



## Flugzeugprojekt WS 11/12 Klausurteil Flugzeugentwurf

Datum: 27.01.2011

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

|                  |          |
|------------------|----------|
| Name:            | Vorname: |
| Matrikelnummer.: |          |
| Punkte: von 41   | Note:    |

### 1. Klausurteil

18 Punkte, 35 Minuten, ohne Unterlagen

1.1) Bitte übersetzen Sie ins Deutsche!

**Bitte schreiben Sie deutlich. Unleserliche Darstellung führt zu Punktabzug!**

1. break-even-point
2. cockpit
3. tab
4. high lift system
5. payload range diagram
6. dihedral
7. landing field length
8. landing distance
9. V-tail
10. dorsal fin
11. stick
12. rudder pedals

1.2) Bitte übersetzen Sie ins Englische!

**Bitte schreiben Sie deutlich. Unleserliche Darstellung führt zu Punktabzug!**

1. benetzte Fläche
2. Gleitzahl
3. Teppich
4. Vorhang
5. Erste Klasse
6. Handgepäck
7. Hauptfahrwerk
8. Hilfstriebwerk
9. Zuspitzung
10. V-Winkel
11. Nurflügelflugzeug
12. abgestützter Flügel

- 1.3) Gezeigt ist das Boeing-Forschungsprojektflugzeug *SUGAR high*. Teile des Flügels, der Flügelstreben und des Seitenleitwerks haben im Bild eine andere Farbe. Diese Flächen stehen für dort vorhandene laminare Strömung. Bitte nennen Sie 4 Vor- und Nachteile oder nennen Sie Dinge, die Einfluss auf den Flugbetrieb haben.!



- 1.4) Skizzieren und beschriften Sie bitte das Nutzlast-Reichweiten-Diagramm!
- 1.5) Wann beginnt das zweite Segment (2. Segment)?
- 1.6) Warum ist der Oswald-Faktor bei ausgefahrenen Landeklappen kleiner als bei eingefahrenen Landeklappen (im Reiseflug)?
- 1.7) Wie lautet die „Erste Hauptgleichung des Flugzeugentwurfs“ zur Berechnung der maximalen Startmasse?
- 1.8) Woran kann man in der „Ersten Hauptgleichung des Flugzeugentwurfs“ erkennen, dass ein Entwurf nicht realisiert werden kann?
- 1.9) Welchen Wert haben bei Passagierflugzeugen
- die Gleitzahl,
  - der maximale Auftriebsbeiwert bei voll ausgefahrenen Klappen des Hochauftriebssystems?
- 1.10) Welchen Wert haben bei Passagierflugzeugen
- der Nullwiderstandsbeiwert,
  - der äquivalente Oberflächenwiderstandsbeiwert?
- 1.11) Es wird ein Flugzeug für 169 Passagiere geplant. Wie viele Sitze sollten in der Economy Class nebeneinander angeordnet werden?
- 1.12) Wie viel Prozent der Rumpflänge macht etwa die Länge des Frachtraumes aus?
- 1.13) Gegeben sind die Gepäckmasse und die Masse der Zusatzfracht. Wie müssen Sie rechnerisch vorgehen um herauszufinden, ob Gepäck und Fracht im Rumpf genug Platz finden?

## 2. Klausurteil

Name: \_\_\_\_\_

23 Punkte, 55 Minuten, mit Unterlagen und Laptop

### Aufgabe 2 (23 Punkte)

Boeing zeigt in einer Studie den Flugzeugentwurf *SUGAR High* :



Quelle: [http://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/future\\_airplanes.html](http://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/future_airplanes.html)

Die Aufgabe besteht darin, die Idee des Entwurfs mit einer Flügelstrebe (braced wing) aufzunehmen und auf den Airbus A320 anzuwenden. So entsteht eine *A320 Braced* mit den Daten wie unten gegeben (Ursprungsdaten der A320 in Klammern).

Dies sind die Anforderungen an das Flugzeug:

- Nutzlast: 180 Passagiere mit Gepäck für einen Flug wie beschrieben. Zusatzfracht: 2516 kg.
- Reichweite 1510 NM bei einer Nutzlast wie oben gegeben (Kraftstoffreserven nach FAR Part 121 International mit 5% Kraftstoffreserven auf die Flugstrecke. Entfernung zum Ausweichflugplatz: 200 NM).
- Sicherheitsstartstrecke  $s_{TOFL} \leq 1770$  m (ISA, MSL).
- Sicherheitslandestrecke  $s_{LFL} \leq 1450$  m (ISA, MSL).
- Weiterhin müssen die Anforderungen FAR Part 25 §121(b) (2. Segment) und FAR Part 25 §121(d) (missed approach) erfüllt werden.

### **Für die Rechnung**

- Der Faktor für den Anflug  $k_{APP} = 1,82$  .
- Der Faktor für die Landung  $k_L$  wird berechnet aus  $k_{APP}$  .
- Der Faktor für den Start  $k_{TO}$  wird entsprechend der Vorlesung gewählt.
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in der Landekonfiguration  $C_{L,max,L} = 2,98$ .
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in der Startkonfiguration  $C_{L,max,TO} = 2,58$ .
- Zu ermitteln: Die Gleitzahl  $E$  in Startkonfiguration und Gleitzahl  $E$  in Landekonfiguration mit Streckung  $A = 13,0$  (A320: 9,5),  $C_{D,0} = 0,02$  und Oswald-Faktor  $e = 0,7$ .
- Zu ermitteln: Die maximal Gleitzahl im Reiseflug:  $E_{max}$  mit Oswald-Faktor  $e = 0,783$   
 $S_{wet} / S_w = 6,3$  , äquivalenter Oberflächenwiderstandsbeiwert  $C_{f, equiv} = 0,003$
- Machzahl im Reiseflug: 0,76.
- Das Verhältnis aus Reisefluggeschwindigkeit und der Geschwindigkeit geringsten Widerstands  $V_{CR}/V_{md}$  muss so ermittelt werden, dass sich ein vorteilhaftes Entwurfsdiagramm ergibt. Ermitteln Sie  $V_{CR}/V_{md}$  so, dass es durch zwei Nachkomma beschrieben wird.
- Das Verhältnis Landemasse zu Startmasse  $m_{ML}/m_{MTO} = 0,89$  (A320: 0,88)
- Das Betriebsleermassenverhältnis  $m_{OE}/m_{MTO} = 56,1$  % .
- Das Nebenstromverhältnis BPR der beiden CFM-56 Triebwerke ist angegeben mit  $\mu = 6$ ; der schubspezifischen Kraftstoffverbrauch im Reiseflug und im Warteflug  $c = 16$  mg/(Ns).
- Nutzen Sie diese Werte für die "Mission-Segment Fuel Fractions": Triebwerksstart: 1,0; Rollen: 0,997; Start: 0,992; Steigflug: 0,992; Sinkflug: 0,992; Landung: 0,992.

**Ergebnisse zu Aufgabe 2**

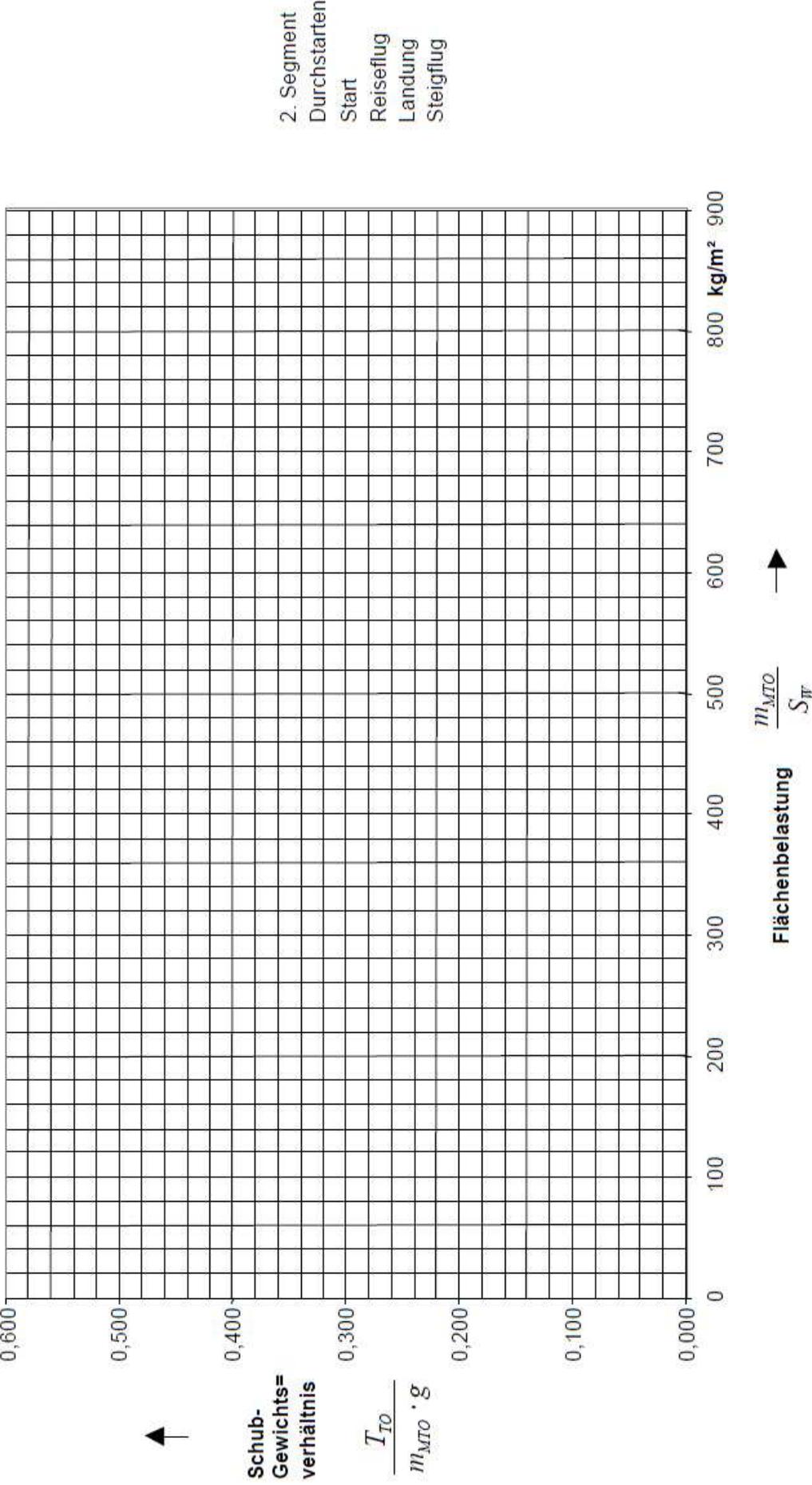
Bitte tragen Sie hier Ihre Ergebnisse und Zwischenergebnisse ein!

- Flächenbelastung aus Forderung zur Sicherheitslandestrecke:
- Schub-Gewichtsverhältnis aus Forderung zur Sicherheitsstartstrecke (bei der Flächenbelastung, die aus der Landestrecke folgt):
- 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:
  
- Maximale Gleitzahl im Reiseflug  $E_{max}$ :
- $V_{CR}/V_{md}$ :
- Entwurfspunkt
  - Schub-Gewichtsverhältnis:
  - Flächenbelastung:
- Reiseflughöhe **in ft**:
- maximale Abflugmasse:
- maximale Landemasse:
- Kraftstoffmasse für den Flug:
- Flügelfläche:
- Schub beider Triebwerke zusammen **in N**:
- erforderliches Tankvolumen:

Geben Sie jetzt an für die A320 (Ursprungsdaten) die folgenden Ergebnisse an und die Abweichungen der A320 *Braced* dazu in Prozent:

- Maximale Gleitzahl im Reiseflug  $E_{max}$ :
- Kraftstoffmasse für den Flug:

Zeichnen Sie das Entwurfsdiagramm der A320 *Braced* in das gegebene Diagramm!



- 2. Segment
- Durchstarten
- Start
- Reiseflug
- Landung
- Steigflug