



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Flugzeugprojekt SS 2011 Klausurteil Flugzeugentwurf

Datum: 02.07.2011

Bearbeitungszeit: 60 Minuten

Name:		Vorname:	
Matrikelnummer.:			
Punkte:	von 44	Note:	

1. Klausurteil

23 Punkte, 25 Minuten, ohne Unterlagen

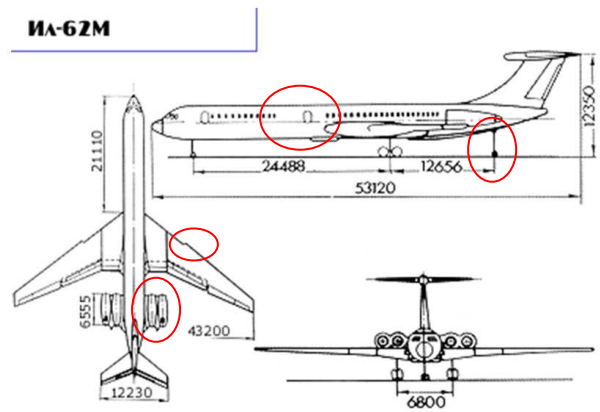
1.1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache. (2 P) **Schreiben Sie deutlich; unleserliche Schreibweise führt zu Punktabzug!**

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. sweep | Pfeilung |
| 2. wing root | Flügelwurzel |
| 3. span | Spannweite |
| 4. aisle | Gang (in der Kabine) |
| 5. canard | Entenflügel |
| 6. anhedral | negative V-Stellung |
| 7. landing field length | Landestrecke |
| 8. trolley | Essenswagen |
| 9. landing gear | Fahrwerk |
| 10. fuselage | Rumpf |

1.2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache. (2 P) **Schreiben Sie deutlich; unleserliche Schreibweise führt zu Punktabzug!**

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1. Dimensionierung | Preliminary sizing |
| 2. Leitwerk | Tail, empennage |
| 3. Nutzlast | Payload |
| 4. Sitzschiene | Seat track |
| 5. Maximale Leertankmasse | Maximum zero-fuel mass (weight; MZFW) |
| 6. Fracht | Cargo |
| 7. Reibungswiderstand | Friction drag |
| 8. Triebwerk | Engine, power plant |
| 9. Küche | Galley |
| 10. (Rumpf-)Querschnitt | Cross section |

1.3) Gezeigt ist die Dreiseitenansicht einer Iljuschin Il-62. Beschreiben Sie dieses Flugzeug gemäß des in der Vorlesung vorgestellten Kriterienkatalogs! (3 P)



Hier sind mehrere Antworten möglich, z. B.:

Konfiguration: Drachenkonfiguration

Rumpf: kreisförmiger Querschnitt, Druckkabine, sehr schlank, keine Türen am Heck, sondern Serviceblock auf Position der TF-Vorderkante

Tragwerk: Tiefdecker, auffälliger Kink in der Vorderkante

Triebwerk: 4 ZTL in ungewöhnlicher 2 x 2 Heckanordnung, geringe BPR

Fahrwerk: Landfahrwerk, Dreipunktfahrwerk in Bugradanordnung, zusätzliche Stütze für Bodenabfertigung am Heck (aufgrund der TW-Anordnung)

Leitwerk: T-Leitwerk

Verwendungszweck: ziv. Kurz-/Mittelstreckenpassagierflugzeug etc.

1.4) Schätzen Sie das MTOW der Il-62. (Bereich) (1 P)

8 HFW-Räder x (20 t ... 30 t) = 160 t ... 240 t

Anmerkung: Da sowjetische Entwicklungen tendenziell sehr geringe ACN-Werte aufweisen, kann mit einer max. Startmasse in der unteren Region dieses Bereichs gerechnet werden. Das reale Flugzeug hat ein MTOW von ca. 165 t.

1.5) Worin unterscheiden sich Elevons und Flaperons? (1 P)

Als Elevon bezeichnet man eine Kombination aus Höhenruder (Elevator) und Querruder (Aileron), insb. bei Deltaflüglern. Ein Flaperon ist die Kombination aus Landeklappen (Flap) und Querruder (Bsp.: B777).

1.6) Welche Taper Ratios haben Delta- und Rechteckflügel? (1 P)

Deltaflügel: 0

Rechteckflügel: 1

1.7) Name two disadvantages of landing gears in so-called taildragger arrangement. (1 P)

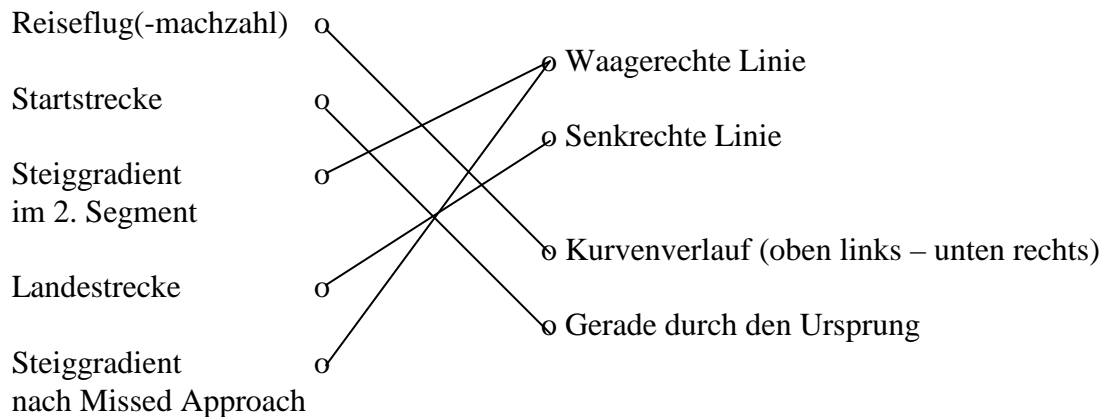
- Verminderte Sicht nach vorn beim Rollen
- Komplizierter Abhebevorgang (Anheben des Hecks, vgl. He 178)
- Wieder-Abheben bei Landung mit erhöhter Geschwindigkeit
- Gefahr des Ausbrechens des Hecks beim Bremsen (aufgrund der Schwerpunktposition)
- Gefährdung des Spornrad beim Ausschweben
- Gefahr, beim Bremsen vornüber zu kippen
- Geneigter Kabinen- und(oder) Frachtraumboden im Stand

1.8) Es soll ein Flugzeug für 338 Passagiere gebaut werden. Wie viele Sitze für Flugbegleiter und wie viele Notausgänge müssen mindestens in der Kabine vorgesehen werden? (2 P)

$$[338/50]_{\text{Aufgerundet}} = 7 \text{ Flugbegleiter}$$

$$[338/110]_{\text{Aufgerundet}} = 4 \text{ Notausgangspaare, also 8 Notausgänge (Typ A)}$$

1.9) Ordnen Sie die folgenden Anforderungen an ein Flugzeug Ihren jeweiligen Graphen im Entwurfsdiagramm zu. (1 P)



1.10) Ergänzen Sie: (1 P) 1 NM = 1,852 km

1 ft = 0,3048 m

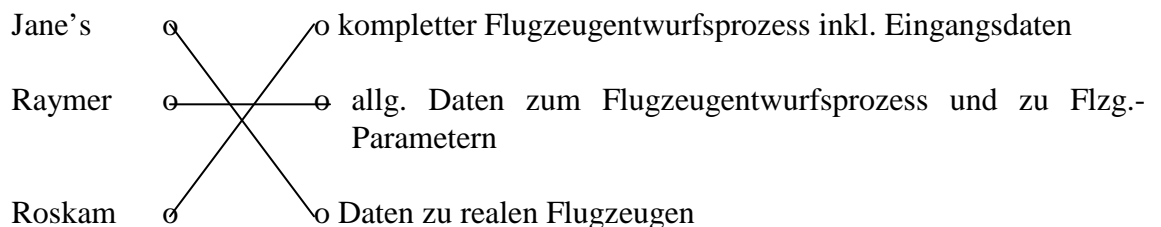
1 lb = 0,4536 kg

1.11) Worum handelt es sich bei dem markierten Bauteil der Concorde? (1 P)

Es handelt sich bei dem Bauteil um einen Wirbelgenerator (Vortex generator) zur gezielten Verwirbelung der Anströmung des Deltaflügels. Dies ist insb. wichtig für ein Anliegen der Strömung bei extrem hohen Anstellwinkeln.



1.12) Welchen Inhalt finden Sie in den jeweiligen Flugzeugentwurf-Fachbüchern? Ordnen Sie zu. (1 P)



1.13) Bestimmen Sie das MTOW eines Flugzeugs mit 15 t Nutzlast, einem Betriebsleermassenanteil von 60 % und einem Kraftstoffmassenanteil von 0,2. (2 P)

$$MTOW = m_{MTO} = \frac{m_{PL}}{1 - \frac{m_{OE}}{m_{MTO}} - \frac{m_F}{m_{MTO}}} = \frac{15 \text{ t}}{1 - 0,6 - 0,2} = 75 \text{ t}$$

1.14) Warum versucht man in der Flugzeugkonstruktion nach Möglichkeit sog. flap-wrapped surfaces (abwickelbare Flächen) zu verwenden? Begründen Sie stichpunktartig. (1 P)

Abwickelbare Flächen sind sog. einfach gekrümmte Flächen, d. h. sie lassen sich durch einfache Umformtechniken wie Kantbiegen oder Rollen herstellen. Sphärisch- oder zweifach gekrümmte Flächen bedürfen aufwändigerer Umformtechniken wie z. B. Tiefziehen oder Pressen.

1.15) Nennen Sie mindestens vier Arten von Kabinenmonumenten (Cabin furniture items), die z. B. mithilfe von Pacelab Cabin im Cabin Floor Plan positioniert werden können. (1 P)

Galley, Attendant seat, passenger seat, FCRC, VCC, class divider, lavatory, partition, stowage compartment, stair house

1.16) Die Airbus A330 mit ca. 240 t MTOW verfügt über zwei Triebwerke von je ca. 300 kN Schub. Ihre „Schwester“ A340 mit ca. 260 t MTOW ist mit vier Triebwerken zu je ca. 140 kN Schub ausgerüstet. Was fällt auf? Erklären Sie stichpunktartig. (2 P)

$$2 \cdot 300 \text{ kN} > 4 \cdot 140 \text{ kN} \quad ; \quad \text{A330: } \frac{2 \cdot 300 \text{ kN}}{240 \text{ t}} = 2,5 \frac{\text{kN}}{\text{t}} \quad ; \quad \text{A340: } \frac{4 \cdot 140 \text{ kN}}{260 \text{ t}} \approx 2,15 \frac{\text{kN}}{\text{t}}$$

Es fällt auf, dass der installierte maximale Startschub der A330 bezogen auf die maximale Startmasse deutlich (ca. 16 %) größer ist als der der A340.

Der Grund hierfür liegt in den Anforderungen an die Steigleistung (Gradient, Dauer, erreichbare Höhe) des Flugzeugs z. B. beim Start und beim Durchstarten. Da diese Anforderungen mit einem ausgefallenen Triebwerk nachgewiesen werden müssen, stehen bei der A330 nur noch 50 % des maximalen Schubes zur Verfügung, wohingegen die A340 noch über 75 % des installierten Schubes verfügt.

2. Klausurteil

Name: _____

21 Punkte, 35 Minuten, mit Unterlagen und Laptop

Aufgabe 2.1 (21 Punkte)

Es soll ein Vergleichsentwurf zum chinesischen Kurzstreckenflugzeug COMAC C919 angestellt werden, welches sich derzeit in der Entwicklung befindet. Nutzen Sie hierfür das Dimensionierungstool aus der Vorlesung.



Folgende Forderungen werden an das Flugzeug gestellt:

- Flugmission: 168 Passagiere mit Gepäck und 661 lb Zusatzfracht bei einer Reichweite von 2200 NM und einer Machzahl im Reiseflug von 0,786 (Reserven gemäß FAR Part 121 domestic, Flugstrecke zum Ausweichflugplatz: 100 NM).
- Sicherheitsstartstrecke $s_{TOFL} \leq 2000$ m (ISA, MSL).
- Sicherheitslandstrecke $s_{LFL} \leq 1600$ 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 $C_{L,max,L} = 2,95$.
 - Der maximale Auftriebsbeiwert des Flugzeugs in Startkonfiguration ($C_{L,max,TO}$) ist unbekannt. Nutzen Sie den vom Tool vorgeschlagenen Schätzwert.
 - $b^2/S_w = 10$
 - Der Nullwiderstandsbeiwert des Flugzeugs wird mit 200 Drag Counts (CTS) abgeschätzt.
 - Oswaldfaktor mit Klappenausschlag: $e = 0,7$; Oswald-Faktor im Reiseflug: $e = 0,85$
 - Schätzen Sie maximale Gleitzahl im Reiseflug E_{max} ab. Der äquivalente Oberflächenwiderstandsbeiwert $\overline{C_f}$ beträgt 0,003. Das Verhältnis aus benetzter Fläche zu Flügelfläche S_{wet}/S_w beträgt 6,1.
 - Die maximale Landemasse beträgt 90 % der maximalen Startmasse.
 - Der Betriebsleermassenanteil m_{OE}/m_{MTO} wird mit 58,1 % angenommen.
 - Das Nebenstromverhältnis (BPR) der zwei LEAP-X-Triebwerke beträgt $\mu = 10$; ihr schubspezifischer Kraftstoffverbrauch im Reise- und Warteflug wird angenommen mit $c = 14,5$ mg/(Ns).
 - Nutzen Sie den Wert 1 für die Flight-Segment Fuel Fraction des Sinkflugs. Nutzen Sie für die übrigen Segmente die gegebenen Standardwerte.
- 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).
- Tragen Sie Ihre Ergebnisse in das Formblatt ein (mit allen dort geforderten Zwischenwerten).
- Zeichnen Sie das Entwurfsdiagramm und vervollständigen Sie die Legende.

Ergebnisse zu Aufgabe 2.1

Bitte tragen Sie hier Ihre Ergebnisse und Zwischenergebnisse ein!

- Flächenbelastung aus Forderung zur Sicherheitslandestrecke: **561 kg/m²**
- Schub-Gewichtsverhältnis aus Forderung zur Sicherheitsstartstrecke (geben Sie die Steigung der Geraden an): **0,0004958 m²/kg**
- Gleitzahl im 2. Segment: **9,69**
- Gleitzahl beim Durchstarten: **8,48**
- Schub-Gewichtsverhältnis aus der Forderung zum Steiggradienten im 2. Segment:
0,254
- Schub-Gewichtsverhältnis aus der Forderung zum Steiggradienten beim Durchstarten:
0,25
- Maximale Reiseflug-Gleitzahl: **19,1**
- V_{CR}/V_{md} : **1,23**
- Entwurfspunkt
 - Schub-Gewichtsverhältnis: **0,278**
 - Flächenbelastung: **561 kg/m²**
- Reiseflughöhe (**FL**, auf volle Zehnerstelle gerundet, z. B. 210, 220, 230,...): **FL 320**
- maximale Abflugmasse **in t**: **72,2 t**
- maximale Landemasse **in t**: **65 t**
- Flügelfläche **in m²**: **129 m²**
- Schub eines Triebwerks **in lb**: **22149 lb**
- erforderliches Tankvolumen **in m³**: **19,4 m³**

