



STUDIENDEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Flugzeugentwurf SS 08

Datum: 07.07.2008

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Name:		Vorname:	
Matrikelnummer.:			
Punkte:	von 64	Note:	

1. Klausurteil

20 Punkte, 45 Minuten

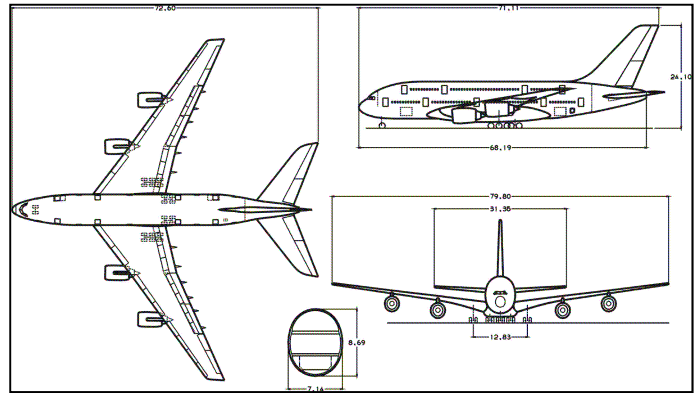
1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache. **Schreiben Sie deutlich; unleserliche Schreibweise führt zu Punktabzug!**

1. galley
2. slat
3. loiter time
4. yaw
5. braced
6. lift curve slope
7. approach
8. chord
9. all moving tail
10. certification
11. trailing edge
12. fuel fraction

1.2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache. **Schreiben Sie deutlich; unleserliche Schreibweise führt zu Punktabzug!**

1. Erstflug
2. Höchstflugdauer
3. Gang (in Kabine)
4. Seitenruder
5. Streckung
6. Wölbungsrücklage
7. Fahrwerk
8. Druck
9. Anforderung
10. Grenzschicht
11. Fracht
12. Nutzlast

- 1.3) Gezeigt ist die Dreiseitenansicht eines Flugzeugs. **Um welches Flugzeug handelt es sich?** 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) Wie verändert (vergrößert oder verkleinert) sich die Flügelmasse mit steigender **Flügelstreckung** A , steigender **Flügelspannweite** φ , steigender **relativer Profildicke** des Flügels t/c , steigender **Zuspitzung** λ , steigender **Flügelspannweite** S ?
- 1.5) Welche **Steigrate** ist für „Large Aeroplanes“ mit **zwei** Triebwerken bei einem Triebwerksausfall **beim Durchstarten** nachzuweisen?
- 1.6) Nennen Sie jeweils einen typischen Wert der folgenden Parameter für Passagierflugzeuge: **Schub-Gewichtsverhältnis**, **Flächenbelastung**, **äquivalenter Oberflächenwiderstandsbeiwert**, **Belastung pro Hauptfahrwerksrad**.
- 1.7) Wofür stehen die Abkürzungen **RC** und **NRC**? Nennen Sie jeweils zwei Beispiele aus Sicht einer **Fluggesellschaft**?
- 1.8) Was versteht man unter den **Geschwindigkeiten** V_1 , V_2 , V_R und $V_{S,TO}$?
- 1.9) Durch welche **drei** Prinzipien vergrößert eine Fowler-Doppelspaltklappe den Auftrieb?
- 1.10) Why do most of today's transport aircraft show a **constant fuselage cross section in the center part**? (Answer in German or English)
- 1.11) Ordnen Sie die folgenden Autoren/Titel/Stichworte ihren jeweiligen Inhalten/Anwendungen zu!
- | Autor/Titel | | Inhalt |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| DATCOM | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> Dimensionierung |
| Jane's | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> Stabilität und Steuerbarkeit |
| Roskam | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> kompletter Entwurfsprozess |
| Loftin | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> Informationen über reale Flugzeuge |
- 1.12) Welche **drei** Aufgaben haben Leitwerke?
- 1.13) Die Gleitzahl eines Flugzeugs beträgt 20, ermittelt bei einem Auftriebsbeiwert von 0.6. Wie groß ist der Widerstandsbeiwert?
- 1.14) Welchem Widerstandsbeiwert entsprechen 120 Drag Counts [cts]?

Fragen zu separatem Vortrag (Answer in German or English)

- 1.15) Name **three main noise sources** on an aircraft!
- 1.16) On a jet aircraft, which parameter determines mostly the intensity of the **jet mixing noise**?
- 1.17) Explain the term "**noise shielding**"!

2. Klausurteil

Name: _____

44 Punkte, 135 Minuten, mit Unterlagen und Laptop

Aufgabe 2.1 (21 Punkte)

Es soll ein generisches Kurzstreckenflugzeug mit Hilfe der Tabellenkalkulation aus der Vorlesung dimensioniert werden.

Folgende Forderungen werden an das Flugzeug gestellt:

- Nutzlast: 75 Passagiere mit Gepäck für einen Flug wie unten angegeben, Zusatzfracht 1,1 t.
- Reichweite 770 km bei oben gegebener Nutzlast (Reserven nach FAR Part 121: domestic; Flugstrecke zum Ausweichflugplatz: 87 NM, Missionskraftstofffaktoren nach Berechnungsschema).
- Sicherheitsstartstrecke $s_{TOFL} \leq 1550$ m (Standardatmosphäre in Meereshöhe).
- Sicherheitslandestrecke $s_{LFL} \leq 1450$ 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.

Für die Rechnung:

- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Landekonfiguration $C_{L,max,L} = 2,4$.
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Startkonfiguration $C_{L,max,TO} = 1,9$.
- Zu ermitteln: Gleitzahl E in Startkonfiguration und Gleitzahl E in Landekonfiguration. Dabei: Flügelstreckung $A = 12$, $C_{D,0} = 0,02$ und Oswaldfaktor $e = 0,7$.
- E_{max} im Reiseflug zu ermitteln mit $S_{wet} / S_w = 6,5$ und äquivalentem Oberflächenwiderstandsbeiwerts $\overline{C_f} = 30$ cts.
- Oswald-Faktor im Reiseflug $e = 0,85$.
- V_{md} ist die Fluggeschwindigkeit für minimalen Widerstand. Das Geschwindigkeitsverhältnis V/V_{md} im Reiseflug wird angenommen mit $V/V_{md} = 1,3$.
- Das Verhältnis aus maximaler Landemasse und maximaler Startmasse wird zunächst angenommen mit $m_{ML} / m_{MTO} = 0,97$.
- Das Verhältnis aus Betriebsleermasse und maximaler Startmasse (der Betriebsleermassenanteil m_{OE} / m_{MTO}) wird mit 0,55 angenommen.
- Bestimmen Sie die Reiseflugmachzahl M_{CR} so, dass sich ein günstiges Entwurfsdiagramm ergibt! (zwei Nachkommastellen)
- Das Nebenstromverhältnis μ sowie der schubspezifische Kraftstoffverbrauch c für die zwei Triebwerke vom Typ CF34-3B ist dem beigefügten Datenblatt (Bild 2.1) zu entnehmen.

Bestimmen Sie:

- die Reiseflughöhe
- die maximale Abflugmasse, die maximale Landemasse, die Betriebsleermasse
- die Flügelfläche
- den Schub eines einzelnen Triebwerks
- das erforderliche Tankvolumen.

Hinweise: Nutzen die Tabellenkalkulation aus der Vorlesung! Lesen Sie sich die Aufgabenstellung genau durch! Beachten Sie die Einheiten! Tragen Sie Ihre Ergebnisse in das Formblatt im Anhang ein! **Zeichnen Sie das Entwurfsdiagramm! Schreiben und zeichnen Sie deutlich; Undeutlichkeiten führen zu Punktabzug!**

Ergebnisse zu Aufgabe 2.1

Bitte tragen Sie hier Ihre Ergebnisse und Zwischenergebnisse ein!

- Nebenstromverhältnis (BPR):
- Schubspezifische Kraftstoffverbrauch in **mg/(Ns)**:
- Flächenbelastung aus Forderung zur Sicherheitslandestrecke:
- Schub-Gewichtsverhältnis / Flächenbelastung aus Forderung zur Sicherheitsstartstrecke:

- Gleitzahl im 2. Segment:
- Gleitzahl beim Durchstarten:
- Schub-Gewichtsverhältnis aus der Forderung zum Steiggradienten im 2. Segment:

- Schub-Gewichtsverhältnis aus der Forderung zum Steiggradienten beim Durchstarten:

- Gleitzahl im Reiseflug:
- Reiseflugmachzahl M_{CR} :
- Entwurfspunkt
 - Schub-Gewichtsverhältnis:
 - Flächenbelastung:
- Reiseflughöhe (Flight Level, **FL**):
- maximale Abflugmasse **in t**:
- Betriebsleermasse **in lb**:
- Flügelfläche **in ft²**:
- Schub eines Triebwerks **in kN**:
- erforderliches Tankvolumen **in m³**:

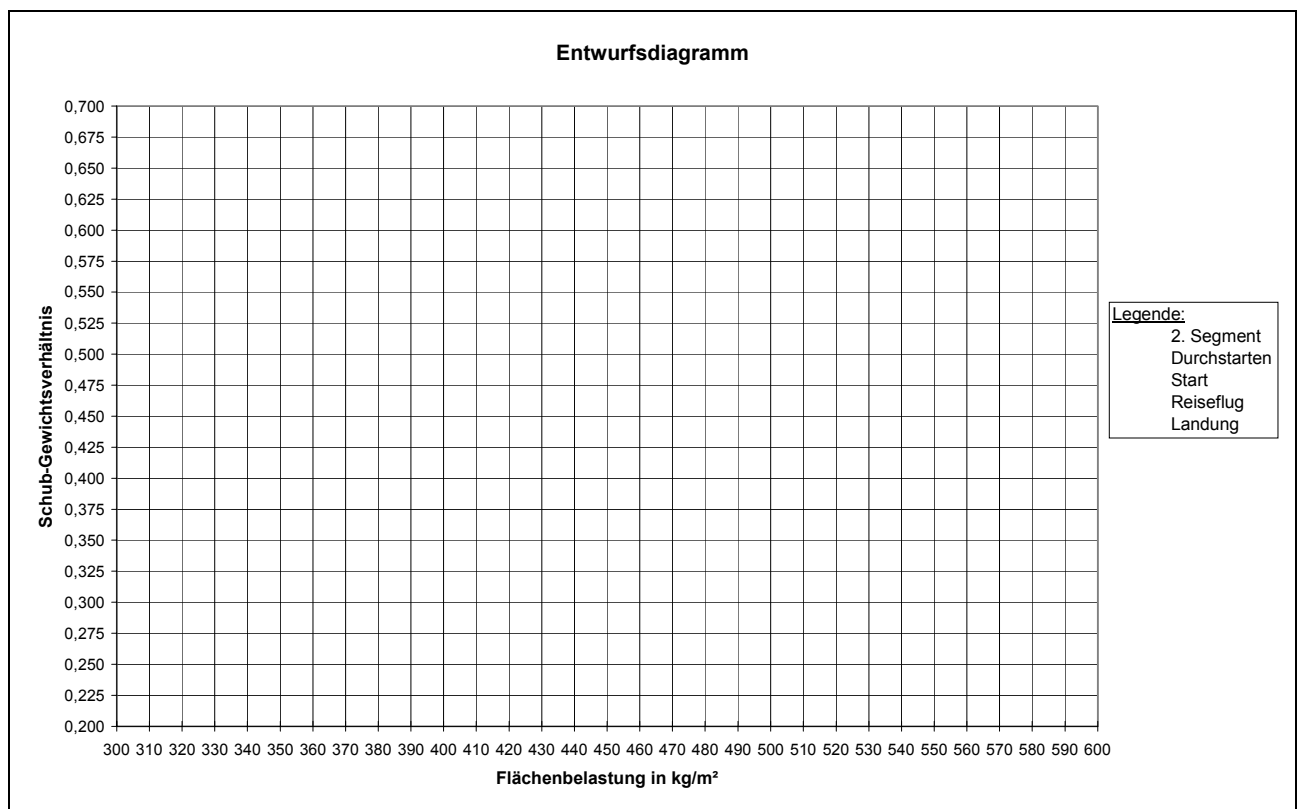
General Electric – CF34-3B
 Improved hot day performance, with improved cooling efficiency. Higher flow compressor and improved cruise SFC.

Other manufacturers' engines – Civil

Fan diameter (in)	44
Bypass ratio	6.2
OPR	21
Mass flow (lb/sec)	332
Cruise SFC (lb/hr/lb)	0.650
Basic engine weight (lb)	1,670
Length (in)	103.0
Stages	Fan, 14HPC, 2HPT, 4LPT

Variants	Application	Flat rating		
		"C	Cert	EIS
CF34-3A	Bombardier CL601-3A	21.1	Sep-86	
CF34-3A1	Bombardier CRJ100, CL601-3A	21.1	Jul-91	Oct-92
CF34-3B	Bombardier CL604	30	May-95	Apr-96
CF34-3B1	Bombardier CRJ200, Tupelov Tu-324	30	May-95	Apr-96

Bild 2.1 Datenblatt General Electric CF34-3B (Rolls Royce 2006)



Aufgabe 2.2 (4 Punkte)

Ein Flugzeug ist charakterisiert durch:

- 4 Strahltriebwerke
- Gleitzahl in Startkonfiguration bei eingefahrenem Fahrwerk: 10
- Sicherheitslandestrecke kleiner als 1800 m (Standardatmosphäre in Meereshöhe)
- Maximaler Auftriebsbeiwert in Landekonfiguration: 2,9.

Berechnen Sie die maximal mögliche Flächenbelastung bei maximaler Landemasse und das erforderliche Schub-Gewichtsverhältnis bei maximaler Startmasse im 2. Segment. Machen Sie die bei der Dimensionierung üblichen Annahmen.

Aufgabe 2.3 (6 Punkte)

Für ein Flugzeug ist ein Diagramm mit den Grenzen des Schwerpunktes für Stabilität und Steuerbarkeit (**Bild 1**) gegeben. Der zulässige Schwerpunktsbereich soll 13,5 % der mittleren aerodynamischen Flügeltiefe betragen (in Bild 1 nur prinzipiell eingetragen). Die Flügelfläche hat 100 m².

- Wie groß muss die Höhenleitwerksfläche mindestens gewählt werden?
- Der Neutralpunkt der Flügelrumpfkombination liege bei 27% der mittleren aerodynamischen Flügeltiefe. Bei einer Auslegung nach a), auf welcher Prozentlinie liegt die hinterste zulässige Schwerpunktslage?

Hinweis: Lösen Sie die Aufgabe zeichnerisch in Bild 1.

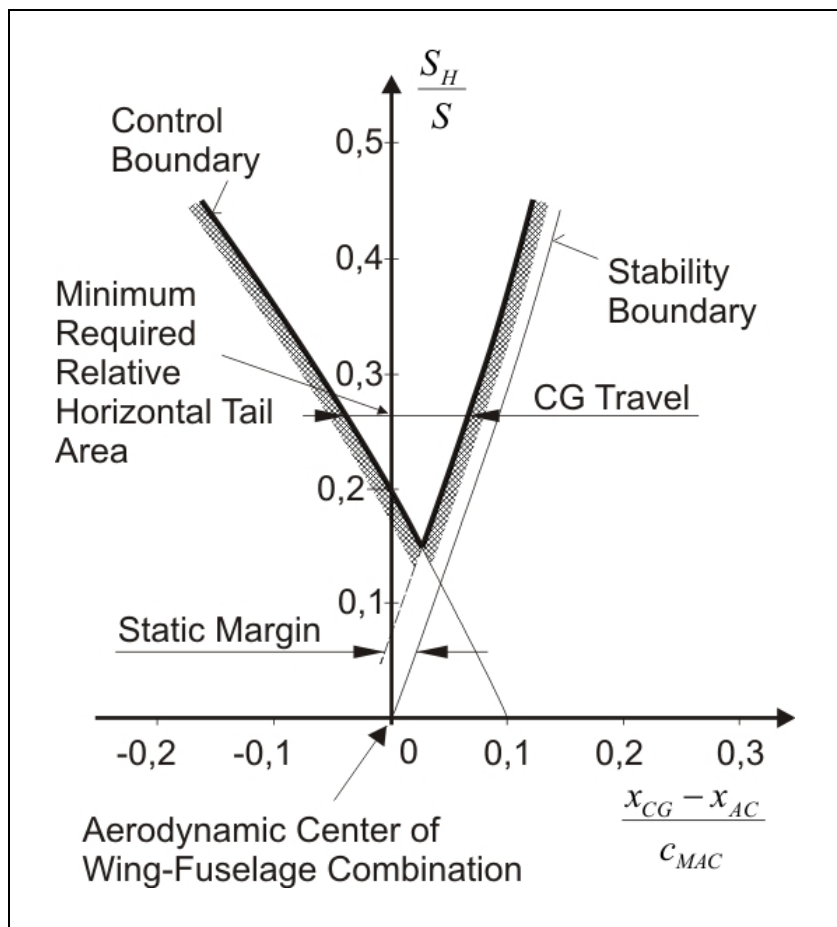


Bild 1 Diagramm zur Bestimmung der Höhenleitwerksfläche

Aufgabe 2.4 (6 Punkte)

Die 2-sitzige Cessna 150 ist nach FAR/JAR-23 zugelassen als Nutzflugzeug (utility category aeroplane). Ein verstärktes Muster, die Cessna 150 Aerobat ist zugelassen als Kunstflugzeug (aerobatic category aeroplane). Nutzen Sie entsprechende Gleichungen aus der Literatur (bitte die Quelle angeben) und berechnen Sie, um wie viel Prozent der Flügel der Cessna Aerobat vermutlich schwerer sein wird als der Flügel der Basisversion. Die maximal zulässige Abflugmasse m_{MTO} sei für beide Versionen der Cessna 150 gleich.

Aufgabe 2.5 (3 Punkte)

Der maximale Auftriebsbeiwert eines ungefeilten Flügels mit sehr dünnem Profil beträgt 1,0. Aus dem gleichen Profil wird jetzt ein Flügel hergestellt mit einer Pfeilung der Vorderkante von 60° . Welchen Auftriebsbeiwert erwarten Sie (nach DATCOM).

Aufgabe 2.6 (4 Punkte)

Zur Berechnung der Anforderungen, die sich im Rahmen der Flugzeugdimensionierung aus der Sicherheitsstartstrecke ergeben, wurde in der Vorlesung eine Gleichung hergeleitet. Diese Gleichung enthält einen Faktor, der die Hauptparameter für den Start an die Charakteristiken fliegender Flugzeuge anpasst. Dieser Faktor soll hier für die in Tabelle 1 gegebenen Flugzeuge ermittelt werden.

Beschreiben Sie Ihre Vorgehensweise!

Tabelle 1 Ausgewählte Daten von Flugzeugen des Herstellers Airbus

Hersteller	AIRBUS	AIRBUS	AIRBUS	AIRBUS	AIRBUS	AIRBUS	AIRBUS
Typ	A300-	A310-	A319-	A320-	A321-	A330-	A340-
Model	600R	300	100	200	200	300	300
max. Flächenbelastung (kg/m^2)	655,77	684,93	522,88	600,49	727,12	597,63	746,35
Schub-Gewichtsverhältnis	0,3073	0,3140	0,3176	0,3084	0,3253	0,2819	0,2272
$C_{L,max,TO}$	2,44	2,45	2,58	2,56	3,10	2,51	2,61
Sicherheitsstartstrecke (m) *	2280	2290	1750	2180	2000	2320	3000

* ISA in Meereshöhe