflugzeug hat eine benetzte Fläche von 1200 m^2 . Wie groß ist etwa die Referenzflügelfläche des Flugzeugs?
- 1.9) Gezeigt ist die Dreiseitenansicht eines Learjet 45. Nennen Sie 4 besondere Merkmale dieser Konfiguration und diskutieren Sie dabei die Vor- und Nachteile der Merkmale bzw. nennen Sie die aus den Merkmalen folgenden Konsequenzen für den Flugbetrieb!

- 1.10) Ein vierstrahliges Flugzeug hat eine maximale Startmasse von 100000 kg . Das Schub-Gewichtsverhältnis beträgt 0,2. Berechnen Sie aus den Angaben (grob) den Startschub **pro Triebwerk!**

- 1.11) Der *mission segment mass fraction*, M_{ff} beträgt 0,8. Berechnen Sie den Kraftstoffmassenanteil!



- 1.12) Wie verändern (vergrößert, verkleinert, bleibt gleich) sich bei Flugzeugen mit **vorwärts** gepfeilten Flügeln
- maximaler Auftriebsbeiwert,
 - Masse des Flügels,
 - Neigung zum Aufnicken des Flugzeugs im überzogenen Flugzustand,
 - statische Stabilität um die Längsachse
- mit **zunehmendem** Pfeilwinkel ?
- 1.13) Nennen Sie einen typischen Wert für den schubspezifischen Kraftstoffverbrauch eines modernen Strahlverkehrsflugzeugs im Reiseflug!
- 1.14) a) Welchen prozentualen Anteil hat die Betriebsleermasse etwa an der Startmasse bei Verkehrsflugzeugen?
b) Wie verändert sich dieses Verhältnis, wenn (sonst ähnliche) Flugzeuge mit unterschiedlicher Auslegungsreichweite betrachtet werden?
c) Wie verändert sich dieses Verhältnis, wenn (sonst ähnliche) Flugzeuge mit einer unterschiedlichen Anzahl von Triebwerken betrachtet werden? Die Triebwerke seien in den hierin betrachteten Fällen unter dem Flügel angeordnet.
- 1.15) Wie viel Prozent beträgt die jährliche Abschreibung in den Fällen a) und b)? Welche Abschreibungsvariante sollte man auswählen, wenn man an geringen DOC interessiert ist (Begründung)?
a) 20% Restwert, Abschreibung über 8 Jahre.
b) 10% Restwert, Abschreibung über 10 Jahre.

2. Klausurteil (mit Hilfsmitteln - 135 min. - 45 Punkte)

Aufgabe 2.1 (6 Punkte)

Gegeben sind zwei Statistik-Gleichungen:

$$1.) \quad V_{APP} = k_{APP} \cdot \sqrt{s_{LFL}} \quad 2.) \quad m_{ML} / S_W = k_L \cdot \sigma \cdot C_{L,max,L} \cdot s_{LFL} \cdot$$

V_{APP} Anfluggeschwindigkeit: $V_{APP} = 1,3 V_S$

s_{LFL} Sicherheitslandestrecke

m_{ML} maximale Landemasse

S_W Flügelfläche

$\sigma = \rho / \rho_0$ relative Luftdichte

$C_{L,max,L}$ maximaler Auftriebsbeiwert im Landeanflug

k_{APP} und k_L Faktoren, die die jeweilige Gleichung an statistische Daten anpasst.

- Für ein Flugzeug sind gegeben: $V_{APP} = 62,2$ m/s und $s_{LFL} = 844$ m. Berechnen Sie k_{APP} !
- Leiten Sie Gleichung 2.) her und zeigen Sie wie k_L aus k_{APP} berechnet werden kann!
- Berechnen Sie k_L mit dem Ergebnis aus a)!

Aufgabe 2.2 (22 Punkte)

Im Rahmen eines Nachentwurfes soll das Entwurfsdiagramm (nach LOFTIN) für einen bekannten zweistrahligen Business Jet gezeichnet und fehlende Flugzeugparameter berechnet werden. Folgende Forderungen werden an das Flugzeug gestellt:

- Reiseflugmachzahl $M_{CR} = 0,81$.
- Sicherheitslandestrecke $s_{LFL} \leq 844$ m (Standardatmosphäre in Meereshöhe).
- Sicherheitsstartstrecke $s_{TOFL} \leq 893$ m (Standardatmosphäre in Meereshöhe).
- Zulassung nach JAR-25 und FAR Part 25.

Folgende Parameter des Business Jets sind aus der Literatur bereits bekannt:

- Maximale Startmasse: 7031 kg .
- Maximale Landemasse: 6940 kg .
- Flügelfläche: 24.57 m² .
- Überziehgeschwindigkeit in Landekonfiguration bei maximaler Landemasse: 93 kt .
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Startkonfiguration: 80% des Wertes, der in Landekonfiguration erreicht wird.
- Flügelstreckung: 7,23 .
- Nebenstromverhältnis der Triebwerke, BPR = 3,0 .
- Maximale Gleitzahl in Reiseflugkonfiguration: 17,9 .
- Oswald-Faktor im Reiseflug: $e = 0,85$.

Für den Business Jet gelten folgende statistische Parameter:

$$k_{APP} = 2.14 \sqrt{m/s^2}, \quad k_L = 0,169 \text{ kg/m}^3, \quad k_{TO} = 2,34 \text{ m}^3/\text{kg}$$

- Berechnen Sie den maximalen Auftriebsbeiwert in Landekonfiguration (Standardatmosphäre in Meereshöhe)!
- Ermitteln Sie nach LOFTIN die Gleitzahl im 2. Segment und beim Durchstarten!
- Der Reiseflug wird *nicht* bei der Geschwindigkeit durchgeführt, bei der die Gleitzahl maximal ist, sondern bei einer Geschwindigkeit, die um 8 % über dieser Geschwindigkeit liegt. Berechnen Sie den Auftriebsbeiwert und die Gleitzahl im Reiseflug.
- Zeichnen Sie das Entwurfsdiagramm! Zeichnen Sie den Entwurfspunkt in das Diagramm ein! Geben Sie für den Entwurfspunkt das Schub-Gewichtsverhältnis sowie die Flächenbelastung an!
- Berechnen Sie den erforderlichen Startschub! Welche Reiseflughöhe kann das Flugzeug erreichen?

Hinweise:

- Nutzen Sie entsprechende Statistikgleichungen.
- Führen Sie die Rechnung zum Reiseflug durch bei einer Flughöhe von 14 km und 15 km.

Aufgabe 2.3 (15 Punkte)

Gegeben sind zwei Punkte aus einem Nutzlast-Reichweiten-Diagramm:

- Reichweite: 1650 NM bei maximaler Nutzlast von 20000 kg
- Nutzlast: 15000 kg bei maximaler Reichweite von: 3034 NM

Gleitzahl, $L/D = 19$. Schubspezifischer Kraftstoffverbrauch, $SFC = 16 \text{ mg/N/s}$. Fluggeschwindigkeit: $V = 236 \text{ m/s}$. Das Verhältnis aus Betriebsleermasse (plus Reservekraftstoff) und maximaler Abflugmasse beträgt 0,59. Der gesamte Flug wird als Reiseflug mit konstanter Geschwindigkeit und konstantem Auftriebsbeiwert betrachtet.

- Welche Abflugmasse und erforderliche Kraftstoffmasse ergibt sich aus Forderung 1.)?
- Welche Abflugmasse und erforderliche Kraftstoffmasse ergibt sich aus Forderung 2.)?
- Welches Tankvolumen muß bei einer Kraftstoffdichte von 810 kg/m^3 bereitgestellt werden, um sowohl Forderung 1.) als auch Forderung 2.) erfüllen zu können?
- Bei dem unter c) berechneten Tankvolumen: Welche Reichweite kann bei einer Überführung des Flugzeugs erreicht werden?
- Skizzieren Sie das Nutzlast-Reichweiten-Diagramm des Flugzeugs!

Hinweis: Kraftstoffreserven werden hier nicht berücksichtigt.

Aufgabe 2.4 (2 Punkte)**JAR 25.337**

- (b) The positive limit manoeuvring load factor 'n' for any speed up to V_D may not be less than $2.1 + \left(\frac{24000}{W + 10000} \right)$ except that 'n' may not be less than 2.5 and need not be greater than 3.8 - where 'W' is the design maximum take-off weight (lb).

Berechnen Sie das erforderliche Lastvielfache für eine maximale Abflugmasse von 90000 lb bei einer Geschwindigkeit $V < V_D$!