



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

**Lösung zur Klausur
Flugzeugsysteme WS 12/13 – Teil 1**

Datum: 23.01.2013

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 Punktabzug!

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. essential | unentbehrlich |
| 2. shaft power | Wellenleistung |
| 3. combustion | Verbrennung |
| 4. fuel | Kraftstoff |
| 5. auxiliary power unit | Hilfstriebwerk |
| 6. bleed air | Zapfluft |
| 7. compressor | Verdichter |
| 8. faucet | Wasserhahn |
| 9. gravity | Schwerkraft |
| 10. to rinse | spülen |
| 11. potable water | Trinkwasser |
| 12. toilet bowl | Toilettenschüssel |

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

- | | |
|----------------------|----------------|
| 1. Brandschott | firewall |
| 2. Generator | generator |
| 3. Turbine | turbine |
| 4. Ausweichflugplatz | alternate |
| 5. Absperrventil | shut-off valve |
| 6. Isolierung | insulation |
| 7. Höhenruder | elevator |
| 8. Waschbecken | sink |
| 9. Sinkflug | descent |
| 10. Tür | door |
| 11. Fenster | window |
| 12. Sitz | seat |

Flugzeugsysteme allgemein

3.) Für welches Flugzeugsystem (Bezeichnung und ATA-Kapitel) ist dies die ATA-Definition: *Die Einheiten und Komponenten (Pumpen, Regler, Leitungen, Ventile usw.), die Hydraulikflüssigkeit unter Druck bereitstellen an einem gemeinsamen Punkt (Verteilerblock) zur weiteren Nutzung durch andere definierte Systeme.*

Hydraulikanlagen (Hydraulic Power), ATA 29

4.) Wie viele Arten von Sekundärenergien gibt es im Flugzeug? Welche Sekundärenergien sind es?

Es gibt 3 Arten. Es sind: Elektrik, Hydraulik, Pneumatik

5.) Was versteht man nach ATA unter „Cabin Systems“ (ATA 44)?

ATA 44 umfasst die elektronischen Kabinensysteme.

6.) Zu welchem ATA-Kapitel gehört das Steuerhorn (control column)?

Das Steuerhorn gehört zur Flugsteuerung (Flight Control), ATA 27.

7.) Wie reagiert ein Flugzeug, wenn der Pilot

a) den Knüppel zieht

Das Flugzeug nickt auf und steigt.

b) den Knüppel nach rechts ausschlägt

Das Flugzeug nimmt einen Hängewinkel nach rechts an und fliegt eine Rechtskurve.

c) das linke Seitenruderpedal tritt

Das Flugzeug giert nach links nimmt geringfügig einen Hängewinkel nach links an und fliegt langsam eine Linkskurve.

8.) Welche Aufgabe hat ein Überdruckventil (pressure relief valve) im Hydrauliksystem? Wie funktioniert es?

Wenn der Hydraulikdruck den Öffnungsdruck des Überdruckventils übersteigt, dann öffnet das Überdruckventil und verbindet die Hochdruckleitung mit der Rücklaufleitung, die das Hydrauliköl zum Reservoir fördert. Das Überdruckventil wird bis zum Öffnungsdruck durch eine Feder geschlossen gehalten.

9.) Welche Aufgabe hat ein Vorrangventil (priority valve) im Hydrauliksystem? Wie funktioniert es?

Das Vorrangventil ist von der Bauart ein Überdruckventil. Jedoch ist die Feder so dimensioniert, dass der Öffnungsdruck unter dem Normaldruck liegt. Das Vorrangventil ist bei normalem Druck also geöffnet und stellt damit die Versorgung aller Verbraucher im System sicher. Wenn der Systemdruck unter den Öffnungsdruck des Vorrangventils fällt, dann schließt das Ventil. Es werden dann nur noch wichtige Verbraucher (mit Vorrang) versorgt. Die weniger wichtigen Verbraucher werden erst dann wieder versorgt, wenn der Systemdruck wieder über den Öffnungsdruck angestiegen ist.

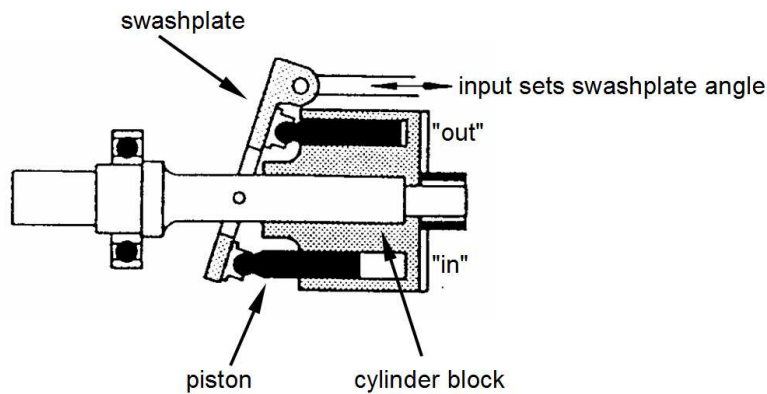
10.) Beschreiben Sie Zweck, Aufbau und Funktionsweise eines Servoventils!

Das Servoventil hat die Aufgabe einen Volumenstrom dosiert in einen Aktuator oder in einen Hydraulikmotor zu leiten, so dass der Aktuator ein- bzw. ausfährt oder der Motor links oder rechts herum läuft. Das Servoventil mit dem Steuerkolben in Mittelstellung sperrt den Volumenstrom zum Verbraucher ab. Das Servoventil besteht aus 4 Anschlüssen für Hochdruckleitung, Rücklaufleitung sowie weiteren zwei Anschlussleitungen zum Verbraucher. Das Ventil besitzt einen Steuerkolben mit Steuerkanten, die den Volumenstrom zu den jeweiligen Anschlussleitungen frei geben. Der Steuerkolben wird mechanisch, elektrisch oder auch elektrisch/hydraulisch betätigt.

11.) Welche Komponenten verbindet die Saugleitung (suction line) im Hydrauliksystem?

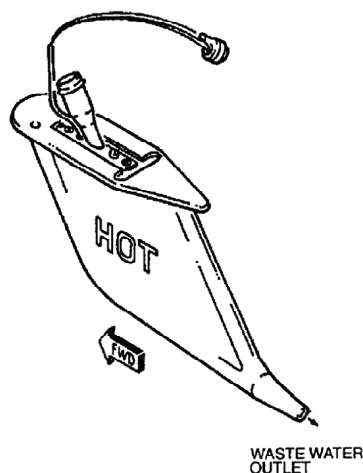
Verbunden werden Reservoir und Pumpe.

12.) Beschreiben Sie anhand des Bildes die Funktionsweise der Axialkolbenpumpe! (3 Punkte)



Gezeigt ist eine Axialkolbenpumpe mit variabler Verdrängung. Die Welle der Pumpe kann vom Flugzeugtriebwerk, einem Elektromotor, oder durch eine von Pneumatiksystem angetriebene Komponente bewegt werden. Die Welle dreht den Zylinderblock mit den Kolben. Immer wenn ein Kolben in den Zylinderblock gedrückt wird, wird die Flüssigkeit zum Auslass gedrückt. Während der nächsten halben Umdrehung zurück zur Ausgangsposition zieht der Kolben Flüssigkeit vom Einlass in den Zylinderblock. Pumpen mit variabler Verdrängung (variable displacement axial multiple-piston pumps) beinhalten eine Schrägscheibe (swash plate). Der Winkel der Schrägscheibe wird von einem Druckregler eingestellt. Die Pumpe erreicht ihre maximale Fördermenge bei dem höchsten Schwenkwinkel. Bei einem Schwenkwinkel von 0° ist die Verdrängung und damit auch der Volumenstrom der Pumpe Null.

13.) Welches Teil ist hier gezeigt? Welche Funktion hat das Teil? Was bedeuten die Buchstaben „HOT“? Was bedeuten die Buchstaben „FWD“?



Die Abwasseranlage führt das Abwasser (waste water, gray water) von den Waschbecken (washbasins) der Waschräume und den Waschbecken (galley sinks) der Bordküchen ab. Das Abwasser wird über Abflussleitungen (drain lines) zu

Drainageöffnungen (drain masts) geführt (siehe Bild oben), die sich an der unteren Seite des Rumpfes befinden. Die Drainageöffnungen werden elektrisch beheizt (daher der Sicherheitshinweis HOT), um ein Einfrieren des Wassers am Ausgang der Drainageöffnungen zu verhindern. In Reise Flughöhe ist es deutlich kälter als 0°C, daher ist die Beheizung dringend erforderlich. „FWD“ zeigt in die Flugrichtung. Das Abwasser verlässt die Drainageöffnung also an der hintersten Stelle des Teils.

14.) Früher (in meiner Jugend) durfte man auf Bahnhöfen in Zügen nicht auf Toilette gehen. Warum? Hatten Flugzeuge früher (oder evtl. sogar noch heute) auch „solche“ Probleme?

Im Skript steht dieser Hinweis:

„Bemerkung: Fäkalien (toilet waste) werden niemals über Bord gelassen!“
Und so ist es auch.

15.) Welche Aufgabe hat ein Landescheinwerfer (landing light)?

- Am Tag dient der Landescheinwerfer der erhöhten Sichtbarkeit des anfliegenden Flugzeugs.
- In der Nacht bei einer Landung auf einem wenig beleuchteten Flugplatz dient der Landescheinwerfer der Ausleuchtung des Aufsetzpunktes und ermöglicht dem Piloten so eine bessere Möglichkeit das Flugzeuges nach Sicht abzufangen.

16.) Welche Aufgabe haben die „runway turnoff lights“?

Beim Abbremsen und Ausrollen nach der Landung weisen die Landescheinwerfer noch in Richtung der Landebahn. Die Einmündungen der Rollwege werden dabei vom Landescheinwerfer nicht erfasst. Die „runway turnoff lights“ hingegen leuchten in einem bestimmten Winkel nach links und rechts seitlich und können so auch die Einmündungen der Rollwege erfassen bevor das Flugzeug seine Rollrichtung dorthin ändert. So kann der Pilot bereits mit Beleuchtung in die Richtung schauen, in die er wenig später rollen wird.

17.) Welche Bedeutung a) hatten früher und b) haben heute die beleuchteten Hinweistafeln mit der Aufschrift „no smoking“?

Heute sind praktisch alle Flüge Nichtraucherflüge. Die Hinweistafeln mit dem Symbol „no smoking“ haben bei diesen Flügen keine Bedeutung mehr.

Hier ein Hinweis dazu aus einem Forum im WWW:

“No smoking signs, they have to be there, so as anyone that doesn't speak the language the PA's are made in, cannot simply claim they didn't understand what has been said as the symbol used is universal so the airlines can protect themselves by saying that the passengers were warned about the fact it is a no smoking policy.”

- 18.) Ein anderes Flugzeug kreuzt unseren Flugweg vor uns ungefähr in gleicher Flughöhe von rechts nach links. Welche Farben der Positionslichter sehen wir in welcher Reihenfolge?

Wir sehen die linke Seite des Flugzeugs (bezogen auf dessen Flugrichtung). Daher sehen wir ein rotes Positionslicht. Wenn das Flugzeug bereits links von unserer Kursrichtung ist (20° weiter links), dann wechselt die Farbe von rot auf weiß und wir sehen das Hecklicht.

- 19.) Wie wird bei der Boeing 787 die Klimaanlage versorgt? Worin soll der Vorteil dieses Systems liegen?

Die Klimaanlage der Boeing 787 kommt ohne Zapfluft aus, weil dessen neue Triebwerke keine Zapfluft mehr bereitstellen. Die Luft für die Packs wird durch elektrisch betriebene Verdichter bereit gestellt. Das Gesamtsystem soll weniger Energie verbrauchen. Weiterhin besteht ohne die Zapfluft auch keine Gefahr mehr, dass Öl aus den Triebwerken in die Kabine gelangen könnte.

- 20.) Nach welchem Prinzip wird die Kabine eines kleinen Flugzeuges mit vier Sitzen erwärmt?

Kleine Flugzeuge mit Kolbenmotor erwärmen die Frischluft für die Kabine bei Bedarf mit Hilfe eines Wärmetauschers am Auspuffkrümmer.

Im Skript wird das so ausgedrückt:

„Das simpelste Heizsystem, welches häufig in Leichtflugzeugen verwendet wird, besteht aus einer Heizmuffe (heater muff), die um das Abgasrohr des Triebwerks verlegt ist. Die Heizmuffe wird über eine Klappe mit Stauluft (ram air) versorgt. Die aufgewärmte Luft wird über Rohre in die Kabine geleitet, wobei ein Ventil die Durchflussmenge regelt.“

- 21.) Was ist der Unterschied zwischen Fahrwerksklappen und Landeklappen?

- Fahrwerksklappen verschließen den Fahrwerksschacht, wenn das Fahrwerk eingefahren ist und teilweise auch wenn das Fahrwerk ausgefahren ist.
- Landeklappen sind ein beweglicher Teil der Flügelhinterkante zur Erhöhung des Auftriebs bei Start und Landung.

Auch wenn beide „Klappen“ genannt werden, so haben die beiden Strukturbauteile ansonsten keine Gemeinsamkeiten.

- 22.) Einige Landflugzeuge können umgerüstet werden. Wie nennt man das erforderliche anzubauende Teil (die erforderlichen anzubauenden Teile) für

- a) den Einsatz (Start und Wasserung) auf einem Gewässer (See, Fluss, Meer)?
- b) den Einsatz auf einem Schneefeld oder Gletscher?

- a) Schwimmer
- b) Kufen oder Ski

23.) Welche Formen von Eis können sich am Flugzeug bilden?

Klareis (clear ice), Raueis (rime ice) oder Mischeis (mixed ice)

24.) Welche Dichte hat Kerosin?

Die Dichte hängt von der Temperatur ab. Im Skript ist eine Kraftstoffdichte von 810 kg/m^3 angegeben (+/- 2%)

25.) Was ist AVGAS?

AVGAS steht für „aviation gasoline“ und wird auf Deutsch als Flugbenzin bezeichnet. Die übliche Sorte ist AVGAS 100 LL mit einer Klopfestigkeit von 100 Oktan und niedrigem Bleianteil (LL = low lead).

Fragen zur Vortragsreihe

26.) Auf welchem Wege können Öldämpfe in die Kabine gelangen?

Die Klimaanlage in fast allen Passagierflugzeugen wird mit Druckluft versorgt, die dem Triebwerksverdichter entnommen wird. Der Triebwerksverdichter erhält die Umgebungsluft durch den Triebwerkseinlauf. Triebwerksteile werden mit Triebwerksöl geschmiert. Die Lager sind von der Luftseite durch Dichtungen getrennt, die generell nicht beliebig dicht sein können und auch im Fehlerfall Triebwerksöl durchlassen können.

27.) Welche Stoffe im Triebwerksöl stellen eine potentielle Gesundheitsgefahr für den Menschen dar, wenn das Triebwerksöl stark erhitzt, verdampft und eingeatmet wird?

Im Triebwerksöl sind diverse nicht ungefährliche Stoffe enthalten. Hervorzuheben ist dabei ein Organophosphat (TCP, Tricresylphosphat) das mit etwa 3 % im Öl vertreten ist. TCP soll als „antiwear additive“ Verschleiß verhindern. Es ist ein Nervengift (Neurotoxin).

28.) Es ist durch viele Beispiele und Vorfälle bekannt, dass Triebwerksöldämpfe, die in das Cockpit und die Kabine gelangt sind, Langzeitgesundheitsschäden bei Besatzungsmitgliedern ausgelöst haben. Welches sind darüber hinaus die Flugsicherheitsrisiken (flight safety implications)?

Es muss unterschieden werden zwischen

- 1) Langzeitgesundheitsschäden durch sehr geringe, aber eben doch bedenkliche TCP Mengen,
- 2) größeren Mengen an Triebwerksöldämpfen und damit TCP, die kurzzeitig im Cockpit und in der Kabine vorhanden sind.

In dieser Frage geht es um 2).

Wenn es also im Fehlerfall im Triebwerk zur Freisetzung etwas größerer Mengen Öl kommt, so wird das möglicherweise von den Piloten erst dann bemerkt, wenn ihre Konzentrationsfähigkeit bereits beeinträchtigt ist. Öldämpfe sind zwar am „Geruch alter Socken“ zu erkennen, aber dieser Geruch kann von den Piloten nicht eindeutig auf das Öl zurück geführt werden. Es wäre ja auch möglich, dass die Gerüche tatsächlich aus Schuhen oder der Küche kommen. Wenn die Konzentrationsfähigkeit bereits vermindert ist, dann kann Sauerstoff aus dem Sauerstoffsystem im Cockpit den Piloten auch nur noch bedingt helfen¹. Bei einer stark verminderten Konzentrationsfähigkeit der Piloten wäre eine sichere Landung dann nicht mehr garantiert, und es könnte zum Totalverlust des Flugzeugs kommen. Viele moderne Passagierflugzeuge besitzen zwar die Fähigkeit zur automatischen Landung, die Piloten sind aber bisher als unersetzlicher Bestandteil für die gesamte Flugdurchführung weiterhin erforderlich. Es sind daher auch Fälle bekannt, bei denen nicht mehr viel bis zum Verlust des Flugzeugs gefehlt hat und das Pilotenversagen auf Triebwerksöldämpfe zurück geführt werden konnte (Malmö 1999).

¹ Die Passagiere wären der Situation völlig hilflos ausgeliefert. Die Menge des Passagiersauerstoffs ist für einen Notabstieg dimensioniert und reicht für eine derartige Situation nicht aus.

29.) Welche Lösungsvorschläge gibt es für das Problem der teilweise auftretenden Öldämpfe im Cockpit und in der Kabine?

- 1) Beim heutigen Prinzip der Klimaanlage kann ein Kontakt zwischen Triebwerksöl und Passagieren bzw. Crew generell nicht ausgeschlossen werden. Das Problem könnte dann nur durch den totalen Verzicht gesundheitsschädlicher Additive im Triebwerksöl gelöst werden. (FLIGHT 26.04.12: Der französische Hersteller von Triebwerksöl, Nyco, hat bekannt gegeben, ein neues weniger gefährliches Triebwerksöl entwickelt zu haben, welches gleich gute Verschleißseigenschaften für das Triebwerk aufweist.)
- 2) Die Luft gelangt heute ungefiltert in das Flugzeug. Der Einsatz von Filtern ist technisch möglich (Pall Photocatalytic Regenerable Adsorption - PCRA - system).
- 3) Beim Auftreten von Öldämpfen im Cockpit müssten die Piloten gewarnt werden. Der Einsatz von Sensoren könnte aber auch zu Fehlalarm führen. Heute ist die Nase des Piloten gefordert. Bei einer Fehlentscheidung (unnötige Notlandung) kann heute der Pilot verantwortlich gemacht werden. Bei einem Sensor läge die Verantwortung bei der Technik. Daher wird ein Flugzeughersteller oder eine Fluggesellschaft den Einsatz von Sensoren kritisch überprüfen.
- 4) Das Prinzip der Klimaanlage könnte so geändert werden, dass die Luftversorgung nicht mehr über das Triebwerk erfolgt. Die Frischluft von außen würde dann durch separate Verdichter bereit gestellt werden. Bei der Auslegung der Lager dieser Verdichter muss natürlich auch darauf geachtet werden, dass es nicht zur Verunreinigung der Luft kommt.

30.) Ganz allgemein bedeutet „obsolete“ übersetzt „veraltet“ oder „technisch überholt“. Im technischen Sinne ist diese Definition hilfreich:

„obsolescence“ liegt vor, wenn ein Teil notwendig für die Herstellung oder Wartung eines Produkts nicht mehr verfügbar ist – weder im Handel noch vom Hersteller.

Stellen Sie sich vor, dass Sie als Hersteller ein Gerät bauen, welches mit „obsolescence“ konfrontiert ist. Nennen Sie 3 Möglichkeiten des „obsolescence management“, wie Sie Ihr Problem lösen können.

Im Vortrag werden diese 11 Punkte mit konkreten Maßnahmen des „obsolescence management“ genannt:

- 1) Negotiating with the Manufacturer (Original Manufacturer)
- 2) Existing Stock (Own Stock or Brokers)
- 3) Reclamation (Cannibalization)
- 4) Alternate Parts (Equal or Higher Performance)
- 5) Part Substitution (Fit/Form/Function (+ Finance) Replacements)
- 6) Increase Performance of Components („Uprating“, e.g. COTS as MIL)
- 7) Aftermarket Sources (Use Official Sources. Attention: Counterfeit Parts)
- 8) Copy Components (Emulation)
- 9) Redesign (Expensive but can solve several obsolescence issues)
- 10) Reverse-Engineering (Reproduction)
- 11) Component Buys („Life Of Type (LOT) Buy“ or „Bridge Buy“)