



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

**Lösung zur Klausur
Flugzeugsysteme SS 2015**

Datum: 07.07.2015

Hinweise:

- Die Bearbeitung der Klausur erfolgt ohne Unterlagen.
- Geben Sie diesen Aufgabenzettel mit ab, so erhalten Sie ein vollständiges Prüfungsdokument.
- Zu den Multiple-Choice-Aufgaben kann jede Antwort richtig sein oder auch gar keine. *Markieren Sie die richtigen Aussagen durch einkreisen.* Eine beliebige Kombination ist möglich!
- Wenn nicht anders angegeben gibt jede Aufgabe einen Punkt.

1. Klausurteil: Flugzeugsysteme allgemein

Luftfahrtausdrücke

(6 Punkte)

1.) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache. Schreiben Sie deutlich, denn falsche oder unleserliche Schreibweise ergibt verminderte Punktzahl!

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. air conditioning | Klimaanlage |
| 2. fire protection | Feuerschutz (anlage) |
| 3. ice and rain protection | Eis- und Regenschutz (anlage) |
| 4. water / waste | Wasseranlage |
| 5. airborne auxiliary power | Hilfstriebwerk |
| 6. auto flight | Autopilot |
| 7. equipment | Ausrüstung |
| 8. flight controls | Flugsteuerung |
| 9. fuel | Kraftstoff |
| 10. cargo | Fracht |
| 11. maintenance | Wartung |
| 12. landing gear | Fahrwerk |

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

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. Hydraulikanlage | hydraulic power |
| 2. Beleuchtung | lights or: illumination |
| 3. Flugüberwachungsanlage | indicating / recording systems |
| 4. Navigationsanlage | navigation |
| 5. Sauerstoff | oxygen |
| 6. Grundsysteme | aircraft basic systems or: utility systems |
| 7. Avionik | avionic |
| 8. Kabine | cabin |
| 9. Sekundärenergie | secondary power |
| 10. pneumatisch | pneumatic |
| 11. elektrisch | electric |
| 12. hydraulisch | hydraulic |

Flugzeugsysteme allgemein

3.) Nach welchen Vorschriften werden Flugzeugsysteme von großen Passagierflugzeugen zugelassen?

Nach FAR Part 25 bzw. nach CS-25

4.) Was ist Avionik?

Luftfahrtelektronik

5.) Wie werden Flugzeugsysteme hierarchisch gegliedert? Nennen Sie 5 Hierarchieebenen!

System, Subsystem, Komponente, Baugruppe, Teil

6.) Durch welche kurze Bezeichnung ist das Sauerstoffsystem in der Zivilluftfahrt gekennzeichnet?

ATA 35

7.) Welche Fehlerkategorie (minor, major, ...) weisen Systeme auf, die hoch zuverlässig ausgelegt werden müssen und nur eine Fehlerwahrscheinlichkeit von weniger als 10^{-9} 1/FH haben dürfen?

catastrophic

8.) Oft gibt es verschiedene Prinzipien zum Bau eines Flugzeugsystems. Die Auswahl des "besten" Prinzips wird mit Hilfe von Kosten- und Vergleichsstudien (trade-off studies) durchgeführt. Nennen oder beschreiben Sie zwei konkrete Methoden, mit denen man solche Kosten- und Vergleichsstudien durchführen kann!

- Nutzwertanalyse, Gewichtete Summenbildung der Bewertungspunkte (Scoring-Model, weighted sum model)
- Direct Operating Costs Method for aircraft systems (DOCSYS)

9.) Nennen Sie zwei Flugzeugsysteme, die einen großen Anteil an der Summe der Masse aller Flugzeugsysteme ausmachen?

Fahrwerk ($\approx 27\%$) und Ausrüstung ($\approx 24\%$) machen zusammen schon etwa die Hälfte der Masse der Flugzeugsysteme aus.

10.) Die Leistungsumwandlung zwischen verschiedenen sekundären Energiesystemen wird verwendet, um die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems zu erhöhen. Erklären Sie den Sinn und die technische Realisierung einer Umwandlung von hydraulischer Energie in hydraulische Energie.

Sinn ist die strikte Trennung der unabhängigen Hydrauliksysteme an Bord eines Flugzeugs. Trotzdem soll ein Hydrauliksystem das andere Hydrauliksystem mit Druck versorgen können. Erreicht wird das durch den Einsatz einer Power Transfer Unit (PTU). Ein PTU besteht aus zwei über eine Welle gekoppelte hydraulische Einheiten, die jeweils sowohl als Motor oder als Pumpe genutzt werden können. Jede hydraulische Einheit befindet sich in einem anderen separaten hydraulischen Bordsystem.

11.) Wie wird bei fast allen Passagierflugzeugen die Sekundärenergie erzeugt, falls alle Triebwerke ausfallen?

Mit Hilfe der Stauluftturbine (Ram Air Turbine, RAT). Die Hilfsgasturbine (Auxiliary Power Unit, APU) kann auch Sekundärenergie liefern, jedoch kann man sich auf die APU nicht verlassen, wenn sie nur als non-essential APU vorgesehen (ausgelegt) ist.

12.) Welche beiden Kühlprinzipien kommen in Flugzeugklimaanlagen zur Anwendung?

Verdampferanlage (vapor cycle system) oder Expansionskühlanlage (air cycle system).

13.) Was ist der Vorteil des Hochdruckwasserabscheiders gegenüber dem Niederdruckwasserabscheider?

Beim Hochdruckwasserabscheider wird der Luft die Feuchtigkeit bei höherem Druck und bei höheren Temperaturen entzogen schon bevor die Luft das Pack in Richtung Kabine verlässt. Dadurch kann die am Ausgang weitgehend trockene Luft das Pack gegebenenfalls weit unter $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ verlassen, ohne dass es zur Eisbildung kommt. Die Kabine kann daher erheblich wirksamer gekühlt werden.

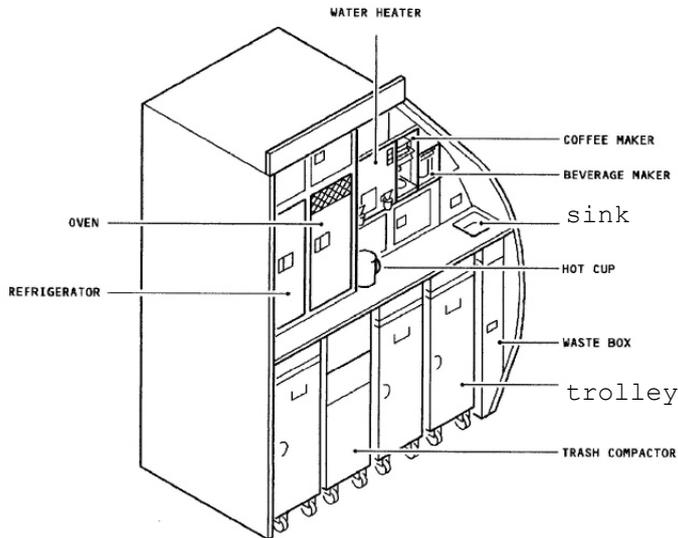
- 14.) Bei den Flugzeugsystemen geht der Trend – wie man an der Boeing 787 sieht – zum ...
More Electric Aircraft auch mit "power by wire" bezeichnet.
Bitte ergänzen Sie den Satz!
- 15.) Gemäß Zulassungsvorschriften darf die Kabinenhöhe einer Druckkabine unter normalen Bedingungen nicht mehr als 2440 m (8000 ft) betragen.
Bitte tragen Sie die Zahl und Einheit auf dem Antwortbogen ein, die in diesem Satz eingesetzt werden muss!
- 16.) Welche Aufgabe hat die "Trim Air" in einer Flugzeugklimaanlage?
Die Luft aus den Packs hat die Temperatur, die die Kabinenzone erfordert, die am stärksten gekühlt werden muss (bzw. der von allen Kabinenzonen Luft mit der geringsten Lufttemperatur zugeführt werden muss). Höhere Temperaturen der Luftversorgung in den anderen Kabinenzonen werden durch Zumischung von heißer "Trim Air" erreicht.
- 17.) Die Positionslichter des Flugzeugs zeigen folgende Farbkombination: In Flugrichtung rot (links), grün (rechts), weiß (am Heck). Welchen Winkelbereich umfassen diese drei Sektoren jeweils?
rot: 110°
grün: 110°
weiß: 140°
- 18.) Es geht um die Betätigung des Seitenruders. *Markieren Sie alle richtigen Aussagen durch einkreisen.*
- a) Bei einer einfachen Seilsteuerung sind die Steuerseile ...
A gekreuzt (Seile laufen vom linken Pedal an die rechte Seite des Ruders).
B nicht gekreuzt (Seile laufen vom linken Pedal an die linke Seite des Ruders).
- b) Damit das Flugzeug nach links giert ...
A tritt der Pilot verstärkt in das linke Seitenruderpedal.
B tritt der Pilot verstärkt in das rechte Seitenruderpedal.
- 19.) Welche Aussagen zur Flugsteuerung sind richtig?
A *Reversible Flugsteuerungssysteme* besitzen eine Verbindung, die Kräfte mit einem bestimmten Übersetzungsverhältnis von Steuerorganen zur Steuerfläche und umgekehrt überträgt.
B Wenn das linke *Querruder* nach oben ausschlägt, dann schlägt das rechte Querruder nach unten aus.
C *Spoiler* schlagen immer nach unten aus.
D Wenn das Steuerhorn nach vorn bewegt wird (in Flugrichtung), dann bewegt sich das *Höhenruder* nach unten.
- 20.) Nennen Sie drei Aufgaben der Leitwerke und Steuerflächen!
- Aufgabe ist, die Stabilität des Flugzeugs sicher zu stellen.
 - Aufgabe ist, das Steuern des Flugzeugs.
 - Aufgabe ist, das Trimmen des Flugzeugs.

21.) Ein Gleichdrehzahlgetriebe (Constant Speed Drive) ...

A enthält ein Differentialgetriebe.

B enthält ein zwei hydraulische Einheiten von denen eine als Motor und die andere als Pumpe arbeitet.

22.) Bitte beschriften Sie die zwei Komponenten, die noch nicht beschriftet sind!



23.) Bitte beschriften Sie die Gestaltungselemente der Flugzeugkabine!



Deckenverkleidung (ceiling panel)

Gepäckfächerklappen (stowage compartment door)

Seitenverkleidung (side panel)

Tisch (tray table)

Teppich (carpet)

24.) Welche Komponente wandelt Gleichstrom um in Wechselstrom?

Ein Wechselrichter (inverter).

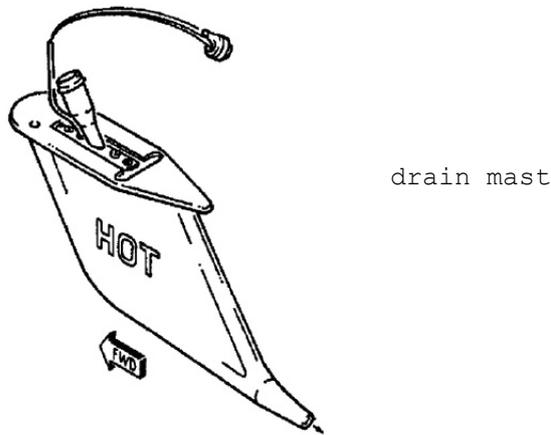
25.) Warum hat die Feuerlöschkugel (bottle) zur Aufnahme des Löschgases die Form einer Kugel?
Nennen Sie zwei Gründe!

Leichtbau: Geringste Oberfläche je Volumen. Gute Spannungsverteilung im Material bei gegebenem Innendruck.

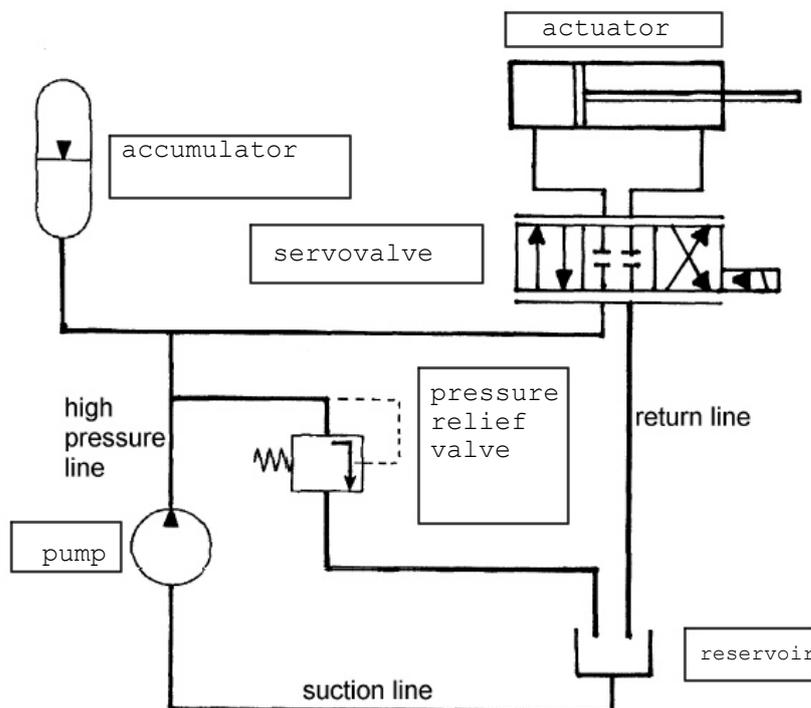
26.) Wie gelangt Luft in den Kraftstofftank, wenn Kraftstoff entnommen wird? *Beschreiben Sie den Weg der Luft durch diverse Komponenten!*

Die Luft gelangt über den NACA-Lufteinlauf (NACA intake), den Belüftungskanal (vent duct) in den Belüftungstank (vent tank). Der Belüftungstank ist mit den anderen Tanks über Belüftungskanäle (stringer vent duct) oder Belüftungsrohre (vent pipe) verbunden.

- 27.) Im Rahmen der Zulassung eines Passagierflugzeuges für mehr als 44 Passagiere muss nachgewiesen werden, dass eine Notevakuierung am Boden innerhalb von ... 90 ... Sekunden möglich ist, wenn 50 % der Türen blockiert sind. *Bitte ergänzen Sie die Zeitangabe hier im Text!*
- 28.) Welches Teil ist hier abgebildet?



- 29.) Bitte beschriften Sie die Teile des Hydrauliksystems! *Bitte tragen Sie den jeweiligen Namen der Komponente in den Kästen ein, der in der Nähe der Komponente angeordnet ist.*



- 30.) Welche Parameter müssen beim Synchronisieren zweier Generatoren gut übereinstimmen, damit sie zusammen geschaltet werden können?
- A** Spannung (voltage)
 - B** Stromstärke (current)
 - C** Frequenz (frequency)
 - D** Phasenlage (phase angle)

Fragen zur Vortragsreihe

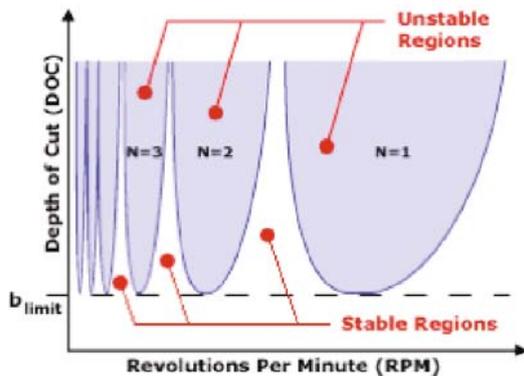
- 31.) Has metal a chance in aircraft design in the future, or will aircraft continue to be dominated by composite materials? *Explain your answer!*

Metal has a chance if machining the metal becomes more efficient.

- 32.) Chatter is a self-excited vibration in high speed machining (HSM). How can machining of metal be more efficient?

A Increase RPM and find chatter-free stable region

B Increase DOC in chatter-free stable region



- 33.) What is the main factor at airports limiting efficiency of new aircraft designs?

The main factor limiting efficiency for new aircraft designs is the limitation of wing span in accordance to the ICAO classes. The classes A, B, C, D, E, and F limit wing span to 15 m, 24 m, 36 m, 52 m, 65 m, and 80 m.

- 34.) How efficient are winglets?

A Winglets have no effect on the aerodynamic efficiency of an aircraft.

B Winglets 1 m high have roughly the same effect as a horizontal wing span increase of 0.5 m on each wing tip.

C Vertical winglets have the same aerodynamic effect as a wing span extension of the same size.

- 35.) What amount of fuel saving can be achieved with a "Smart Turboprop" (as described in the evening lecture) against the jet powered A320?

About 36 % fuel savings are possible under realistic considerations including the span limitation of 36 m.