



Flugzeugentwurf SS 04

Datum: 08.07.2004

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Name:		Vorname:	
Matrikelnummer.:			
Punkte:	von 78	Note:	

1. Klausurteil

25 Punkte, 60 Minuten

1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache.

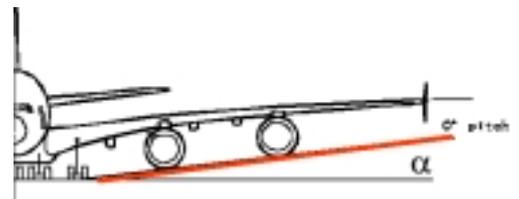
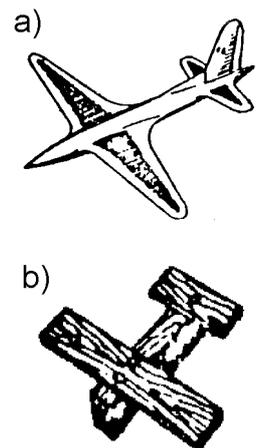
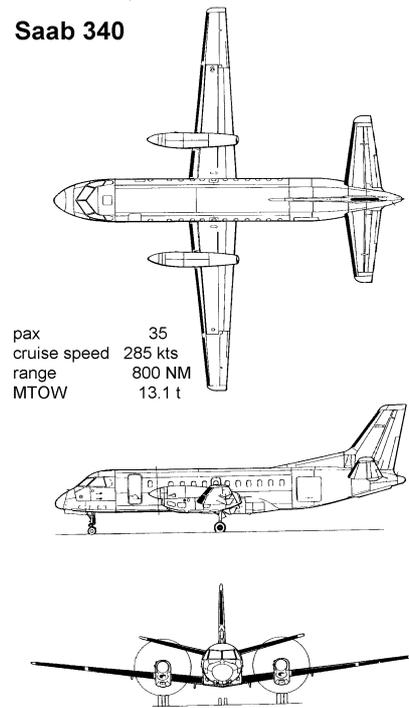
1. stretch
2. preliminary design
3. slat
4. loiter
5. seaplane
6. shrink
7. position of maximum camber
8. useful load
9. braced
10. requirement
11. lift curve slope
12. equipment

1.2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache. Schreiben Sie deutlich, denn falsche oder unleserliche Schreibweise ergibt Punktabzug!

1. V-Form
2. V-Leitwerk
3. Verdichtungsstoß
4. Vergleichsstudie
5. Vorderkante
6. Wellenwiderstand
7. Widerstandsbeiwert
8. Wölbung
9. Zulassung
10. Zuspitzung
11. Abhebegeschwindigkeit
12. Anfluggeschwindigkeit

- 1.3) Gezeigt ist die Dreiseitenansicht einer Saab 340. Nennen Sie 4 besondere Merkmale dieser Konfiguration und diskutieren Sie kurz die Vor- und Nachteile der Merkmale bzw. nennen Sie die aus den Merkmalen folgenden Konsequenzen für den Flugbetrieb!
- 1.4) Nennen Sie 5 Parameter, die Anforderungen an ein ziviles Transportflugzeug darstellen!
- 1.5) Der Flugzeugentwurf ist durch eine iterative Vorgehensweise geprägt. Trotzdem muss man zunächst an einer Stelle mit seinen Rechnungen beginnen. Beschreiben Sie eine mögliche Reihenfolge in der die einzelnen Arbeitsschritte im Flugzeugentwurf ausgeführt werden könnten und zeigen Sie auf, an welchen Stellen Iterationschleifen zu erwarten sind!
- 1.6) JAR-23, JAR-25, FAR Part 23 und FAR Part 25 sind in sogenannte Subparts unterteilt. Nennen Sie 4 Subparts!
- 1.7) Ein ziviles Flugzeug wird für eine maximale Abflugmasse von 8500 kg entworfen und soll 21 Passagiere aufnehmen können. Nach welchen Zulassungsvorschriften muss dieses Flugzeug in den USA bzw. in Europa zugelassen werden?
- 1.8) Die Sicht aus dem Cockpit hängt nicht nur von der Gestaltung der Cockpitscheiben ab, sondern auch von Parametern des Flügels. Nennen Sie drei dieser Parameter!
- 1.9) Nennen Sie Vor- und Nachteile einer Entenkonfiguration!
- 1.10) Welchen Wert hat der Wellenwiderstandsbeiwert bei der kritischen Machzahl M_{crit} ?
- 1.11) Im Bild rechts sehen Sie eine Karikatur mit zwei extremen Auslegungsvorschlägen eines Flugzeugs. Die beiden Varianten bringen jeweils Vorteile mit sich. Nennen Sie diese Vorteile! Nennen Sie jeweils auch die Nachteile, die sich aus der extremen Auslegung ergeben!
- 1.12) Welche Anforderung muss das Flugzeug im "2. Segment" erfüllen? Nennen Sie konkret die Anforderungen abhängig von der Triebwerksanzahl!
- 1.13) Nach TORENBEEK kann eine optimale Zuspitzung $\lambda_{opt} = 0,45 e^{-0,036 \phi_{25}}$ berechnet werden (mit dem Pfeilwinkel der 25%-Linie in Grad). Bei welchem Pfeilwinkel kann danach der Flügel besonders preiswert gefertigt werden?
- 1.14) Ergänzen Sie!
 - Nach Zulassungsvorschriften beträgt die Mindestgeschwindigkeit über der Hindernishöhe nach dem Abheben das -fache der Überziehgeschwindigkeit in Startkonfiguration.
 - Nach Zulassungsvorschriften beträgt die Mindestgeschwindigkeit im Endanflug das -fache der Überziehgeschwindigkeit in Landekonfiguration.
- 1.15) Nennen Sie 5 Anforderungen an ein Flugzeugfahrwerk!
- 1.16) Welche Freigängigkeit ist für die Triebwerke bzw. die Flügelspitze gefordert ausgedrückt durch den Winkel α ?
- 1.17) Warum erfordert die Fahrwerksintegration bei Tiefdeckern mit rückwärtsgepfeilten Flügeln einen Knick in der Hinterkante des Flügels?
- 1.18) Nennen Sie jeweils 2 Maßnahmen, wie der Nullwiderstand, der induzierte Widerstand und der Wellenwiderstand reduziert werden können!
- 1.19) Wie sollte die relative Profildicke gewählt werden hinsichtlich einer
 - Maximierung des Auftriebsbeiwertes?
 - Minimierung des Widerstandes?
 - Maximierung des Tankvolumens?
 - Minimierung der Flügelmasse?
 - Maximierung des Auftriebsgradienten?
- 1.20) Wie unterscheiden sich Zuspitzung und Streckung bei einem Seitenleitwerk, wenn das Seitenleitwerk a) Teil eines Normalleitwerkes ist b) Teil eines T-Leitwerkes ist?
- 1.21) Bei welchen Flugzeugkonfigurationen könnte es sinnvoll sein, die Auslegung so zu gestalten, dass der Schwerpunkt des leeren Flugzeugs (OEW) hinter der zulässigen hintersten Schwerpunktlage liegt? Begründung!

Saab 340



2. Klausurteil

53 Punkte, 120 Minuten

Aufgabe 2.1 (32 Punkte)

Es soll eine Fairchild Dornier 928-200 (ein zweistrahliger Kurz- und Mittelstreckenpassagierflugzeug) nachentworfen werden. Dazu ist zunächst die Dimensionierung vorzunehmen.

Folgende **Forderungen** werden **an das Flugzeug** gestellt:

- Maximale Nutzlast: 110 Passagiere einschließlich Gepäck zu je 93 kg und Zusatzfracht von 2830 kg.
- Reichweite 2235 NM bei maximaler Nutzlast.
- Reiseflugmachzahl $M_{CR} = 0,82$.
- Kraftstoffreserven nach Zulassungsvorschriften sind dabei zu berücksichtigen:
 - Zusatzflugstrecke von 200 NM zu einem Ausweichflugplatz,
 - Weitere Missionskraftstofffaktoren entsprechend dem Berechnungsschema.
- Sicherheitsstartstrecke $s_{TOFL} \leq 1667$ m (Standardatmosphäre in Meereshöhe).
- Sicherheitslandestrecke $s_{LFL} \leq 1707$ m (Standardatmosphäre in Meereshöhe).
- Es sollen weiterhin die Forderungen nach FAR Part 25 §121(b) (2. Segment) sowie FAR Part 25 §121(d) (Durchstartmanöver) erfüllt werden.

In der Dimensionierungsrechnung **sollen folgende Parameter gewählt werden:**

- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Landekonfiguration $C_{L,max,L} = 3,0$
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Startkonfiguration $C_{L,max,TO} = 2,7$
- Streckung $A = 9,48$; Oswald-Faktor im Reiseflug $e = 0,85$
- Gleitzahl E in Startkonfiguration und E in Landekonfiguration bei ausgefahrenem Fahrwerk! sowie E_{max} im Reiseflug sind nach Berechnungsschema zu ermitteln.
- Im Reiseflug wird mit der Geschwindigkeit für minimalen Widerstand V_{md} geflogen.
- Das Verhältnis aus maximaler Landemasse und maximaler Startmasse wird zunächst angenommen mit $m_{ML} / m_{MTO} = 0,93$
- Nebenstromverhältnis der Triebwerke, BPR: $\mu = 5$
- Das Verhältnis aus Betriebsleermasse und maximaler Startmasse (der Betriebsleermassenanteil m_{OE} / m_{MTO}) wird nach LOFTIN ermittelt.
- Schubspezifischer Kraftstoffverbrauch im Reiseflug und Warteflug: $c = 16$ mg/(Ns)

Berechnen Sie:

- Reiseflughöhe
- die maximale Abflugmasse, die maximale Landemasse, die Betriebsleermasse
- die Flügelfläche
- den Schub aller Triebwerke gemeinsam,
- das erforderliche Tankvolumen.

Überprüfen Sie die Annahme: $m_{ML} / m_{MTO} = 0,93$! Dabei ist die oben angegebene Nutzlast als die maximale Nutzlast anzusehen.

Hinweis:

→ Nutzen Sie das Berechnungsschema im Anhang A zu dieser Klausur.

→ Führen Sie die Rechnung zum Reiseflug durch bei einer Flughöhe von 12 km und 13 km.

Aufgabe 2.2 (6 Punkte)

Ein Langstreckenpassagierflugzeug (Tiefdecker mit Einziehfahrwerk) hat eine Betriebsleermasse (*operating empty weight*, OEW) von 168000 kg und eine maximale Abflugmasse (*maximum take-off weight*, MTOW) von 368000 kg. An Board sind 30000 kg Nutzlast. Spezifischer Kraftstoffverbrauch $16 \cdot 10^{-6}$ kg/(Ns). Gleitzahl: 20. Fluggeschwindigkeit: 242 m/s.

- Wie weit könnte das Flugzeug fliegen, wenn Kraftstoffreserven nicht berücksichtigt werden?
- Wie viel Prozent des Kraftstoffes für die Gesamtstrecke aus a) könnte man sparen, wenn sie in drei gleich lange Teilstrecken aufgeteilt werden würde und zu Beginn jeder Teilstrecke immer gerade nur so viel Kraftstoff an Bord genommen würde, wie für die Teilstrecke erforderlich ist.

Aufgabe 2.3 (6 Punkte)

Ein Langstreckenflugzeug kann im "High Density Layout" 440 Passagiere aufnehmen. Es wird angenommen, dass dann pro Passagier etwa $0,05 \text{ m}^3$ für Handgepäck zur Verfügung stehen. Das Flugzeug hat eine Länge von 63,65 m und einen Rumpfdurchmesser von 5,64 m. Weitere Parameter gegebenenfalls nach Skript.

- Wie viel (half size) LD3-Container wird man im Frachtraum unterbringen können, wenn 38,5% der Rumpflänge als Frachtraum für Container zur Verfügung stehen?
- Die maximale Nutzlast ist 47500 kg. Berechnen Sie das Volumen des Gepäcks und der Zusatzfracht wenn 440 Passagiere an Bord sind.
- Berechnen Sie das Gepäckvolumen, das im Frachtraum untergebracht werden muss (Annahme: die Staufächer in der Kabine werden vollständig gefüllt).
- Reichen die LD3-Container aus, um das Gepäckvolumen nach c) und das Volumen der Zusatzfracht aufzunehmen?

Aufgabe 2.4 (4 Punkte)

Berechnen Sie die Masse des Hauptfahrwerkes und des Bugfahrwerkes des Flugzeugs aus Aufgabe 2.2 nach TORENBEEK.

Aufgabe 2.5 (5 Punkte)

Der Flügel des Flugzeugs aus Aufgabe 2.1 hat eine Pfeilung von $23,5^\circ$ bezogen auf die 25%-Linie und ist mit einem neuen superkritischen Profil ausgestattet. Für die Auslegung soll gelten: Die Reiseflugmachzahl ist die Machzahl des Widerstandsanstiegs, $M_{CR} = M_{DD}$.

- Berechnen Sie die relative Dicke des Flügels!
- Legen Sie die Zuspitzung fest!