



STUDIENDEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Flugzeugentwurf SS 2006

Datum: 26.06.2006

Bearbeitungszeit: 180 Minuten

Name:		Vorname:	
Matrikelnummer.:			
Punkte:	von 56	Note:	

1. Klausurteil

20 Punkte, 45 Minuten

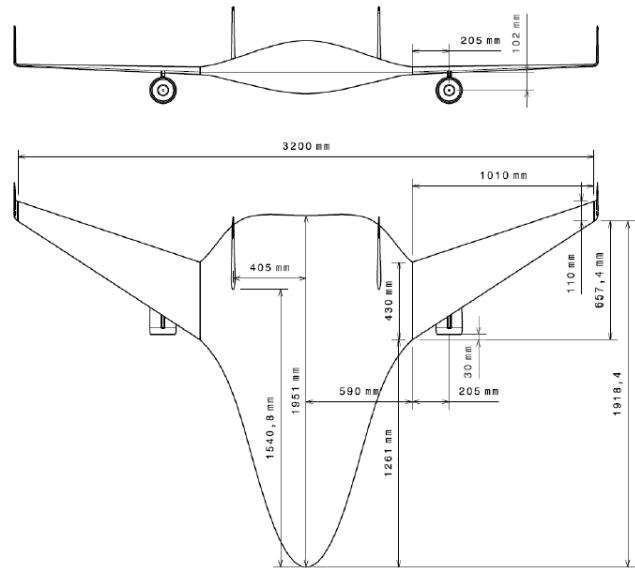
1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache.

1. endurance
2. entry into service
3. zero fuel mass
4. joined wing aircraft
5. empennage
6. airline
7. carry-on baggage
8. gross weight
9. profit
10. boundary layer
11. drag divergence Mach number
12. wetted area

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

1. Flughandbuch
2. Flughöhe
3. Flugzeugentwurf
4. Fracht
5. Gepäck
6. Hinterholm
7. Gier-Roll-Schwingung
8. Hochauftriebssystem
9. Krüger-Klappe
10. Manövrierfähigkeit
11. Musterzulassung
12. Nurflügelflugzeug

- 1.3) Gezeigt ist die Zweiseitenansicht eines Blended Wing Body (BWB). 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) a) Wann haben wir einen zulässigen Entwurf?
b) Wann haben wir einen optimalen Entwurf?
- 1.5) Nennen Sie die BREGUETSche Reichweitengleichung für ein Propellerflugzeug!
- 1.6) Berechnen Sie die Nutzlast eines Kurzstrecken Passagierflugzeugs, das 100 Passagiere transportiert und zusätzlich noch 2 Tonnen Fracht aufnehmen kann.
- 1.7) Welche Steigrate ist nach dem Einfahren des Fahrwerks für „Large Aeroplanes“ mit zwei Triebwerken bei einem Triebwerksausfall nach dem Start nachzuweisen?
- 1.8) Welche Aufgabe haben die Advisory Circular (AC25-?)? Welche Aufgabe haben die Advisory Circular Joint (ACJ)?
- 1.9) Wodurch ist eine "gewöhnliche Flugzeugkonfiguration" gekennzeichnet?
- 1.10) Bei einer Flugzeugdimensionierung mit Hilfe des Entwurfsdiagramms (nach LOFTIN) stellt man fest, dass die Flächenbelastung aufgrund der Anforderung an die Landestrecke zu groß wird. Welche Flugzeugparameter können Sie wie verändern (nennen Sie 3 Parameter), um die erforderliche Flächenbelastung abzusenken?
- 1.11) Nennen Sie jeweils einen typischen Wert für Passagierflugzeuge der folgenden Parameter: maximaler Auftriebsbeiwert, Gleitzahl, Widerstandsbeiwert bei Nullauftrieb, Anfluggeschwindigkeit.
- 1.12) Nennen Sie die Gleichung mit der aus dem Schub-Gewichtsverhältnis und der maximalen Abflugmasse der Startschub eines Triebwerks berechnet werden kann!
- 1.13) Welche Vor- und Nachteile hat eine Auftriebsverteilung, die innen fülliger ist gegenüber einer elliptischen Auftriebsverteilung?
- 1.14) Es soll ein Langstrecken-Passagierflugzeug für 440 Passagiere entworfen werden. Schätzen Sie ganz grob die maximale Abflugmasse eines derartigen Flugzeugs nach statistischem Erfahrungswert!
- 1.15) Die maximale Landemasse (max. landing mass, MLW) muss größer sein als die maximale Leertankmasse (max. zero fuel mass, MZFW) plus Reservekraftstoff plus operationelle Reserve für unerwartet geringen Verbrauch während des Fluges. Nach welcher einfachen Formel kann MLW aus MZFW abgeschätzt werden?
- 1.16) Durch den Einsatz eines Lastabminderungssystems (load alleviation systems) kann ein CFK-Flügel leichter ausgelegt werden, nicht jedoch ein Aluminium-Flügel. Warum?
- 1.17) Ein Flugzeug habe einen nach vorn gepfeilten Flügel mit V-Form. Es existiert nur ein Tank auf jeder Flügelseite. In welche Richtung verschiebt sich der Schwerpunkt des Flugzeugs während des Fluges?



2. Klausurteil

36 Punkte, 135 Minuten

Aufgabe 2.1 (17 Punkte)

Es soll ein 4-strahliges Flugzeug in einer Blended Wing Body Konfiguration entworfen werden. Dazu ist die Dimensionierung mit Hilfe der Tabellenkalkulation aus der Vorlesung vorzunehmen.

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

- Nutzlast: 750 Passagiere mit Gepäck für einen Langstreckenflug, 10 t Zusatzfracht.
- Reichweite 7500 NM bei oben gegebener Nutzlast (International Reserven nach FAR Part 121 mit 5% Zusatzkraftstoff auf die Flugstrecke, Flugstrecke zum Ausweichflugplatz: 200 NM, Missionskraftstofffaktoren nach dem Berechnungsschema).
- Reiseflugmachzahl $M_{CR} = 0,85$.
- Sicherheitsstartstrecke $s_{TOFL} \leq 3350$ m (bei einem Dichteverhältnis von 1,0).
- Anfluggeschwindigkeit $V_{app} \leq 166$ kt (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 $C_{L,max,L} = 0,73$.
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Startkonfiguration $C_{L,max,TO} = 0,73$.
- Zu ermitteln: Gleitzahl E in Startkonfiguration und Gleitzahl E in Landekonfiguration. Dabei: Streckung $A = 5,159$, $C_{D,0} = 0,01$ und $e = 0,8$.
- E_{max} im Reiseflug zu ermitteln nach Berechnungsschema mit $S_{wet}/S_w = 2,4$ und $k_E = 15,8$.
- Oswald-Faktor im Reiseflug $e = 0,85$.
- V_{md} ist die Fluggeschwindigkeit für minimalen Widerstand. Das Geschwindigkeitsverhältnis V/V_{md} im Reiseflug ist so zu bestimmen, dass sich ein günstiges Entwurfsdiagramm ergibt!
- Das Verhältnis aus maximaler Landemasse und maximaler Startmasse wird zunächst angenommen mit $m_{ML}/m_{MTO} = 0,73$.
- Das Verhältnis aus Betriebsleermasse und maximaler Startmasse (der Betriebsleermassenanteil m_{OE}/m_{MTO}) wird mit 0,5 angenommen.
- Nebenstromverhältnis (BPR) der modernen Triebwerke wird angenommen mit: $\mu = 9,5$.
- Schubspezifischer Kraftstoffverbrauch im Reiseflug und Warteflug wird für das Triebwerk angenommen mit $c = 14,0$ mg/(Ns).

Berechnen Sie:

- V/V_{md} im Reiseflug
- Reiseflughöhe (in ft)
- die maximale Abflugmasse, die maximale Landemasse, die Betriebsleermasse
- die Flügelfläche
- den Schub aller Triebwerke gemeinsam
- das erforderliche Tankvolumen.

Hinweis: Nutzen die Tabellenkalkulation aus der Vorlesung. Tragen Sie Ihre Ergebnisse in das Formblatt im Anhang ein! Zeichnen Sie das Entwurfsdiagramm!

Aufgabe 2.2 (6 Punkte)

Ein Flugzeug hat eine Abflugmasse von 252,6 t. 95% der Last trägt das Hauptfahrwerk, das zwei Hauptfahrwerksbeine aufweist. Das Flugzeug ist mit vier Rädern je Hauptfahrwerksbein ausgerüstet (Bogie oder Dual Tandem), die einen seitlichen Abstand von 1,5 m haben und einen Radstand von 2,0 m. Reifendruck: 14 bar.

- a) Ermitteln Sie die Aircraft Classification Number (ACN) auf Asphalt (subgrade B) nach Vorlesungsunterlagen!
- b) Berechnen Sie die Load Classification Number (LCN) nach TORENBECK! Der Wert $L = 1,15$ m. Hinweis: Berechnen Sie zunächst die Reifenauflandsfläche. Extrapolieren Sie beim Gebrauch der Diagramme falls notwendig!

Aufgabe 2.3 (2 Punkte)

Schätzen Sie die im Entwurf zu wählende relative Dicke des Flügels ab! Der Auftriebsbeiwert im Reiseflug beträgt 0,3. Sie haben ein modernes superkritisches Profil gewählt. Der Flügel soll eine Pfeilung von 30° erhalten. Das Flugzeug soll im Reiseflug mit einer Machzahl von 0,85 fliegen. Dies ist auch die Machzahl des Widerstandsanstiegs.

Nutzen Sie für Ihre Rechnung die Gleichung, die auf nichtlinearer Regression (nonlinear regression) beruht! (Siehe u.a. Klausur vom WS 05/06)!

Aufgabe 2.4 (2 Punkte)

Berechnen Sie den Abwindwinkel nach DUBS! Streckung: 8. Auftriebsbeiwert: 1,2. Abstand vom Flügel zum Höhenleitwerk: 10 m. Spannweite: 20 m.

Aufgabe 2.5 (4 Punkte)

Ein Flugzeug hat eine maximale Nutzlast von 100 t. Das Schub-Gewichtsverhältnis beträgt 0,25. Die maximale Landemasse beträgt 75% der maximalen Startmasse. Die maximale Landemasse liegt 7% über der maximalen Leertankmasse. Der Betriebsleermassenanteil m_{OE} / m_{MTO} soll nach LOFTIN berechnet werden. Welche maximale Abflugmasse m_{MTO} hat das Flugzeug.

Aufgabe 2.6 (5 Punkte)

Der Widerstand setzt sich zusammen aus dem Nullwiderstand und dem induzierten Widerstand. Letzterer wird durch die Randwirbel erzeugt, die nachfolgenden (kleineren) Flugzeugen gefährlich werden können. Die Leistung, die während des Fluges laufend in die Randwirbel gesteckt wird kann als ein (sehr einfaches) Maß für die Gefährdung angesehen werden. Berechnen Sie diese Leistung in Abhängigkeit von: Flugzeugmasse, Flügelfläche, Fluggeschwindigkeit, Luftdichte, Streckung und möglicherweise noch anderen Parametern!