



**DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU**

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

**Lösung zur Klausur  
Flugzeugsysteme SS 2009  
Teil 2: Flugzeugsysteme allgemein**

Datum: 06.07.2009

**Luftfahrtausdrücke** (6 Punkte)

1.) Nennen Sie die entsprechende Bezeichnung folgender Luftfahrtausdrücke in deutscher Sprache.

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. oxygen                   | Sauerstoff                   |
| 2. checkvalve               | Rückschlaflventil            |
| 3. pressure relief valve    | Überdruckventil              |
| 4. priority valve           | Vorrangventil                |
| 5. vertical speed indicator | Variometer                   |
| 6. hazard                   | Gefahr                       |
| 7. interface                | Schnittstelle                |
| 8. lightning strike         | Blitzschlag                  |
| 9. yaw damper               | Dämpfer der Taumelschwingung |
| 10. vertical tailplane      | Seitenleitwerk               |
| 11. bird strike             | Vorgelschlag                 |
| 12. dutch roll              | Taumelschwingung             |

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

- |                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1. Triebwerkszapfluft              | bleed air                  |
| 2. Küche (an Board des Flugzeuges) | galley                     |
| 3. Kraftstoff                      | fuel                       |
| 4. Instrumentenlandesystem         | instrument landing system  |
| 5. Trägheitsnavigationssystem      | inertial navigation system |
| 6. Steuerhorn                      | control column             |
| 7. Knüppel                         | stick                      |
| 8. Flügeltank                      | wing tank                  |
| 9. Brennstoffzelle                 | fuel cell                  |
| 10. Zulassung                      | certification              |
| 11. belüften                       | to vent                    |
| 12. Querruder                      | aileron                    |

## Flugzeugsysteme allgemein

### 3.) Welches ATA-Kapitel ist hier definiert?

*Those airborne power plants (engines) which are installed on the aircraft for the purpose of generating and supplying a single type or combination of auxiliary electric, hydraulic, pneumatic or other power. Includes power and drive section, fuel, ignition and control systems; also wiring, indicators, plumbing, valves, and ducts up to the power unit. Does not include generators, alternators, hydraulic pumps, etc. or their connecting systems which supply and deliver power to their respective aircraft systems.*

Airborne Auxiliary Power, ATA 49

### 4.) Was haben ATA 21, 30, 36, 49 gemeinsam?

Es handelt sich um Verbraucher pneumatischer Energie (ATA 21, 30) oder um Erzeuger pneumatischer Energie (ATA 36, 49).

### 5.) Beschreiben Sie kurz das grundlegende Prinzip der Druckregelung einer Flugzeugkabine! Gehen Sie dabei auf die Zufuhr der Luft in die Kabine und die Abfuhr der Luft aus der Kabine ein.

Über die Klimaanlage wird der Kabine ein in etwa konstanter Volumenstrom zugeführt. Die Druckregelung in der Kabine geschieht durch Regelung des Luftabflusses aus der Kabine. Wird weniger Luft abgeführt als zugeführt, dann steigt der Druck in der Kabine. Wird mehr Luft abgeführt als zugeführt, dann sinkt der Druck.

### 6.) Erklären Sie den Begriff "Kabinenhöhe"!

Dem jeweiligen Druck in der Kabine entspricht nach den Bedingungen der Standardatmosphäre eine bestimmte Höhe. Dies ist die Kabinenhöhe. In einer Druckkabine ist die Kabinenhöhe in der Regel geringer als die Flughöhe, weil der Druck in der Kabine höher ist als der Umgebungsdruck.

### 7.) Welche Aufgaben hat ein Belüftungstank (*surge vent tank*) ? (Nennen Sie min. 2 Punkte)

- Der Belüftungstank (*surge vent tank*) ist offen zur Außenluft. Dadurch wird erreicht, dass der Druck im Kraftstofftank annähernd gleich ist dem Druck der Außenluft. Es strömt insbesondere Luft in den Tank oder aus dem Tank heraus beim Tanken, Enttanken, Steigflug, Sinkflug oder bei Volumenänderungen im Tank durch Temperaturänderungen.
- Der Belüftungstank nimmt aus den Haupttanks (bei Flugzeugbewegungen) eingedrungene Kraftstoff auf und führt diesen Kraftstoff an die Haupttanks zurück.
- Der Belüftungstank nimmt Kraftstoff auf, wenn sich der Kraftstoff in einem Flugzeug erwärmt, das mit kaltem Kraftstoff voll betankt wurde.

- 8.) Was ist der wesentlich Vorteil eines elektrischen Bordnetzes im Parallelbetrieb (*Parallel Systems*) gegenüber einem Bordnetz in Einzelbetrieb (*Split-Bus System*) ?

Der Vorteil des Bordnetzes im Parallelbetrieb (*Parallel Systems*) ist, dass bei Ausfall eines Generators keine Umschaltungen erforderlich sind. Die verbleibenden Generatoren übernehmen einfach jeder eine etwas höhere Last.

- 9.) Wie viele verschiedene Spannungen stehen im Drehstromnetz ohne Transformation bereit?  
Begründung!

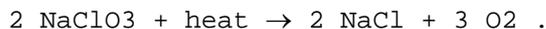
Im Drehstromnetz können Verbraucher im Stern oder im Dreieck angeschlossen werden. Flugzeugbordnetze haben eine Nennspannung von 115 V (Sternschaltung). Wenn ein Verbraucher ausnahmsweise einmal im Dreieck angeschlossen ist, dann stehen 200 V zur Verfügung. Das Verhältnis zwischen der Spannung in Dreiecksschaltung zur Spannung in Sternschaltung beträgt  $\sqrt{3} = 1,732$ .

- 10.) Nennen Sie drei technische Lösungsmöglichkeiten (Quellen), um Sauerstoff an Bord bereit zu stellen!

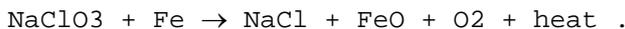
1. Sauerstoff aus Druckflaschen
2. Sauerstoff gewonnen aus einer chemischen Reaktion
3. On-Board Oxygen Generation Systems (OBOGS)

Zu 2.)

Chemical oxygen generation on aircraft is done with sodium chlorate. Sodium chlorate decomposes when heated to 478 °C into salt and oxygen:



The heat is generated with some kind of "fuel", commonly iron. The chemical reaction is:



Zu 3.)

Apply electrical power and bleed air to produce breathable oxygen from ambient air. Various techniques exist. Air can be processed through molecular sieve beds to provide oxygen-enriched breathing gas.

- 11.) Was ist der Unterschied zwischen einem hydraulischen Schaltventil und einem Servoventil?

- Das Schaltventil kennt nur definierte diskrete Schaltstellungen (z. B. "auf" / "zu"). Diese Steuerung ist ausreichend um z. B. ein Fahrwerk ein- oder auszufahren.
- Das Servoventil kennt beliebig fein abgestufte Zwischenstellungen und kann so den Strom der Hydraulikflüssigkeit steuern. Dies ist z. B. zur feinfühligem hydraulischen Betätigung der Steuerflächen notwendig.

- 12.) Welches Problem ergäbe sich, wenn man das Enteissungssystem für die Flügel mit elektrischer Energie betreiben wollen würde?

Um die Vorderkanten der Flügel elektrisch einfrei zu halten benötigt man sehr viel Energie (im Vergleich zum Angebot an elektrischer Energie an Bord). Wenn man das Eis durch sogenannte *parting strips* teilt und von der Unterseite aus nur ansmilzt, so können Eisplatten vom Fahrtwind abgetragen werden. Auf diese Weise wäre es dann u. U. möglich auch ein elektrisches System zur Flügelenteisung zu bauen.

- 13.) Welche technischen Probleme ergäben sich, wenn man Duschen an Bord für die First Class einführen würde?

Beim Duschen wird sehr viel Wasser verbraucht im Vergleich zum Verbrauch beim Trinken oder Händewaschen. Auch das Wasser was an Bord in Vakuumtoiletten zum Spülen gebraucht wird ist im Vergleich zum Duschen gering. Es müssten daher sehr beachtliche Mengen Wasser an Bord mitgenommen werden, wenn allein den Passagieren der First Class die Möglichkeit zum Duschen an Bord gegeben werden sollte. Dieses Wasser muss in der Luft gehalten werden. Dafür ist sehr viel Kraftstoff erforderlich. Auf Langstrecke ist das ca. 1 l Kraftstoff für 7 l Wasser, die gegen Mitte des Fluges verbraucht werden. Eine Lösung wären Dampfuschen, die den Körper nur anfeuchten.

- 14.) Welche Räder sind gebremst?

- Räder am Bugfahrwerk
- Räder am Hauptfahrwerk
- Räder am *center gear*

- 15.) Welcher der drei genannten Betriebskostenanteile des Wasser-/Abwassersystems ist der größte bei einem Langstreckenflug? (Nur ein Kreuz setzen.)

- Die Befüllung des Tanks mit Frischwasser.
- Der Kraftstoff, der benötigt wird um die Wassermenge in der Luft zu halten.
- Die Entsorgung des Abwassers.

Begründung: Siehe Erklärung zu Aufgabe 13

- 16.) Welche Ruder / welches Ruder wird bei einem herkömmlichen Flugzeug bewegt bei:

- |                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| Ziehen / drücken des Steuerhorn:     | Höhenruder  |
| Links / rechts bewegen des Knüppels: | Querruder   |
| Links / rechts treten der Pedale:    | Seitenruder |

- 17.) Warum wird hydraulische Energie in hydraulische Energie gewandelt? Welches Gerät ist dafür zuständig?

Die Umwandlung von hydraulischer Energie in hydraulische Energie ist notwendig, um einen Energieaustausch zwischen einzelnen hydraulischen Systemen zu ermöglichen ohne den Austausch von Hydraulikflüssigkeit. Die Umwandlung geschieht genau genommen von hydraulischer Leistung in mechanische Leistung (Wellenleistung) und wieder in hydraulische Leistung. Das ganze klingt so etwas "mathematisch". In der Praxis ist damit einfach die Power Transfer Unit (PTU) gemeint. Die PTU schaltet einen hydraulischen Motor mit einer hydraulischen Pumpe über eine Welle zusammen. Der Motor im intakten Hydrauliksystem treibt eine Pumpe in einem anderen Hydrauliksystem an, in dem die Hauptpumpe ausgefallen ist.

- 18.) Was sagt die MMEL; darf man mit einer defekten *non-essential* APU starten? Begründung!

Die *Master Minimum Equipment List* (MMEL) legt fest, mit welchen ausgefallenen Komponenten ein Flugzeug (unter welchen Bedingungen) noch starten darf. Eine *non-essential* APU (nicht notwendige Hilfsturbine) ist definiert als eine APU, die für den Start nicht erforderlich ist. Daher wird die MMEL den Start ohne die *non-essential* APU zulassen.

- 19.) Es gibt drei Sekundärenergiesysteme an Bord. Nennen Sie diese! Nenne Sie die 6 Möglichkeiten der Energiewandlung! Nennen Sie für 3 der Energiewandlungsmöglichkeiten den Namen eines Gerätes, das diese Umwandlung ermöglicht. (2 Punkte)

Die drei Sekundärenergien an Bord:

1. Elektrik
2. Hydraulik
3. Pneumatik

Die drei Energiewandlungsmöglichkeiten zwischen den Sekundärenergien:

1. Elektrik in Hydraulik
2. Elektrik in Pneumatik
3. Hydraulik in Elektrik
4. Hydraulik in Pneumatik
5. Pneumatik in Elektrik
6. Pneumatik in Hydraulik

Dazu die Geräte:

1. Elektrisch angetriebene Hydraulikpumpe (Electric Motor Driven Pump, EMDP)
2. Elektrisch angetriebener Kompressor
3. Generator durch Hydraulikmotor angetrieben (Constant Speed Motor/Generator, CSMG)
4. Kompressor durch Hydraulikmotor angetrieben
5. Generator durch Pneumatikmotor angetrieben
6. Pneumatisch angetriebene Hydraulikpumpe

20.) Passagiere essen an Bord, gehen zur Toilette (wo sie sich u. a. auch die Hände waschen) und schwitzen. Wie wirken sich diese 4 verschiedenen Aktivitäten der Passagiere auf die Änderung der Gesamtmasse des Flugzeugs im Reiseflug aus? Unterstellen Sie bei Ihrer Antwort eine übliche Auslegung der Flugzeugsysteme! Begründen Sie Ihre Antwort in dem Sie auf die Funktionsweise der Flugzeugsysteme eingehen! (2 Punkte)

1. **Essen:** Masse geht von den Essenswagen in den Küchen in den Magen der Passagiere. Diese Umwandlung ist in Bezug auf die Gesamtmasse des Flugzeugs neutral. Die Gesamtmasse bleibt gleich.
2. **Aktivitäten auf Toilette:** Essen und Getränke gehen aus dem Körper der Passagiere in die Abwasserbehälter. Wasser zum Spülen der Toilette geht vom Frischwassertank in den Abwassertank. Auch diese Umwandlungen sind in Bezug auf die Gesamtmasse des Flugzeugs neutral. Die Gesamtmasse bleibt gleich.
3. **Hände waschen:** Wasser gelangt von den Frischwassertanks über die Handwaschbecken und die *Drain Masts* ins Freie. Die Gesamtmasse des Flugzeugs reduziert sich.
4. **Schwitzen:** Wasser gelangt vom Körper der Passagiere in die Kabinenluft. Trotz einer 50% Rezirkulation wird die jetzt leicht feuchte Luft durch trockene Luft aus der Atmosphäre ausgetauscht. Das Schweißwasser der Passagiere verlässt also langsam das Flugzeug. Die Gesamtmasse des Flugzeugs reduziert sich leicht.