

§17-Klausur Flugzeugentwurf SS 2001

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Datum: 29.06.2001

Bearbeitungsdauer: 180 Minuten

Name:

Vorname:

Matrikelnummer.:

Punkte:

von 65 Punkten.

Note:

1. Klausurteil

(keine Hilfsmittel - 30 min. - 19 Punkte)

1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung in deutscher Sprache:

equipment

center of pressure

homebuilt

matching chart

angle of bank

commuter

payload

three-surface aircraft

lift distribution

empennage

pressure cabin

galley

1.2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung in englischer Sprache:

Bugfahrwerk

Entwicklungsbeginn

Flächenbelastung

Flügelspitze

Flugbegleiter

Flughandbuch

Fracht

Gang

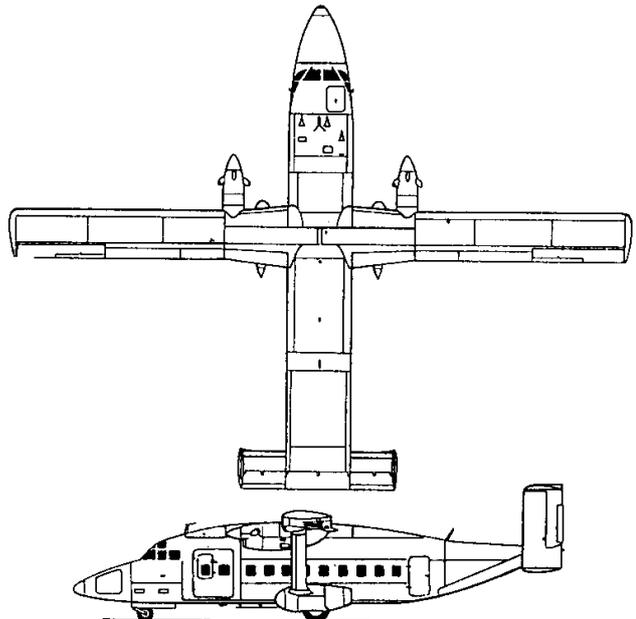
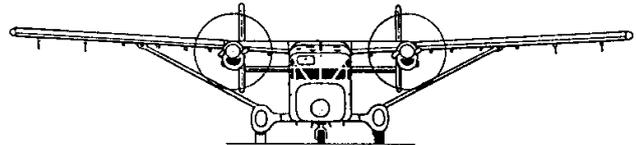
Gier-Roll-Schwingung

Schub-Gewichtsverhältnis

Sinkflug

T-Leitwerk

- 1.3) Was versteht man unter dem *Nutzladefaktor* (load factor)?
- 1.4) Für ein Flugzeug wird die Reichweite für Überführungsflüge d.h. die *Überführungsreichweite* (ferry range) mit 1000 NM angegeben. Wieviel kg Nutzlast kann bei diesen Flügen mitgenommen werden?
- 1.5) Nennen Sie 4 Verordnungen, die Details zum Luftverkehrsgesetz regeln!
- 1.6) Gegeben ist ein ziviles Flugzeug mit einer maximalen Abflugmasse von 10 t. Die für dieses Flugzeug durch Vorschriften geforderten Steiggradienten bei unterschiedlichen Flugbedingungen sind aufgeführt in:
 LuftBauO
 Grundgesetz
 JAR - 25
 JAR - 23
 FAR Part 25
 FAR Part 23
 (Mehrfachnennungen sind möglich.)
- 1.7) Es soll ein Flugzeug für 15 Passagiere gebaut werden. Die maximale Abflugmasse wird nach ersten Berechnungen 7000 kg betragen. Als Antrieb sind zwei PTL-Triebwerke vorgesehen. Die technischen Details für eine europäische Zulassung des Flugzeugs entnehmen Sie:
 JAR - 23 (normal aeroplanes)
 JAR - 23 (commuter aeroplanes)
 JAR - 25
 JAR - 27
 JAR - 29
 (Mehrfachnennungen sind möglich.)
- 1.8) Nennen Sie einen ungefähren Zahlenwert für den maximalen Auftriebsbeiwert eines Flügelprofils das mit Slats und einer einfachen Fowlerklappe ausgerüstet ist!
- 1.9) Erklären Sie den Begriff *Balanced Field Length*!
- 1.10) Gezeigt ist die Dreiseitenansicht einer Shorts 330. 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.
- 1.11) Ein Flugzeug starte mit maximaler Abflugmasse. Dabei betrage die Kraftstoffmasse 35% der maximalen Abflugmasse. Die Betriebsleermasse betrage 50% der maximalen Abflugmasse. Die Nutzlast für den Flug ist mit 15000 kg angegeben. Berechnen Sie die maximale Abflugmasse!



Shorts 330

2. Klausurteil (mit Hilfsmitteln - 150 min. - 46 Punkte)

Aufgabe 2.1 (36 Punkte)

Es soll ein zweistrahliger Business Jet dimensioniert werden. Folgende Forderungen werden an das Flugzeug gestellt:

- Nutzlast: 465 kg.
- Reiseflugmachzahl $M_{CR} = 0,7$.
- Sicherheitsstartstrecke $s_{TOFL} \leq 939$ m (Standardatmosphäre in Meereshöhe).
- Die Entwurfsreichweite bei gegebener Nutzlast und bei Kraftstoffreserven für einen Warteflug von 45 Minuten beträgt 1500 NM.

In der Dimensionierungsrechnung sollen folgende Parameter gewählt werden:

- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Landekonfiguration $C_{L,max,L} = 1,82$.
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Startkonfiguration: 80% des Wertes, der in Landekonfiguration erreicht wird.
- Flügelstreckung: 9,1.
- Das Verhältnis aus maximaler Landemasse und maximaler Startmasse $m_{ML} / m_{MTO} = 0,93$.
- Nebenstromverhältnis der Triebwerke, BPR = 3.
- Das Verhältnis aus Betriebsleermasse und maximaler Startmasse (der Betriebsleermassenanteil m_{OE} / m_{MTO}) beträgt 0,592.
- Schubspezifischer Kraftstoffverbrauch im Warteflug und im Reiseflug: $SFC_T = 22$ mg/(Ns).
- Maximale Gleitzahl in Reiseflugkonfiguration: 17,0.
- Oswald-Faktor: $e = 0,85$.

Die ersten Rechnungen zur Dimensionierung des Flugzeugs wurden bereits durchgeführt. Es ergaben sich Forderungen:

- aus der Landestrecke: eine Flächenbelastung von nicht mehr als 212 kg / m²,
- aus der Steigrate im zweiten Segment bei einem ausgefallenen Triebwerk: ein Schub-Gewichtsverhältnis von mindestens 0,21.
- aus der Steigrate im Durchstartmanöver bei einem ausgefallenen Triebwerk: ein Schub-Gewichtsverhältnis von mindestens 0,22.

- a) Der Reiseflug wird *nicht* bei der Geschwindigkeit durchgeführt, bei der die Gleitzahl maximal ist, sondern bei einer Geschwindigkeit, die um 70% über dieser Geschwindigkeit liegt. Berechnen Sie den Auftriebsbeiwert und die Gleitzahl im Reiseflug.

Unterstellen Sie eine Polare der Form $C_D = C_{D0} + \frac{C_L^2}{\rho A e}$.

- b) Zeichnen Sie das Entwurfsdiagramm! Zeichnen Sie den Entwurfspunkt in das Diagramm ein! Geben Sie das Schub-Gewichtsverhältnis sowie die Flächenbelastung an!
- c) Berechnen Sie das Verhältnis aus Kraftstoffmasse und maximaler Startmasse.
- d) Berechnen Sie die maximale Startmasse des Flugzeugs, den erforderlichen Startschub und die Flügelfläche.

Beachten Sie auch die Hinweise auf Seite 4!

Hinweise zu Aufgabe 2.1

- I) Nutzen Sie entsprechende Statistikgleichungen aus der Literatur. Geben Sie Ihre Quellen an.
- II) Führen Sie die Rechnung zum Reiseflug durch bei einer Flughöhe von 10 km und 11 km.
- III) Der Kraftstoffanteil m_F / m_{MTO} wird hier vereinfachend aus nur drei Kraftstofffaktoren (mission segment mass fractions) berechnet. Den ersten Faktor erhalten Sie aus dem Reiseflug über 1500 NM. Den zweiten Faktor erhalten Sie aus dem Warteflug von 45 Minuten. Alle weiteren Flugphasen werden durch einen dritten Faktor von 0,964 berücksichtigt.

Aufgabe 2.2 (4 Punkte)

Das Seitenleitwerk eines zweistrahligen Flugzeugs (Nebenstromverhältnis: 6, Triebwerke unter dem Flügel angebracht) wurde dimensioniert für den Triebwerksausfall während des Starts und erhielt eine Fläche von 21.5 m². Nun stellt sich noch während der Entwicklung heraus, dass

1. der Schub um 10% gesteigert wird,
 2. der Rumpf verlängert wird, so dass sich der Hebelarm des Seitenleitwerks um 15% vergrößert.
- Berechnen Sie die jetzt erforderliche Fläche des Seitenleitwerks! Es wird unterstellt, dass alle weiteren Einflussgrößen gleich bleiben.

Aufgabe 2.3 (6 Punkte)

Gegeben sind zwei (gekürzte) Paragraphen aus den Zulassungsvorschriften:

JAR 25.119 Landing climb: all-engines-operating

In the landing configuration, the steady gradient of climb may not be less than 3· 2%, with -

- (a) The engines at the power or thrust from ... take-off ...

JAR 25.121 Climb: one-engine-inoperative

(d) Discontinued Approach. ... the steady gradient may not be less than 2· 1% for two-engined aeroplanes, 2· 4% for three-engined aeroplanes and 2· 7% for four-engined aeroplanes, with -

- (1) The critical engine inoperative, the remaining engines at the available take-off power or thrust;

Berechnen Sie am Beispiel eines vierstrahligen Flugzeugs mit einer Gleitzahl von 10 (in Landekonfiguration), welcher der beiden gegebenen Paragraphen ein höheres Schub-Gewichtsverhältnis verlangt! Um wie viel Prozent ist das geforderte Schub-Gewichtsverhältnis dieses Paragraphen höher als das des anderen Paragraphen?