



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Lösung: Flugzeugprojekt WS 2010/2011
Klausurteil Flugzeugentwurf

Datum: 01.02.2011

Bearbeitungszeit: 60 Minuten
Maximale Punktzahl: 46

1. Klausurteil

26 Punkte, 25 Minuten, ohne Unterlagen

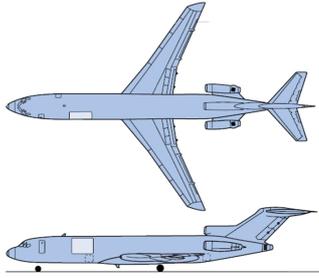
1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache. **Schreiben Sie deutlich; unleserliche Schreibweise führt zu Punktabzug!**

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. ferry range | Überführungsreichweite |
| 2. galley | Küche |
| 3. tail-aft configuration | Drachenkfiguration |
| 4. baggage | Gepäck |
| 5. canard | Entenflügel |
| 6. dihedral | V-Stellung |
| 7. take-off field length | Startstrecke |
| 8. preliminary sizing | Dimensionierung |
| 9. T-tail | T-Leitwerk |
| 10. payload | Nutzlast |

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

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 1. Spannweite | span |
| 2. Verkürzte Flugzeugversion | shrink |
| 3. Gang (in der Kabine) | aisle |
| 4. Sitzschiene | seat track |
| 5. Betriebsleermasse | operating empty mass |
| 6. Essenswagen | trolley |
| 7. Bugfahrwerk | nose landing gear |
| 8. Triebwerk | engine / powerplant |
| 9. Pfeilung | sweep |
| 10. Schulterdecker | high-wing aircraft |

- 1.3) Gezeigt ist die Dreiseitenansicht einer Boeing 727-200F. Beschreiben Sie dieses Flugzeug gemäß des in der Vorlesung vorgestellten Kriterienkatalogs!

Konfiguration:	Drachenflugzeug		
Verwendungszweck:	Ziviles Kurz-/Mittelstrecken Frachtflugzeug		
Tragwerk:	Tiefdecker, sehr geringe positive V-Stellung, positive Pfeilung, Doppeltrapezflügel		
Fahrwerk:	Dreipunkt Fahrwerk in Bugradanordnung		
Leitwerk:	T-Leitwerk, geteiltes Seitenruder		
Antrieb:	3 Strahltriebwerke am und im Heck; geringes Nebenstromverhältnis		
Rumpf:	Kreisförmiger Rumpfquerschnitt, Druckkabine, keine Kabinenfenster, großes Frachttor im vorderen Rumpf		

- 1.4) Es soll ein Flugzeug für 205 Passagiere gebaut werden. Wie viele Sitze für Flugbegleiter (flight attendants) müssen mindestens vorgesehen werden?

5 (1 FA pro angefangene 50 Passagiersitze)

- 1.5) Ist die Startmasse eines Flugzeugs bei der „Reichweite mit maximaler Nutzlast“ größer, kleiner oder gleich groß wie bei der „Reichweite mit maximalem Kraftstoff“?

gleich groß (MTOW)

- 1.6) Nennen Sie die fünf Anforderungen an ein ziviles Verkehrsflugzeug, mit denen der Flugzeugentwurfspunkt bestimmt wird.

Reiseflug, Startstrecke, Landestrecke, Steiggradient im 2. Segment, Steiggradient nach dem Durchstarten

- 1.7) Nennen Sie die Formel, mit der sich das MTOW bestimmen lässt, wenn die Nutzlast m_{PL} , der

Betriebsleermassenanteil $\frac{m_{OE}}{m_{MTO}}$ und der Kraftstoffmassenanteil $\frac{m_F}{m_{MTO}}$ bekannt sind.

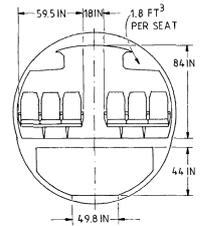
$$m_{MTO} = \frac{m_{PL}}{1 - \frac{m_{OE}}{m_{MTO}} - \frac{m_F}{m_{MTO}}}$$

- 1.8) Welche der Zulassungsvorschriften FAR Part 25 und CS-25 stellt die höhere Anforderung an ein Flugzeug für den Nachweis des geforderten Steiggradienten nach dem Durchstarten? Um welche Forderung handelt es sich?

FAR Part 25. Bei ihr muss das Fahrwerk für den Nachweis des Steiggradienten ausgefahren sein; für die CS-25 darf das Fahrwerk eingefahren sein.

- 1.9) Schätzen Sie die ungefähre Kabinenlänge für ein Flugzeug mit 120 Passagieren und dem abgebildeten Rumpfquerschnitt ab.

$$l_{CABIN} \approx (1.0 \text{ m} \dots 1,1 \text{ m}) \cdot \frac{n_{PAX}}{n_{SA}} = (1.0 \text{ m} \dots 1,1 \text{ m}) \cdot \frac{120}{6} = 20 \text{ m} \dots 22 \text{ m}$$



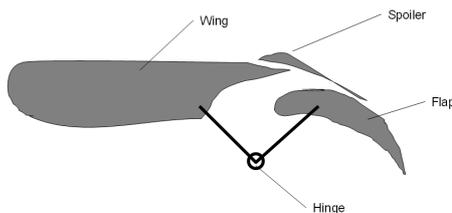
- 1.10) Über wie viele Notausgänge muss ein Flugzeug für maximal 350 Passagiere mindestens a) in der Kabine und b) im gesamten Flugzeug verfügen?

- a) 8
 b) 9, wenn eine zentrale Deckenluke im Cockpit installiert ist. 10, wenn sich die Notausgänge für die Flight Crew an den Rumpfseiten befinden.

- 1.11) Beschreiben Sie die Fahrwerksanordnung der Solar Impulse HB-SIA.

Fahrwerk mit zentralem Hauptfahrwerksbein, lenkbarem Heckrad und Stützfahrwerken unter den äußeren Motorgondeln; Hauptfahrwerk und Stützfahrwerke einmalig einziehbar

- 1.12) Skizzieren Sie eine sogenannte ADHF-Landeklappen (Adaptive Dropped-Hinge Flap) der A350-XWB. Positionieren Sie hierfür die Bauteile Flap, Hinge, Spoiler und Wing.



2. Klausurteil

Name: _____

20 Punkte, 35 Minuten, mit Unterlagen und Laptop

Aufgabe 2.1 (20 Punkte)

Es soll das Kurzstreckenflugzeug Airbus A320 überschlägig nachentworfen werden. Dazu ist die Dimensionierung mit Hilfe der Tabellenkalkulation aus der Vorlesung vorzunehmen.

Folgende Forderungen werden an das Flugzeug gestellt:

- Nutzlast: 150 Passagiere mit Gepäck für einen Flug wie unten angegeben, Zusatzfracht: 6,05 t.
- Reichweite 1500 NM bei oben gegebener Nutzlast (Reserven gemäß FAR Part 121 domestic, Flugstrecke zum Ausweichflugplatz: 200 NM).
- Sicherheitsstartstrecke $s_{TOFL} \leq 2200$ m (ISA, MSL).
- Sicherheitslandestrecke $s_{LFL} \leq 1700$ m (ISA, MSL).
- 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 $C_{L,max,L} = 2,9$.
- Korrelationsfaktor für den Landeanflug k_L gemäß Berechnungsschema.
- Maximaler Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Startkonfiguration $C_{L,max,TO} = 2,07$.
- Zu ermitteln: Gleitzahl E in Startkonfiguration und Gleitzahl E in Landekonfiguration. Dabei: Flügelstreckung $A = 9,5$, $C_{D,0} = 0,02$ und Oswaldfaktor $e = 0,7$.
- Die maximale Gleitzahl im Reiseflug E_{max} beträgt 17,88.
- Oswald-Faktor im Reiseflug $e = 0,85$.
- Die Machzahl im Reiseflug beträgt 0,76.
- Das Verhältnis von Reisefluggeschwindigkeit zur Geschwindigkeit des geringsten Widerstands V_{CR}/V_{md} ist so zu bestimmen, dass sich ein günstiges Entwurfsdiagramm ergibt (zwei Nachkommastellen)!
- Das Verhältnis aus maximaler Landemasse zu maximaler Startmasse beträgt $m_{ML}/m_{MTO} = 0,878$.
- Der Betriebsleermassenanteil m_{OE}/m_{MTO} wird mit 55 % angenommen.
- Das Nebenstromverhältnis (BPR) der zwei CFM-56-Triebwerke beträgt $\mu = 6$; ihr schubspezifischer Kraftstoffverbrauch im Reise- und Warteflug wird angenommen mit $c = 16$ mg/(Ns).
- Nutzen Sie die folgenden Werte für die Flight-Segment Fuel Fractions: Engine Start-up: 0,999; Taxi: 0,996; Take-Off: 0,993; Climb: 0,993; Descent: 0,992; Landing: 0,992.

Bestimmen Sie:

- die Reiseflughöhe,
- die maximale Abflugmasse
- die maximale Landemasse,
- die Flügelfläche,
- den notwendigen Schub eines einzelnen Triebwerks und
- das erforderliche Tankvolumen
- Tragen Sie Ihre Ergebnisse in das Formblatt ein (mit allen dort geforderten Zwischenwerten)!
Zeichnen Sie das Entwurfsdiagramm!

Ergebnisse zu Aufgabe 2.1

Bitte tragen Sie hier Ihre Ergebnisse und Zwischenergebnisse ein!

- Flächenbelastung aus Forderung zur Sicherheitslandestrecke: 601 kg/m^2
- Schub-Gewichtsverhältnis aus Forderung zur Sicherheitsstartstrecke: $0,309$
- Gleitzahl im 2. Segment: $10,59$
- Gleitzahl beim Durchstarten: $8,3$
- Schub-Gewichtsverhältnis aus der Forderung zum Steiggradienten im 2. Segment:
 $0,237$
- Schub-Gewichtsverhältnis aus der Forderung zum Steiggradienten beim Durchstarten:
 $0,248$
- V_{CR}/V_{md} : $0,97$
- Entwurfspunkt
 - Schub-Gewichtsverhältnis: $0,309$
 - Flächenbelastung: 601 kg/m^2
- Reiseflughöhe (**FL**, auf volle Zehnerstelle gerundet, z. B. 210, 220, 230,...): 390
- maximale Abflugmasse **in kg**: 72727 kg
- maximale Landemasse **in kg**: 63854 kg
- Flügelfläche **in m²**: 121 m^2
- Schub eines Triebwerks **in N**: 110127 N
- erforderliches Tankvolumen **in m³**: $16,3 \text{ m}^3$

