



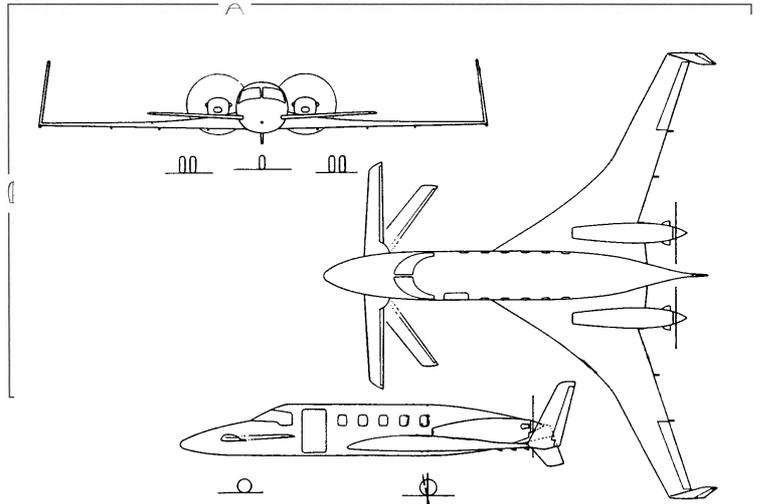
## Lösung zur Klausur Flugzeugprojekt SS 08 Klausurteil Flugzeugentwurf

Datum: 10.07.2008

- 1) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache. (3 Punkte)
- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. preliminary sizing     | Dimensionierung                |
| 2. Mach number            | Machzahl                       |
| 3. seat-range diagram     | Sitzplatz-Reichweiten-Diagramm |
| 4. payload-range-diagram  | Nutzlast-Reichweiten-Diagramm  |
| 5. missed approach        | Durchstarten                   |
| 6. thrust-to-weight ratio | Schub-Gewichtsverhältnis       |
| 7. wing loading           | Flächenbelastung               |
| 8. climb                  | Steigflug                      |
| 9. loiter                 | Warteflug                      |
| 10. to taxi               | rollen (z. B. auf dem Vorfeld) |
| 11. seaplane              | Wasserflugzeug                 |
| 12. glider                | Segelflugzeug                  |
- 2) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in englischer Sprache. Schreiben Sie deutlich, denn falsche oder unleserliche Schreibweise ergibt Punktabzug! (3 Punkte)
- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 1. Entwurf                 | design               |
| 2. Reichweite              | range                |
| 3. Sicherheitslandestrecke | landing field length |
| 4. Flügelfläche            | wing area            |
| 5. Startschub              | take-off thrust      |
| 6. 2. Segment              | 2. segment           |
| 7. induzierter Widerstand  | induced drag         |
| 8. Reiseflug               | cruise               |
| 9. Sinkflug                | decent               |
| 10. Start                  | take-off             |
| 11. Triebwerk              | engine               |
| 12. Fahrwerk               | landing gear         |

- 3) Gezeigt ist die Dreiseitenansicht einer Beech Starship. 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! (2 Punkte)

Hier ist mehr als eine Antwort möglich. Vergleiche mit alten FE-Klausuren!



- 4) Welchen Wert nimmt der Oswald-Faktor  $e$  etwa an bei Transportflugzeugen
- a) in Reiseflugkonfiguration? etwa 0,85
- b) bei ausgefahrenen Landeklappen? etwa 0,7
- 5) Beschreiben Sie kurz die Aufgabe des Flugzeugentwurfs! Gehen Sie dabei ein auf die Begriffe „Anforderung“, „Randbedingung“ und „Entwurfsziel“.
- Die **Aufgabe des Flugzeugentwurfs** besteht darin, die Entwurfsparameter so zu bestimmen, dass 1. die **Anforderungen** und **Randbedingungen** erfüllt sind (dann haben wir einen zulässigen Entwurf) und darüber hinaus 2. die **Entwurfsziele** bestmöglich erfüllt werden (dann haben wir einen optimalen Entwurf).
- 6) Nennen Sie sechs Anforderungen an die Dimensionierung (preliminary sizing) eines Flugzeuges!
- Startstrecke, Landestrecke, Nutzlast, Reiseflughöhe, Reisefluggeschwindigkeit, Reichweite, Steiggradient beim Start, Steiggradient beim Durchstarten ...
- 7) Nennen Sie die Entwurfsschritte (nach Skript) beim Entwurf (conceptual design) eines Flugzeugs!
1. Anforderungen
  2. Vergleichsstudie
  3. Flugzeugkonfiguration
  4. Antriebssystem
  5. Dimensionierung
  6. Kabine, Rumpf
  7. Flügel, Querruder, Spoiler
  8. Klappensystem
  9. Leitwerk, Höhen-, Seitenruder
  10. Masse & Schwerpunkt
  11. Stabilität & Steuerbarkeit
  12. Fahrwerk
  13. Polare, Gleitzahl, Startmasse
  14. Flugleistungen
  15. Betriebskosten
  16. Dreiseitenansicht
- 8) Wie hoch muss das Schub-Gewichtsverhältnis beim Start mindestens sein, um einen senkrechten Start von der Rampe zu ermöglichen?
- Mindestens 1.
- 9) Nennen Sie drei Vorteile, die ein Business Jet für den Fluggast gegenüber einem Passagierflugzeug bietet!

- Es können mehr (weil kleinere) Flugplätze angeflogen werden.
- Das Flugzeug richtet sich mit seinen Flugzeiten nach dem Passagier.
- Größerer Komfort.

10) Welchen Vorteil bietet ein VIP-Flugzeug gegenüber einem Geschäftsreiseflugzeug?

- Noch größerer Komfort.
- Oft auch größerer Flugzeug mit umfangreicher individueller Einrichtung.

11) Die Werbebranche benutzt gern die Worte "... startet durch". Damit wird dann etwas ganz tolles verbunden. Können Sie das mit Ihrem Hintergrundwissen aus dem Flugzeugbau bestätigen? Nehmen Sie ausführlich Stellung!

Durchstarten erfolgt dann, wenn eine sichere Landung nach einem Anflug nicht sichergestellt werden kann. Es wird maximaler Schub gegeben. Das Flugzeug steigt dann mit zunächst noch ausgefahrenen Klappen. Auch wenn das Durchstarten eine normale Prozedur ist, so wünscht sich keiner dieses Manöver (außer zu Trainingszwecken). Es ist auch möglich, dass durchgestartet werden muss, weil der Anflug nicht präzise genug geflogen wurde.

Fazit: Alles normal, aber kein Grund zum Feiern. In der Werbung wird mit "... startet durch" für den Insider ein falsches Signal gesetzt.

12) Wie nennt man diesen Parameter:  $L/D$ ?

Gleitzahl

13) Welchen Vorteil könnte eine Seitenleitwerkskonfiguration haben wie die der Lockheed Constellation (C 69)?

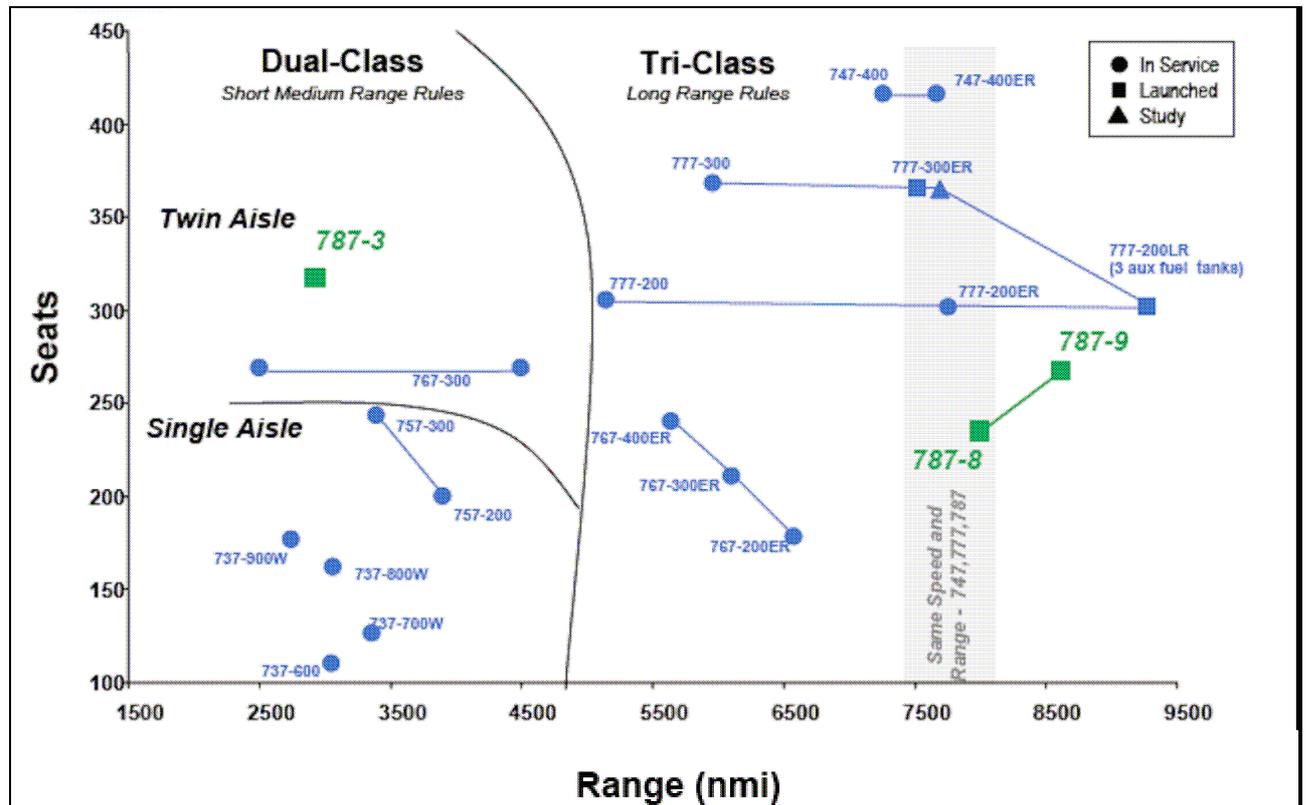


- Die Höhe des Seitenleitwerkes konnte durch die Aufteilung der Fläche auf drei Teilflächen verringert werden.
- Die äußeren Seitenleitwerke dienen als Endscheiben für das Höhenleitwerk.

14) Welche Lärmquellen eines Flugzeugs dominieren im Anflug?

Es dominiert nicht das Triebwerk, sondern das Fahrwerk und die Landeklappen.

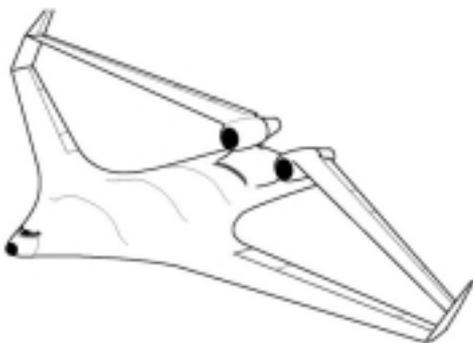
- 15) Skizzieren und beschreiben Sie (allgemein) ein Sitzplatz-Reichweiten-Diagramm!  
Im Sitzplatz-Reichweiten-Diagramm wird eine Flugzeugfamilie dargestellt. Es werden die Anzahl der Sitze der Flugzeuge in der Flotte über der Reichweite der Flugzeuge aufgetragen (siehe **Bild 1**).



**Bild 1** Beispiel für ein Sitzplatz Reichweitendiagramm (seat-range diagram) mit Flugzeugen des Herstellers Boeing

- 16) Woran können Sie in einer typischen Dreiseitenansicht eines Flugzeugs erkennen, dass es sich um ein festes Fahrwerk handelt (also nicht um ein Einziehfahrwerk)? Nennen Sie zwei Indizien!
- Beide Hauptfahrwerke sind gleich präzise gezeichnet.
  - Die Räder sind dann normalerweise verkleidet.
- 17) Woran können Sie in einer typischen Dreiseitenansicht eines Flugzeugs erkennen, dass das Flugzeug eine hydraulisch unterstützte Flugsteuerung besitzt?
- Es fehlen die Trimmklappen an den Rudern.
  - Evtl. ist bei dünnen Profilen eine Beule im Bereich der Scharnierlinie an den Leitwerken zu sehen. Dahinter befinden sich die hydraulischen Flugsteuerungsaktuatoren.
- 18) Ein Flugzeug ist als Tiefdecker ausgeführt. Welchen V-Winkel erwarten Sie?  
Ich erwarte eine positive V-Form. Dies ist notwendig, um die Rollstabilität des Tiefdeckers auf ein normales Maß zu bringen.

- 19) Der Luftverkehr wird nicht beliebig wachsen können, weil es Kapazitätslimits am Himmel gibt. Um welche Limits handelt es sich dabei? (Nennen Sie drei Limits!)
- Nicht genügend "Slots" an den Flughäfen für die Starts und Landungen aller Flugzeuge.
  - Begrenzte Kapazität auf den Luftstraßen.
  - Nicht genügend (fossiler) Treibstoff vorhanden.
  - Grenzen der von der Allgemeinheit tolerierten Lärm- und Umweltbelastung werden erreicht.
- 20) Ein Flugzeug ist als Hochdecker ausgeführt. Nennen Sie die zwei prinzipiellen Möglichkeiten ein Einziehfahrwerk unterzubringen!
- Fahrwerk am Rumpf (fährt in den Rumpf ein).
  - Fahrwerk am Flügel (fährt ein in Kästen hinter den Triebwerken)
- 21) Ein Flugzeug hat einen rechteckigen Kabinenquerschnitt. Was bedeutet das in der Praxis für die maximale Reiseflughöhe dieses Flugzeugs?  
Das Flugzeug hat keine Druckkabine und kann nur bis zu einer Reiseflughöhe von 10000ft betrieben werden.
- 22) Sie sehen ein Flugzeug mit einer negativen V-Form. Was können Sie über die Positionierung des Flügels zum Rumpf aussagen? Was können Sie über die Pfeilung aussagen?  
Die negative V-Form wurde gewählt um eine zu hohe Rollstabilität auszugleichen, die hervorgerufen wurde durch  
a) eine Flügelposition als Hochdecker  
b) einen rückwärts gepfeilten Flügel
- 23) Sie wollen einen Hochdecker entwerfen. Gibt es Gründe den Flügel mit einem Kink zu entwerfen? (Wenn ja, welche? Wenn nein, warum nicht?)  
Nein, wenn das Fahrwerk am Rumpf angeordnet wird, dann kann der Flügel frei gestaltet werden. Es besteht jetzt aerodynamisch kein Grund für einen Doppeltrapezflügel.
- 24) Erklären Sie den Hauptvorteile eines Flugzeugs mit verbundenen Flügeln (joined wing)!  
Die Flügel können mit hoher Streckung ausgeführt werden, ohne die sonst damit verbundene Erhöhung der Masse des Flügels, weil jeder Flügel die Strebe des anderen ist, ohne dass sich die Flügel aerodynamisch übermäßig gegenseitig stören würden.



**Hintergrund:**Joined wing aircraft

*United States Patent 4365773*

**Abstract:**

An aircraft having a fuselage and a pair of first airfoils in the form of wings extending outwardly from the vertical tail and a pair of second airfoils in the form of wings extending outwardly from the forward portion of the fuselage at a lower elevation than the first airfoils. The second wings extend rearwardly having a positive dihedral so that the tip ends of the second airfoil are located in close proximity to and may overlap the tip ends of the first wings. The pairs of wings along with the fuselage present a double triangle or diamond shape in both front elevational view and top plan view. A winglet structurally connects the tip ends of the corresponding first wings and second wings, and these winglets have airfoil surfaces which extend vertically substantially beyond the tip ends of the first and second wings in order to minimize the effects of induced drag and also to augment directional stability of the aircraft. In addition, a unique wing structure is disclosed where the average thickness varies along the chord of the wing to enhance resistance to the component of lift acting normal to the spanwise plane containing the centroids of the airfoils.

**Claims:**

**It is a general aim of the present invention to provide an improved joined wing aircraft having an improved strength to weight ratio, a greater stiffness and less aerodynamic drag.**

It is an aspect of the present invention to provide a joined wing aircraft which has superior characteristics but is relatively inexpensive to manufacture and operate.

...